# DIN EN ISO 4545-1

DIN

ICS 77.040.10

*Entwurf*

Einsprüche bis 2015-06-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 4545-1:2006-03

## Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Knoop – Teil 1: Prüfverfahren (ISO/DIS 4545-1:2015); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4545-1:2015

Metallic materials –
Knoop hardness test –
Part 1: Test method (ISO/DIS 4545-1:2015);
German and English version prEN ISO 4545-1:2015

Matériaux métalliques –
Essai de dureté Knoop –
Partie 1: Méthode d'essai (ISO/DIS 4545-1:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 4545-1:2015

### Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-04-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 nmp@din.de möglichst 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.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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 55 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4545-1:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 "Mechanical testing of metals", Unterkomitee SC 3 „Hardness testing“ erarbeitet (Sekretariat: DIN, Deutschland) und von ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) im Rahmen der Wiener Vereinbarung übernommen.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-41 AA „Härteprüfung für Metalle“ im DIN−Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 4545-1 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

DIN EN ISO 4545, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Knoop* besteht aus:

— *Teil 1: Prüfverfahren*

— *Teil 2: Überprüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen*

— *Teil 3: Kalibrierung der Härtevergleichsplatten*

— *Teil 4: Tabelle für die Berechnung der Härtewerte*

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

| | | |
|---|---|---|
| ISO 4545-2 | siehe | DIN EN ISO 4545-2 |
| ISO 4545-3 | siehe | DIN EN ISO 4545-3 |
| ISO 4545-4 | Siehe | DIN EN ISO 4545-4 |

**Änderungen**

Gegenüber DIN EN ISO 4545-1:2006-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Überarbeitung von Tabelle 2 zur erforderlichen Auflösung des Messsystems;

b) vermehrte Angabe von Sollwerten als Mittelwert mit (ggf. asymmetrischer) Toleranz anstelle von Spannweiten;

c) Einstufung des Verfahrens für die periodische Prüfung der Prüfmaschine durch den Anwender in Anhang A als normativ;

d) intensive Überarbeitung von Anhang B zur Messunsicherheit;

e) redaktionelle Änderungen.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

# Nationaler Anhang NA
(informativ)

# Unsicherheit der gemessenen Härtewerte

## NA.1 Allgemeines

In diesem Teil von ISO 4545 ist im Anhang B ein Beispiel für die Abschätzung der Messunsicherheit für einen an einer Probe ermittelten Härtewert enthalten.

Ein alternatives, vereinfachtes Verfahren für die Berechnung ist in diesem nationalen Anhang beschrieben. Bei diesem Verfahren wird die im Teil 2 dieser Normenreihe berechnete Messunsicherheit der Prüfmaschine, die in dem Kalibrierschein der Prüfmaschine angegeben ist, in die Berechnung einbezogen. Damit steht dem Anwender ein einfacheres Verfahren zur Verfügung.

Die für die Definition und Weitergabe der Härteskalen erforderliche metrologische Kette ist im Bild C.1 in DIN EN ISO 4545-1 gezeigt.

## NA.2 Indirekte Überprüfung der Härteprüfmaschine durch den Anwender

Durch die indirekte Überprüfung mit Härtevergleichsplatten wird die Gesamtfunktion der Härteprüfmaschine überprüft und die Wiederholpräzision und die Abweichung der Härteprüfmaschine vom Istwert der Härte bestimmt.

Die Messunsicherheit der indirekten Überprüfung der Härteprüfmaschine berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$u_{\mathrm{HTM}} = \sqrt{u_{\mathrm{CRM}}^2 + u_{\mathrm{H}}^2 + u_{\mathrm{CRM-D}}^2 + 2u_{\mathrm{ms}}^2} \qquad \text{(NA.1)}$$

Dabei ist

$u_{\mathrm{CRM}}$ die Kalibrierunsicherheit der Härtevergleichsplatte entsprechend dem Kalibrierzeugnis für $k$ = 1;

$u_{\mathrm{H}}$ die Wiederholpräzision der Härteprüfmaschine;

$u_{\mathrm{CRM-D}}$ die Härteänderung der Härtevergleichsplatte seit ihrer letzten Kalibrierung aufgrund von Drift;

$u_{\mathrm{ms}}$ die Unsicherheit aufgrund der Auflösung des optischen Messsystems $\left(u_{\mathrm{ms}} = \frac{\delta_{\mathrm{ms}}}{2 \cdot \sqrt{3}}\right)$.

BEISPIEL

| | |
|---|---|
| Härte der Härtevergleichsplatte | $H_{\mathrm{CRM}}$ = (802,7 ± 12,0) HK1 |
| Messunsicherheit der Härtevergleichsplatte | $u_{\mathrm{CRM}}$ = ± 6,0 HK1 |
| Zeitliche Drift der Härtevergleichsplatte | $u_{\mathrm{CRM-D}}$ = 0 |
| Auflösung des optischen Messsystems | $ms$ = 0,51 µm |



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

**Tabelle NA.1 — Ergebnisse der indirekten Überprüfung**

| Nr | Gemessene Eindruckdiagonale $d$, mm | Berechneter Härtewert $H$, HK1 |
|---|---|---|
| 1 | 0,133 2 | 802,0 |
| 2 | 0,133 3 | 800,8 |
| 3 | $0{,}133\ 5_{max}$ | $798{,}4_{min}$ |
| 4 | $0{,}133\ 0_{min}$ | $804{,}4_{max}$ |
| 5 | 0,133 1 | 803,2 |
| Mittelwert $\overline{H}$ | 0,133 2 | 801,76 |
| Standardabweichung $s_H$ | 0,00019 | 2,31 |

$$u_H = \frac{t \cdot s_H}{\sqrt{n}} \qquad \text{(NA.2)}$$

Für $t$ = 1,14, $n$ = 5 und $s_H$ = 2,3 HK1 ergibt sich:

$u_H$ = 1,18 HK1

## NA.3 Messunsicherheitsbudget

**Tabelle NA.2 — Messunsicherheitsbudget**

| Größe $X_i$ | Schätzwert $x_i$ | Standardmess-unsicherheit $u(x_i)$ | Verteilungstyp | Empfindlich-keitskoeffizient $c$ | Beitrag zur Unsicherheit $u_i(H)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $u_{CRM}$ | 802,7 HK1 | 6,0 HK1 | Normal | 1,0 | 6,0 HK1 |
| $u_H$ | 0 HK1 | 1,18 HK1 | Normal | 1,0 | 1,18 HK1 |
| $u_{ms}$ | 0 mm | 0,000 147 mm | Rechteck | 12 036,4[a] | 1,77 HK1 |
| $u_{CRM\text{-}D}$ | 0 HK1 | 0 HK1 | Dreieck | 1,0 | 0 HK1 |
| Kombinierte Messunsicherheit $u_{HTM}$ | | | | | 6,61 HK1 |
| Erweiterte Messunsicherheit $U_{HTM}$ ($k$ = 2) | | | | | 13,2 HK1 |

[a] $c = |\partial H/\partial d| = 2(H/d)$ für $H$ = 801,7 HK1 und $d$ = 0,133 2 mm

## NA.4 Messunsicherheit der Härteprüfung

Die Messunsicherheit der Härteprüfung ergibt sich aus der Gleichung:

$$u = \sqrt{u_{HTM}^2 + u_x^2} \qquad \text{(NA.3)}$$

Dabei ist

$u_{HTM}$ die Unsicherheit der Härteprüfmaschine;



Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

$u_x$ die Standardabweichung aufgrund der Inhomogenität der Härteverteilung auf der Probe.

**Tabelle NA.3 — Bestimmung der Inhomogenität der Probe**

| **Nr** | **Gemessene Eindruckdiagonale** $d$, mm | **Berechneter Härtewert** $H$, HK |
|---|---|---|
| 1 | 0,188 1 | 402,2 |
| 2 | $0{,}187\ 6_{min}$ | $404{,}3_{max}$ |
| 3 | 0,188 2 | 401,7 |
| 4 | $0{,}188\ 5_{max}$ | $400{,}5_{min}$ |
| 5 | 0,187 6 | 404,3 |
| Mittelwert | 0,188 | 402,6 |
| Standardabweichung $s_x$ | 0,00039 | 1,67 |

Unsicherheit der Probe

$$u_x = \frac{t \cdot s_x}{\sqrt{5}} \qquad \text{(NA.4)}$$

Für $t$ = 1,14, $n$ = 5 und $s_x$ = 1,67 ergibt sich:

$u_x$ = 0,85 HK1

**Tabelle NA.4 — Messunsicherheit der Probe**

| **Härte der Probe** $H$, HK1 | **Inhomogenität der Probe** $u_x$, HK1 | **Messunsicherheit der Härteprüfmaschine** $u_{HTM}$, HK1 | **Erweiterte Messunsicherheit der Probe** $U$, HK1 |
|---|---|---|---|
| 402,6 | 0,85 | 6,1 | 12,3 |



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

# Nationaler Anhang NB
(informativ)

# Literaturhinweise

DIN EN ISO 4545-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Knoop — Teil 2: Überprüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen*

DIN EN ISO 4545-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Knoop — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten*

DIN EN ISO 4545-4, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Knoop — Teil 4: Tabelle zur Bestimmung der Härte*



Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

*— Entwurf —*

**ECISS/TC 101**

Datum: 2015-04

**prEN ISO 4545-1:2015**

ECISS/TC 101

Sekretariat: AFNOR

# Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Knoop — Teil 1: Prüfverfahren (ISO/DIS 4545-1:2015)

*Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 1 : Méthode d'essai (ISO/DIS 4545-1:2015)*

*Metallic materials — Knoop hardness test — Part 1: Test method (ISO/DIS 4545-1:2015)*

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.5a

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

# Inhalt

Seite

**Vorwort** ..... 3
**1 Anwendungsbereich** ..... 4
**2 Normative Verweisungen** ..... 4
**3 Kurzbeschreibung** ..... 4
**4 Symbole und Abkürzungen** ..... 5
**5 Prüfmaschine** ..... 6
**6 Probe** ..... 7
**7 Durchführung** ..... 7
**8 Unsicherheit der Ergebnisse** ..... 9
**9 Prüfbericht** ..... 10
**Anhang A** (normativ) **Verfahren für die periodische Prüfung der Prüfmaschine durch den Anwender** ..... 11
**Anhang B** (informativ) **Unsicherheit der gemessenen Härtewerte** ..... 13
**B.1 Allgemeine Anforderungen** ..... 13
**B.2 Allgemeines Verfahren** ..... 13
**B.3 Verfahren zur Berechnung der Unsicherheit: Härtemesswerte** ..... 14
**B.3.1 Verfahren mit systematischer Messabweichung (Methode M1)** ..... 14
**B.3.2 Verfahren ohne systematische Abweichung (Methode M2)** ..... 15
**B.4 Angabe des Messergebnisses** ..... 16
**Anhang C** (informativ) **Rückführbarkeit der Messung der Knoop-Härte** ..... 20
**C.1 Rückführbarkeitsdefinition** ..... 20
**C.2 Kette von Kalibrierungen** ..... 20
**C.3 Bezugsgröße für die Knoop-Härte** ..... 21
**C.4 Praktische Gesichtspunkte** ..... 22
**C.5 Rückführbarkeit der Messung der Knoop-Härte** ..... 22
**C.5.1 Allgemeines** ..... 22
**C.5.2 Rückführbarkeit der Kalibrierstufe** ..... 22
**C.5.3 Rückführbarkeit der Anwenderstufe** ..... 23
**Anhang D** (informativ) **CCM-Arbeitsgruppe zur Härte** ..... 24
**Literaturhinweise** ..... 25



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

# Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4545-1:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO 4545-1:2005 ersetzen.

ISO 4545 besteht unter dem allgemeinen Titel *Metallic Materials — Knoop hardness test* aus folgenden Teilen:

— *Part 1: Test method*;

— *Part 2: Verification and calibration of testing machines*;

— *Part 3: Calibration of reference blocks*;

— *Part 4: Table of hardness values*.

**Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO/DIS 4545-1:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 4545-1:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

## 1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von ISO 4545 ist das Verfahren für die Härteprüfung nach Knoop an metallischen Werkstoffen für Prüfkräfte von 0,009 807 N bis 19,614 N festgelegt. Das Verfahren wird nur für Eindrücke mit Diagonalen ≥ 0,020 mm empfohlen.

ANMERKUNG Besondere Überlegungen zur Prüfung metallischer Überzüge nach Knoop können ISO 4516 entnommen werden (siehe [7] in den Literaturhinweisen).

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 4545-2, *Metallic materials — Knoop hardness test — Part 2: Verification and calibration of testing machines*

ISO 4545-3, *Metallic materials — Knoop hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks*

ISO 4545-4, *Metallic materials — Knoop hardness test — Part 4: Table of hardness values*

## 3 Kurzbeschreibung

Ein Diamant-Eindringkörper in Form einer Pyramide mit rhombischer Grundfläche mit festgelegten Winkeln $\alpha$ (172,5°) und $\beta$ (130°) zwischen einander gegenüberliegenden Kanten wird in die Oberfläche einer Probe eingedrückt, und die lange Diagonale, $d$, des Eindruckes, der nach Rücknahme der Prüfkraft, $F$, auf der Prüffläche verbleit, wird gemessen (siehe Bild 1 und Bild 2).

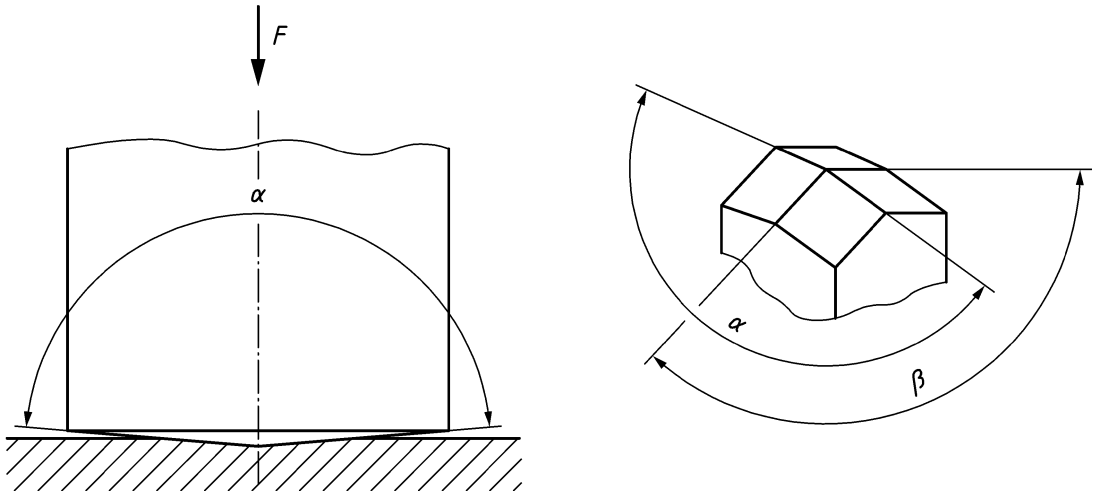



**Bild 1 — Prüfprinzip und Eindringkörpergeometrie**



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

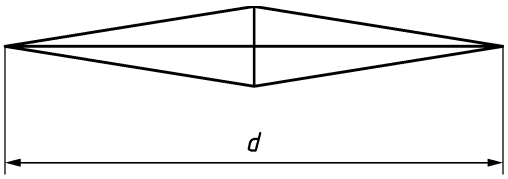



**Bild 2 — Knoop-Eindruck**

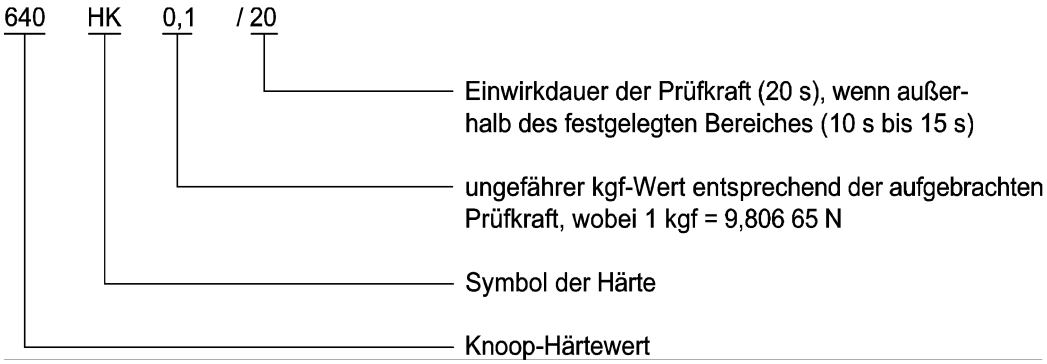
Die Knoop-Härte ist proportional zum Quotienten aus der Prüfkraft und der Projektionsfläche des Eindruckes, der als Pyramide mit rhombischer Grundfläche und gleichen Winkeln wie beim Eindringkörper angenommen wird.

## 4 Symbole und Abkürzungen

**4.1** Siehe Tabelle 1 und Bild 1 und Bild 2.

**4.2** Im Folgenden ist ein Beispiel für die Bezeichnung für die Knoop-Härte angegeben.

BEISPIEL






Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

**Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen**

| Symbol/ Abkürzung | Bezeichnung |
|---|---|
| $F$ | Prüfkraft, in Newton (N) |
| $d$ | Länge der langen Diagonale, in Millimeter |
| $c$ | Eindringkörper-Konstante, die die projezierte Fläche des Eindruckes zum Quadrat der langen Diagonalenlänge ins Verhältnis setzt<br>Eindringkörper-Konstante $c = \frac{\tan\frac{\beta}{2}}{2\tan\frac{\alpha}{2}}$, $c$ = 0,070 28,<br>wobei $\alpha$ und $\beta$ die Winkel zwischen den gegenüberliegenden Kanten der Diamantpyramide sind (siehe Bild 1) |
| HK | Knoop-Härte = Konstante $\times \frac{\text{Prüfkraft}}{\text{projezierte Fläche des Eindruckes}}$<br>$= 0{,}102 \times \frac{F}{c\,d^2} = 1{,}451\ \frac{F}{d^2}$ |
| ANMERKUNG | Konstante = $0{,}102 = \frac{1}{9{,}806\ 65}$ , wobei 9,806 65 der Umrechnungsfaktor von kgf in Newton ist. |

## 5 Prüfmaschine

**5.1 Prüfmaschine**, die in der Lage sein muss, eine vorgegebene Prüfkraft bzw. vorgegebene Prüfkräfte innerhalb des gewünschten Prüfkräftebereichs nach ISO 4545-2 aufzubringen.

**5.2 Eindringkörper**, bei dem es sich um einen Diamanten in Form einer Pyramide mit rhombischer Grundfläche nach ISO 4545-2 handeln muss.

**5.3 Diagonalenmesssystem**, das die in ISO 4545-2 getroffenen Festlegungen erfüllen muss.

Der optische Teil des Diagonalenmesssystems sollte über eine Köhlersche Beleuchtung verfügen. Siehe ISO 4545-3, Anhang A.

Viele ältere Objektivlinsen sind zum Rand des Bildfeldes hin nichtlinear. Daher sollten Möglichkeiten zur Vergrößerung zur Verfügung stehen, so dass die Diagonale auf mehr als 25 %, jedoch weniger als 75% des größtmöglichen optischen Bildfeldes vergrößert werden kann.

ANMERKUNG Systeme, bei denen zur Messung eine Kamera eingesetzt wird, dürfen 100 % des Bildfeldes der Kamera nutzen, sofern sie dazu ausgelegt sind, die Beschränkung von 75 % und alle übrigen Bildfeldbeschränkungen des optischen Systems zu berücksichtigen.

Die für das Diagonalenmesssystem erforderliche Auflösung hängt von der Größe des kleinsten zu messenden Eindrucks ab.

Die Skaleneinteilung des Messsystems muss eine Abschätzung der Eindruckdiagonalen entsprechend Tabelle 2 ermöglichen.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

**Tabelle 2 — Auflösung des Messsystems**

| **Diagonalenlänge**<br>$d$<br>mm | **Auflösung des Messsystems** |
|---|---|
| $d$ < 0,040 | 0,000 2 mm |
| 0,040 ≤ $d$ | 0,5 % von $d$ |
| ANMERKUNG Die Länge der Eindruckdiagonalen bestimmt die notwendige Vergrößerung $V$ des Messsystems, und zwar nach der folgenden Bedingung:<br>$V \times d \geq 14$ mm<br>Bei Eindruckdiagonalen mit $d$ < 0,035 mm ist diese Bedingung möglicherweise nicht erfüllt, die Vergrößerung sollte aber dennoch mindestens 400× betragen. | |

## 6 Probe

**6.1** Die Prüfung ist an einer polierten, glatten und ebenen Oberfläche vorzunehmen, die frei von Zunder und Fremdkörpern, insbesondere frei von Schmierstoffen sein muss, wenn in Produktnormen nicht anders festgelegt. Die Probe muss eine Oberflächenbearbeitung aufweisen, die eine exakte Längenbestimmung der Eindruckdiagonalen gestattet.

**6.2** Die Probenpräparation muss so durchgeführt werden, dass jegliches Herausfallen von Werkstoffen bzw. jegliche Änderungen der Oberflächenhärte, z. B. durch starke Erwärmung oder Kaltverformung, auf ein Minimum beschränkt bleiben.

**6.3** Wegen der geringen Eindringtiefen der Eindrücke bei der Knoop-Härteprüfung ist es äußerst wichtig, bei der Probenpräparation besondere Vorkehrungen zu treffen. Es wird empfohlen, ein Polier-/Elektropolierverfahren anzuwenden, das für die Werkstoffeigenschaften des zu prüfenden Werkstoffes angepasst ist.

**6.4** Die Dicke der Probe oder der zu prüfenden Schicht muss mindestens 1/3 der Länge der Diagonalenlänge des Eindrucks betragen. Nach der Prüfung dürfen auf der Auflagefläche der Probe keine Verformungen sichtbar sein.

**6.5** Bei Proben mit kleinem Querschnitt oder von unregelmäßiger Form kann es notwendig sein, für eine zusätzliche Aufnahme zu sorgen, beispielsweise eine Einbettung in Kunststoff. Die Probe muss durch die Aufnahme angemessen unterstützt werden, sodass sie sich während der Kraftaufbringung nicht verschieben kann.

## 7 Durchführung

**7.1** Die Prüfung wird üblicherweise bei einer Umgebungstemperatur innerhalb eines Bereiches von 10 °C bis 35 °C durchgeführt. Wird die Prüfung bei einer außerhalb dieses Bereiches liegenden Temperatur durchgeführt, muss dies im Prüfbericht angegeben werden. Prüfungen, die unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden, müssen bei einer Temperatur von (23 ± 5) °C durchgeführt werden.

**7.2** Die in Tabelle 3 angegebenen Prüfkräfte sind üblich. Andere Prüfkräfte dürfen ebenfalls angewendet werden. Prüfkräfte sollten so gewählt werden, dass die Länge der längeren Diagonale der Eindrücke mehr als 0,020 mm beträgt.

**7.3** Die in Anhang A definierte tägliche Überprüfung muss für jede angewendete Prüfkraft vor der ersten Prüfung jeder Woche durchgeführt werden, es wird jedoch eine tägliche Überprüfung empfohlen. Bei jederm Wechsel der Prüfkraft wird eine tägliche Prüfung empfohlen. Die tägliche Überprüfung muss immer dann



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

durchgeführt werden, wenn der Eindringkörper ausgetauscht wird. Die tägliche Überprüfung sollte innerhalb von 200 HK des zu prüfenden voraussichtlichen Härtebereichs erfolgen.

**7.4** Die Probe muss auf einer starren Aufnahmevorrichtung liegen. Die Auflageoberflächen dieser Vorrichtung müssen sauber und frei von Fremdkörpern (Zunder, Öl, Schmutz usw.) sein. Es ist wichtig, dass die Probe fest auf der Aufnahmevorrichtung liegt, damit sie sich während des Prüfvorgangs nicht verschieben kann.

**7.5** Das Mikroskop des Diagonalenmesssystems ist so einzustellen, dass die Oberfläche der Probe betrachtet werden kann.

ANMERKUNG Einige Prüfgeräte fordern nicht, dass der Fokus des Mikroskops auf die Probenoberfläche eingestellt ist.

**7.6** Der Eindringkörper ist auf die Prüffläche aufzusetzen, und die Prüfkraft ist stoß- und erschütterungsfrei bzw. ohne Überlastung senkrecht zur Oberfläche aufzubringen, bis die aufgebrachte Kraft den festgelegten Wert erreicht hat. Die Zeit vom Beginn der Kraftaufbringung bis zum Erreichen der vollen Prüfkraft muss $7^{+1}_{-5}$ s betragen. Der Eindringkörper muss mit einer Geschwindigkeit zwischen 0,015 mm/s und 0,070 mm/s auf die Probe aufsetzen.

Die Einwirkdauer der Prüfkraft muss $14^{+1}_{-4}$ s betragen, ausgenommen davon sind jedoch Prüfungen auf Werkstoffen, bei denen dieser Bereich aufgrund der zeitabhängigen Eigenschaften der Werkstoffe ungeeignet ist. Bei diesen Prüfungen muss die Einwirkdauer als Teil der Härtebezeichnung (siehe BEISPIEL in 4.2) angegeben werden.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Einwirkdauer sind mit asymmetrischen Grenzwerten angegeben. Zum Beispiel bedeutet $7^{+1}_{-5}$ s, dass 7 s die Nenneinwirkdauer ist, deren annehmbarer Bereich nicht weniger als 2 s (7 s - 5 s) bis nicht mehr als 8 s (7 s + 1 s) ist.

**Tabelle 3 — Typische Prüfkräfte**

| Härteskala | Nennwert der Prüfkraft, $F$ | |
|---|---|---|
| | N | entsprechender kgf[a]-Wert |
| HK 0,001 | 0,009 807 | 0,001 |
| HK 0,002 | 0,019 61 | 0,002 |
| HK 0,005 | 0,049 03 | 0,005 |
| HK 0,01 | 0,098 07 | 0,010 |
| HK 0,02 | 0,196 1 | 0,020 |
| HK 0,025 | 0,245 2 | 0,025 |
| HK 0,05 | 0,490 3 | 0,050 |
| HK 0,1 | 0,980 7 | 0,100 |
| HK 0,2 | 1,961 | 0,200 |
| HK 0,3 | 2,942 | 0,300 |
| HK 0,5 | 4,903 | 0,500 |
| HK 1 | 9,807 | 1,000 |
| HK 2 | 19,614 | 2,000 |

[a] keine SI-Einheit



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

**7.7** Während der gesamten Prüfung muss die Prüfeinrichtung vor Stößen und Erschütterungen geschützt sein. (Siehe [6] in den Literaturhinweisen.)

**7.8** Der Abstand zwischen dem Rand eines Prüfeindruckes und dem Rand der Probe muss mindestens das 3fache der kurzen Diagonalenlänge des Eindruckes betragen.

**7.9** Der Abstand zwischen den Rändern zweier benachbarter, nebeneinander liegender Prüfeindrücke muss mindestens das 2,5fache der kurzen Diagonalenlänge betragen Bei hintereinander liegenden Eindrücken muss der Abstand zwischen den Rändern zweier aufeinander folgender Eindrücke mindestens das Einfache der langen Diagonalenlänge betragen. Wenn zwei Prüfeindrücke sich in ihrer Größe unterscheiden, muss sich der Mindestabstand auf die kurze Diagonalenlänge des größeren Prüfeindruckes beziehen.

**7.10** Die Länge der langen Diagonale ist zu messen und für die Berechnung der Knoop-Härte zu verwenden. Für sämtliche Prüfungen muss der Umfang des Eindruckes im Bildfeld des Mikroskops deutlich erkennbar sein.

ANMERKUNG 1 Für einen Eindruck mit einer langen Diagonale von weniger als 0,020 mm muss die Zunahme der Unsicherheit berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Eine Verringerung der Prüfkraft führt im Allgemeinen zu einer erhöhten Streuung bei den Messergebnissen. Die Messunsicherheit für die lange Diagonale ist wahrscheinlich nicht kleiner als ± 0,001 mm.

Vergrößerungen sollten so gewählt werden, dass die Diagonale mindestens auf 25 %, aber höchstens auf 75 % des größtmöglichen optischen Bildfeldes vergrößert wird, siehe 5.3.

**7.11** Die Werte für die Knoop-Härte sind nach der in Tabelle 1 angegebenen Gleichung oder mit Hilfe der Tabellen nach ISO 4545-4 zu berechnen.

**7.12** Die lange Diagonale ist am Schnittpunkt mit der kurzen Diagonale zu teilen. Weicht die Länge eines Segments um mehr als 10 % vom anderen Segment ab, ist die Parallelität zwischen der Probenauflagefläche und der Messfläche und eventuell die Ausrichtung des Eindringkörpers gegenüber der Probe zu überprüfen. Prüfergebnisse mit Abweichungen größer 10 % sollten verworfen werden.

## 8 Unsicherheit der Ergebnisse

Es sollte eine vollständige Bewertung der Unsicherheit nach ISO/IEC Guide 98-3 [1] durchgeführt werden.

Unabhängig vom Typ der Quellen bestehen bei der Härtemessung zwei Möglichkeiten zur Bestimmung der Unsicherheit:

— die eine Möglichkeit beruht auf der Bewertung aller relevanten Quellen, die bei einer direkten Kalibrierung auftreten. Hierzu steht eine veröffentlichte EA-Richtlinie [2] zur Verfügung;

— die andere Möglichkeit beruht auf der indirekten Kalibrierung mit einer Härtevergleichsplatte (siehe [3] bis [5] in den Literaturhinweisen). Eine Anleitung zur Bestimmung ist in Anhang B angegeben.

Es ist nicht immer möglich, alle festgestellten Aspekte zu quantifizieren, die zur Unsicherheit beitragen. In diesem Fall kann sich aus der statistischen Analyse wiederholter Eindrücke an der Probe ein Schätzwert für eine Standardunsicherheit vom Typ A ergeben. Bei der Addition der Standardunsicherheiten vom Typ A und Typ B sollte darauf geachtet werden, dass die Beiträge nicht zweifach berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 4 von ISO/IEC Guide 98-3).



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

## 9 Prüfbericht

Das Labor muss mindestens die folgenden Informationen aufzeichnen, die, sofern nicht von den Parteien anders vereinbart, in den Prüfbericht aufzunehmen sind:

a) Verweisung auf diesen Teil von ISO 4545;

b) alle Angaben, die für die Identifizierung der Probe erforderlich sind;

c) für die Härte erhaltenes Messergebnis in dem in 4.2 definierten Format;

d) alle Arbeitsgänge, die nicht in diesem Teil von ISO 4545 festgelegt sind oder die als optional anwendbar betrachtet werden;

e) Einzelheiten zu allen Umständen, die das Messergebnis beeinflusst haben könnten;

f) die Prüftemperatur, wenn sie außerhalb des in 7.1 festgelegten Bereiches der Umgebungstemperatur liegt.

Es gibt kein allgemein gültiges Verfahren für die genaue Umwertung der Knoop-Härte in Härtewerte anderer Härteprüfverfahren oder in die Zugfestigkeit. Umwertungen sollten daher vermieden werden, wenn keine verlässliche Grundlage für die Umwertung durch Vergleichsprüfungen vorhanden ist (siehe auch ISO 18265 [8]).

ANMERKUNG Ein exakter Vergleich von Knoop-Härtewerten untereinander ist nur möglich, wenn gleiche Prüfkräfte angewendet werden.



Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05

# Anhang A
(normativ)

# Verfahren für die periodische Prüfung der Prüfmaschine durch den Anwender

Der für die tägliche Überprüfung zu verwendende Eindringkörper muss derselbe Eindringkörper sein, der auch für die Prüfung verwendet wird.

Vor der täglichen Überprüfung sollte das Diagonalenmesssystem indirekt unter Nutzung eines der Referenzeindrücke auf einer Härtevergleichsplatte, die nach ISO 4545-3 kalibriert ist, überprüft werden. Die gemessene Eindrucklänge darf nicht mehr als 1,0 % oder 0,000 4 mm von dem zertifizierten Wert abweichen. Wenn das Diagonalenmesssystem diese Prüfung nicht besteht, darf ein zweiter Referenzeindruck gemessen werden. Besteht das Diagonalenmesssystem auch diese Prüfung nicht, muss es eingestellt oder instandgesetzt und einer direkten oder indirekten Überprüfung nach ISO 4545-2 unterzogen werden.

Für die Prüfung ist nur die kalibrierte Oberfläche der Härtevergleichsplatte zu verwenden.

Auf einer Härtevergleichsplatte, kalibriert nach ISO 4545-3, sind mit der Skala und dem Härtewert, mit dem die Maschine annähernd eingesetzt wird, mindestens zwei Prüfeindrücke zu erzeugen. Die Eindrücke müssen gleichmäßig über die Oberfläche der zertifizierten Prüfplatte verteilt sein. Die Maschine gilt als zufriedenstellend, wenn die systematische Abweichung, $b_{\text{rel}}$, in Prozent für jeden abgelesenen Wert die in Tabelle A.1 angegebenen Grenzen nicht überschreitet.

Die systematische Abweichung, $b_{\text{rel}}$, in Prozent wird durch folgende Gleichung berechnet:

$$b_{\text{rel}} = 100 \cdot \frac{H - H_{\text{CRM}}}{H_{\text{CRM}}} \qquad \text{(A.1)}$$

Dabei ist

$H$ der dem abgelesenen Härtewert entsprechende Härtewert;

$H_{\text{CRM}}$ die zertifizierte Härte der verwendeten Härtevergleichsplatte.

Die größte systematische prozentuale Abweichung, $b_{\text{rel}}$, darf die in Tabelle A.1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Wenn die Prüfmaschine diese Prüfung nicht besteht, ist zu überprüfen, ob der Eindringkörper, der Probenhalter und die Maschine in betriebstüchtigem Zustand sind, und die Überprüfung ist zu wiederholen. Besteht die Maschine die tägliche Überprüfung weiterhin nicht, muss eine indirekte Überprüfung nach ISO 4545-2 durchgeführt werden. Ein Protokoll der Ergebnisse der täglichen Überprüfung sollte über einen längeren Zeitabschnitt aufbewahrt werden, um die Vergleichpräzision bestimmen und Drift der Prüfmaschine überwachen zu können.

Documents
Document Sharing Hub



Full document details: E DIN EN ISO 4545-1:2015-05