

DIN EN 843-4

ICS 81.060.30

Ersatz für
DIN V ENV 843-4:1994-10

**Hochleistungskeramik –
Mechanische Eigenschaften monolithischer Keramik bei
Raumtemperatur –
Teil 4: Härteprüfung nach Vickers, Knoop und Rockwell;
Deutsche Fassung EN 843-4:2005**

Advanced technical ceramics –
Mechanical properties of monolithic ceramics at room temperature –
Part 4: Vickers, Knoop and Rockwell superficial hardness;
German version EN 843-4:2005

Céramiques techniques avancées –
Propriétés mécaniques des céramiques monolithiques à température ambiante –
Partie 4: Essais de dureté Vickers, Knoop et Rockwell superficiel;
Version allemande EN 843-4:2005

Gesamtumfang 24 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm wurde im Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) unter intensiver deutscher Mitarbeit erarbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NMP 291 „Hochleistungskeramik — Monolithische Werkstoffe“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

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

ISO 9385	siehe DIN ISO 9385
ISO 14705	siehe DIN EN 843-4

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 843-4:1994-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Angabe der Härte in der SI-Einheit „Gigapascal“ bei den Härteprüfverfahren nach Vickers und Knoop festgelegt;
- c) bei Härteprüfung nach Vickers im Abschnitt 5.5 zulässige Dicke von Beschichtungen auf durchscheinender oder durchsichtiger Keramik auf kleiner 0,2 µm gegenüber kleiner 2 µm reduziert;
- d) bei Härteprüfung nach Knoop im Abschnitt 6.2 Anzahl der geforderten Eindrücke bei der Kalibrierung der Prüfmaschine von drei auf eins reduziert;
- e) höhere Messunsicherheit bei Anwendung des Verfahrens nach HK 0,2 im Abschnitt 6.5 angegeben;
- f) je zwei Bilder über Hinweise zur Annahme und Rückweisung von Härteeindrücken sowie Kriterien für die Anwendung von Fadenkreuz-Messsystemen für die Härteprüfung nach Vickers und Knoop aufgenommen;
- g) informativen Anhang A über Ringversuche zur Bewertung der Härteprüfverfahren ergänzt;
- h) Literaturhinweise ergänzt;
- i) Inhalt redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 843-4: 1994-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 9385, *Glas und Glaskeramik — Härteprüfung nach Knoop*

Deutsche Fassung

Hochleistungskeramik —
Mechanische Eigenschaften
monolithischer Keramik bei Raumtemperatur —
Teil 4: Härteprüfung nach Vickers, Knoop und Rockwell

Advanced technical ceramics — Mechanical properties of
monolithic ceramics at room temperature —
Part 4: Vickers, Knoop and Rockwell superficial hardness

Céramiques techniques avancées — Propriétés
mécaniques des céramiques monolithiques à température
ambiante — Partie 4: Essais de dureté Vickers, Knoop et
Rockwell surfaciel

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. April 2005 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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Bedeutung und Anwendung	5
4.1 Allgemeine Hinweise	5
4.2 Prüfung der Prüfgeräte.....	5
4.3 Umwertung der Härtezahlen auf andere Skalen	6
5 Prüfverfahren A: Härteprüfung nach Vickers	6
5.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens.....	6
5.2 Kalibrierung der Prüfmaschine.....	7
5.3 Probekörper	8
5.4 Durchführung	8
5.5 Genauigkeit und Unsicherheiten	9
6 Prüfverfahren B: Härteprüfung nach Knoop	10
6.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens.....	10
6.2 Kalibrierung der Prüfmaschine.....	11
6.3 Probekörper	11
6.4 Durchführung	11
6.5 Genauigkeit und Unsicherheiten	11
7 Prüfverfahren C: Härteprüfungen nach Rockwell	12
7.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens.....	12
7.2 Kalibrierung der Prüfmaschine.....	13
7.3 Probekörper	13
7.4 Durchführung	13
7.5 Genauigkeit und Unsicherheiten	13
8 Interpretation	14
8.1 Mikrostrukturelle Faktoren	14
8.2 Interpretation der Ergebnisse	14
9 Prüfbericht	15
Anhang A (informativ) Ringversuch zur Bewertung der Härteprüfverfahren	20
Literaturhinweise	22

Vorwort

Dieses Dokument (EN 843-4:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 184 „Hochleistungskeramik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 843-4:1994.

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

EN 843 „Hochleistungskeramik — Mechanische Eigenschaften monolithischer Keramik bei Raumtemperatur“ besteht aus sechs Teilen:

- Teil 1: *Bestimmung der Biegefestigkeit*
- Teil 2: *Bestimmung des Elastizitätsmoduls, Schubmoduls und der Poissonzahl*
- Teil 3: *Bestimmung der Parameter des unterkritischen Risswachstums aus Biegefestigkeitsprüfungen mit konstanter Spannungsrate*
- Teil 4: *Härteprüfung nach Vickers, Knoop und Rockwell*
- Teil 5: *Statistische Auswertung*
- Teil 6: *Verfahren zur fraktographischen Untersuchung*

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 843 definiert Bedingungen für die Durchführung von Härteprüfungen an monolithischer Hochleistungskeramik und gibt Richtlinien für die Bewertung der erhaltenen Ergebnisse. Es wird vorausgesetzt, dass Kalibrierung und Prüfablauf exakt denen für metallische Werkstoffe entsprechen. Diese Europäische Norm nimmt Bezug auf die Härteprüfung nach Rockwell A, Rockwell N, Vickers und Knoop in Übereinstimmung mit den einschlägigen Internationalen Normen.

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).

EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren* (ISO 6507-1:1997)

EN ISO 6507-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 2: Prüfung der Prüfmaschinen* (ISO 6507-2:1997)

EN ISO 6507-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten* (ISO 6507-3:1997)

EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 1: Prüfverfahren* (ISO 6508-1:1999)

EN ISO 6508-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen* (ISO 6508-2:1999)

EN ISO 6508-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten* (ISO 6508-3:1999)

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* (ISO/IEC 17025:1999)

EN 23878, *Hartmetalle — Vickers-Härteprüfung* (ISO 3878:1983)

ISO 4545, *Metallic materials — Hardness testing — Knoop test*

ISO 4546, *Metallic materials — Hardness testing — Verification of Knoop hardness testing machines*

ISO 9385, *Glas and glass-ceramics — Knoop test*

ISO 14705, *Fine ceramics (Advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for hardness of monolithic ceramics at room temperature*

OIML-36, *Verification of indenters for hardness testing machines*¹⁾

¹⁾ Diese Internationale Empfehlung ist erhältlich bei der Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML), 11 rue Tugot, 75009 Paris, Frankreich.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Härte

Widerstand, den ein Werkstoff beim Eindringen eines harten Körpers von festgelegter geometrischer Gestalt, der mit einer festgelegten Kraft und in einer vorgeschriebenen Weise auf die Prüfoberfläche aufgebracht wird, entgegensetzt

3.2

Härtewert

in einer festgelegten Härteprüfung ermittelte und üblicherweise ohne Maßeinheit angegebene Härte, die aus der Eindringtiefe des Eindringkörpers oder der seitlichen Ausdehnung des Eindruckes und der aufgetragenen Prüfkraft berechnet wird

3.3

Eindringkörper

harter Körper von festgelegter geometrischer Gestalt, der für Keramikprüfungen üblicherweise aus einem Diamant-Einkristall gefertigt ist

ANMERKUNG Die Arten der Härteprüfungen sind für die Verfahren nach Vickers, Knoop und Rockwell in den Abschnitten 5, 6 bzw. 7 festgelegt.

4 Bedeutung und Anwendung

4.1 Allgemeine Hinweise

Die drei in den Abschnitten 5, 6 und 7 festgelegten Prüfverfahren wurden für metallische Werkstoffe genormt und finden weithin Anwendung bei der Bestimmung des Wärmebehandlungszustandes oder der Kaltverfestigung. Sie werden auch für die Beurteilung von Hochleistungskeramiken herangezogen, vor allem um Werkstoffe für Anwendungen unter Verschleißbedingungen zu beschreiben. Während die Härteprüfung bei Metallen ein Maß für die Fließspannung liefert, ist die Verformung bei spröden Werkstoffen häufig nicht homogen. Zusätzlich zum plastischen Fließen treten gewöhnlich Rissbildung und Ausplatzungen auf, deren Ausmaß einen merklichen Einfluss auf die ermittelte Härte haben und die Durchführung sinnvoller Messungen fraglich machen kann.

An einer Reihe sehr unterschiedlicher Keramiken durchgeführte Härteprüfungen ermöglichen es, diese nach ihrem Widerstand gegen örtliches Eindringen in eine Reihenfolge einzuordnen; dieser Widerstand kann mit anderen Werkstoffeigenschaften ähnlicher Art, wie z. B. dem abrasiven Verschleiß oder dem Erosionswiderstand, korrelieren. Eine derartige Schlussfolgerung trifft nicht zu, wenn die Werkstoffe als Ergebnis der unzulänglichen Unterscheidung durch die Härteprüfungen ähnliche Eigenschaften zeigen.

Darüber hinausgehende Anwendungen sind mit Vorsicht zu betrachten. Es wird empfohlen, z. B., Härteprüfungen nicht als Abnahmekriterien in einer Prüfvorschrift zu verwenden. Die potentiellen Unterschiede zwischen den Prüfern und/oder den Prüfmaschinen sind, wie im Folgenden noch erläutert wird, zu groß, um ein hohes Vertrauensniveau für die Prüfergebnisse erzielen zu können und führen möglicherweise zu Differenzen zwischen den von der Prüfvorschrift betroffenen Vertragspartnern.

4.2 Prüfung der Prüfgeräte

Härtevergleichsplatten werden üblicherweise mit der Prüfmaschine mitgeliefert. Sie sind bei der Überprüfung des Verhaltens der Maschine unbedingt zu verwenden, wobei im Falle der Vickers- und Knoop-Härteprüfungen auch die visuellen Kriterien von dem für die Messung zuständigen Bediener angewendet werden müssen. Die Härtevergleichsplatten sollten auch dazu verwendet werden sicherzustellen, dass der Eindringkörper frei von Ausplatzungen und Rissen ist, die besonders leicht durch die Prüfung von sehr harten Werkstoffen auftreten können. Für die Prüfung von Keramik werden sehr harte Vergleichsplatten empfohlen.

Die Prüfkraften für Härtemessungen an Keramik müssen nicht denen entsprechen, für die die Prüfmaschine zuvor kalibriert worden ist. Wenn es die Situation erfordert, ist es wünschenswert, für eine erforderliche Zeitdauer eine aus Prüfungen abgeleitete, der tatsächlichen Probenoberfläche angepasste Prüfkraft anzuwenden.

Die direkte Prüfung der Prüfmaschine ist in EN ISO 6507-2 (für Härteprüfungen nach Vickers), ISO 4546 (für Härteprüfungen nach Knoop) und in EN ISO 6508-2 (für Härteprüfungen nach Rockwell, N-Skala) beschrieben. Die Durchführung enthält die Kalibrierung der Kraft und des Anzeigesystems. Dieses Dokument behandelt diese Probleme nicht direkt.

Die indirekte Prüfung der Prüfgeräte stellt sicher, dass die Geräteanzeige zum Zeitpunkt der Verwendung korrekt ist, indem eine Überprüfung des Aussehens der Eindrücke vorgenommen wird, insbesondere hinsichtlich einer eventuellen Beschädigung des Eindringkörpers oder der Überprüfung der Ausrichtung des Eindringkörpers. Es kann auch eine Überprüfung der von der Bedienperson verwendeten Ablesekriterien erfolgen. Die indirekte Prüfung wird üblicherweise mit zertifizierten Härtevergleichsplatten und unter der Voraussetzung, dass der verwendete Eindringkörper zuvor hinsichtlich der Einhaltung der in den obenstehend aufgeführten Normen festgelegten geometrischen Grenzabweichungen zertifiziert wurde, vorgenommen.

Die Kalibrierung der Härtevergleichsplatten ist in EN ISO 6507-3 (für Härteprüfungen nach Vickers) und in EN ISO 6508-3 (für Härteprüfungen nach Rockwell, N-Skala) festgelegt. Es existieren zurzeit keine EN- oder ISO-Normen für die Überprüfung und Kalibrierung von Härtevergleichsplatten für die Härteprüfung nach Knoop. Die Prüfung der geometrischen Gestalt der Eindringkörper ist in OIML-36 beschrieben.

4.3 Umwertung der Härtezahlen auf andere Skalen

Während für metallische Werkstoffe bestimmter Legierungsarten Tabellen existieren, mit deren Hilfe Härtewerte einer Skala in Werte einer anderen umgewertet werden können, gibt es nichts Entsprechendes für keramische Werkstoffe. Da die Keramiken zu einer starken Prüfkraftabhängigkeit der Härte tendieren, ist es sehr unwahrscheinlich, dass eine eindeutige Beziehung zwischen den unter Anwendung verschiedener Kräfte oder verschiedener Arten von Eindringkörpern ermittelten Härtewerten besteht.

ANMERKUNG Es wird dringend davon abgeraten, zu versuchen, Härtewerte von einer Skala in eine andere umzuwerten.

5 Prüfverfahren A: Härteprüfung nach Vickers

5.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die Härteprüfung nach Vickers ist ein Verfahren, bei dem ein Diamant-Eindringkörper von quadratischer Pyramidenform, dessen Seitenflächen in festgelegtem Winkel zueinander stehen, mit einer definierten Kraft in die Oberfläche eines Probekörpers eindringt, in dieser Position für eine bestimmte Zeit gehalten und danach wieder entfernt wird. Die Längen der Eindruckdiagonalen werden gemessen, daraus wird der Mittelwert gebildet, und dieser Wert wird dann zur Berechnung des Härtewertes verwendet; er entspricht der mittleren Kraft je Flächeneinheit der Probenoberfläche, die tatsächlich mit dem Eindringkörper in Kontakt gekommen ist (es wird zwar keine Maßeinheit angegeben, jedoch ist kg/mm^2 impliziert):

$$HV(F) = 1,854\,4 \, F/d^2 \quad (1)$$

Dabei ist

$HV(F)$ die Vickershärte bei der aufgebrachten Kraft F (angegeben als Masse in kg, von der die Kraft F abgeleitet ist), und

d die mittlere Diagonalenlänge des Eindruckes (angegeben in mm).

Die Härteprüfung von metallischen Werkstoffen nach Vickers ist ausführlich beschrieben, und zwar in EN ISO 6507-1 für die Skalen von HV 0,2 bis HV 100, in EN 23878 für Hartmetalle und in ISO 14705 für Hochleistungskeramik.