

Prüfung metallischer Werkstoffe
Universalhärteprüfung
 Teil 1: Prüfverfahren

DIN
50359-1

ICS 77.040.10

Deskriptoren: Metallwerkstoff, Härteprüfung, Prüfverfahren, Materialprüfung

Testing of metallic materials —
 Universal hardness test —
 Part 1: Test method
 Essais des matériaux métalliques —
 Essai de dureté universel —
 Partie 1: Méthode d'essai

Inhalt**Contents**

	Seite		Page
Vorwort	1	Foreword	1
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	2
2 Normative Verweisungen	2	2 Normative references	2
3 Definitionen und Symbole	3	3 Symbols and designations	3
4 Prinzip	4	4 Principle	4
5 Prüfmaschine	6	5 Testing machine	6
6 Probe	6	6 Test piece	6
7 Durchführung	6	7 Procedure	6
8 Meßunsicherheit	8	8 Uncertainty of the results	8
9 Prüfbericht	8	9 Test report	8
Anhang A (normativ) Einfluß der Probenrauheit auf die Meßunsicherheit	9	Annex A (normative) Influence of the test piece roughness on the uncertainty of the results	9
Anhang B (informativ) Weitere aus der Kraft- Eindringtiefe-Kurve ermittelte Parameter	10	Annex B (informative) Parameters determined from the force-indentation depth-curve	10
Anhang C (informativ) Literaturhinweise	15	Annex C (informative) Bibliography	15

Vorwort

Die Härte ist definiert als der Widerstand eines Körpers gegen das Eindringen eines anderen härteren Körpers. Bei den für metallische Werkstoffe angewandten Verfahren der Härteprüfung wie Brinell, Vickers und Rockwell wird diese Definition nicht vollständig erfüllt, da erst nach Rücknahme der Wirkung der Prüfkraft die jeweils für die Ermittlung der Härte relevanten Meßwerte bestimmt werden. Bei der Universalhärteprüfung, die auch als registrierende Härteprüfung unter Prüfkrafteinwirkung bezeichnet wurde, wird dieser Wert unter Prüfkraft bestimmt. Das Verfahren wurde in den letzten 20 Jahren zur Anwendungsreife entwickelt, weil in dieser Zeit die Technik der Kraftaufbringung, Tiefenmessung und Datenregistrierung den hohen Anforderungen gerecht wurden. Ein Vorteil dieses Verfahrens gegenüber denen mit optischer Auswertung des Eindrucks ist die Messung der Eindringtiefe, die vollautomatisch ausgeführt werden kann. Im Vergleich zur visuellen Auswertung entfällt somit der subjektive Einfluß auf die Auswertung der Eindrücke.

Foreword

Hardness is defined as the resistance of a solid material against the penetration of another harder material. This definition is not completely fulfilled for the usual hardness test methods for metallic materials as Brinell, Vickers and Rockwell, because the relevant measuring values for the calculation of the hardness were measured after removal of the test force.

For the Universal hardness testing, formerly also denoted as registered hardness testing, these values are determined under the applied test force. This method was developed in the last 20 years to a technical applicability because the technic of increasing the test force, the depth measurement and the data registration reach the necessary high level.

An advantage of this method, compared to the methods with optical evaluation of the indentation is the fully automatic measurement of the indentation depth. In comparison to the visual evaluation the subjective influence is omitted.

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Ein wesentlicher Vorteil der Universalhärteprüfung ist das Registrieren der Wertepaare Kraft/Eindringtiefe und die Gewinnung weiterer Informationen neben dem Härtewert, insbesondere Anteile von plastischer und elastischer Verformung, siehe Anhang B.

Die Norm wurde vom Arbeitsausschuß NMP 141 "Härteprüfung für Metalle" erarbeitet. Die Norm DIN 50359, "Prüfung metallischer Werkstoffe — Universalhärteprüfung", besteht aus:

- Teil 1: Prüfverfahren
- Teil 2: Prüfung der Prüfmaschine (z. Z. Entwurf)
- Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten (z. Z. Entwurf)

1 Anwendungsbereich

In dieser Norm ist das Verfahren der Universalhärteprüfung festgelegt.

Es werden zwei Bereiche unterschieden (siehe Bild 1):

- Makrobereich: $2\text{ N} \leq F \leq 1\,000\text{ N}$
- Mikrobereich: $2\text{ N} > F$ und $h > 0,000\,2\text{ mm}$

Der Mikrobereich und Makrobereich unterscheiden sich durch die die Eindringtiefen bewirkenden Prüfkraft. Die Universalmikrohärteprüfung ist in dieser Norm nur für Eindringtiefen größer 0,000 2 mm festgelegt.

Es ist zu beachten, daß der Mikrobereich nach oben durch die Prüfkraft (2 N) und nach unten durch eine Eindringtiefe von 0,000 2 mm festgelegt ist (siehe Bild 1).

ANMERKUNG: Das Prüfverfahren eignet sich auch zur Prüfung dünner metallischer und nicht-metallischer Schichten und von Nichtmetallen. Dafür sind die in den entsprechenden Normen enthaltenen Festlegungen zu beachten (siehe auch 6.3).

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- E DIN 50359-2
Prüfung metallischer Werkstoffe — Universalhärteprüfung — Teil 2: Prüfung der Prüfmaschine
- E DIN 50359-3
Prüfung metallischer Werkstoffe — Universalhärteprüfung — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten
- ISO 468
Surface roughness — Parameters, their values and general rules for specifying requirements

3 Definitionen und Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen und Symbole:

3.1 Definitionen

3.1.1 Universalhärte *HU*

Die Universalhärte ist der Quotient aus der Prüfkraft *F* und der aus der Eindringtiefe *h* berechneten Fläche *A* (*h*) unter wirkender Prüfkraft (siehe Tabelle 1).

An essential advantage is the registration of the force/indentation depth values and the benefit of further information in addition of the hardness value, especially the parts of plastic and elastic deformation, see Annex B.

This standard was prepared by the committee NMP 141 "Hardness testing of metals". The standard DIN 50359 "Testing of metallic materials — Universal hardness test" comprises:

- Part 1: Test method
- Part 2: Verification of testing machines (draft at present)
- Part 3: Calibration of reference blocks (draft at present)

1 Scope

This standard specifies the method of Universal hardness test for the following two ranges (see figure 1):

- Macro range: $2\text{ N} \leq F \leq 1\,000\text{ N}$
- Micro range: $2\text{ N} > F$ und $h > 0,000\,2\text{ mm}$

The macro and micro range are distinguished by the test forces in relation to the indentation depth. The Universal hardness test is specified in this standard for indentation depth greater than 0,000 2 mm.

Attention is drawn to the fact that the micro range has an upper limit given by the test force (2N) and a lower limit given by the indentation depth of 0,000 2 mm (see figure 1).

NOTE: This test method is also applicable to testing of thin metallic and nonmetallic coatings and nonmetallic materials. In this case the specifications in the relevant standards should be taken into account (see also 6.3).

2 Normative References

This standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate place in the text and the publications listed hereafter. For dated references, subsequent amendments or revisions of any of these publications apply to this standard only when incorporated into it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

- E DIN 50359-2
Testing of metallic materials — Universal hardness test — Part 2: Verification of the testing machines
- E DIN 50359-3
Testing of metallic materials — Universal hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks
- ISO 468
Surface roughness — Parameters, their values and general rules for specifying requirements

3 Definitions and symbols

For the purpose of this Standard the following definition and designations shall apply:

3.1 Definition

3.1.1 Universal hardness *HU*

The Universal hardness is defined as the test force *F* divided by the apparent area of the indentation *A* (*h*) (see table 1) under applied test force.

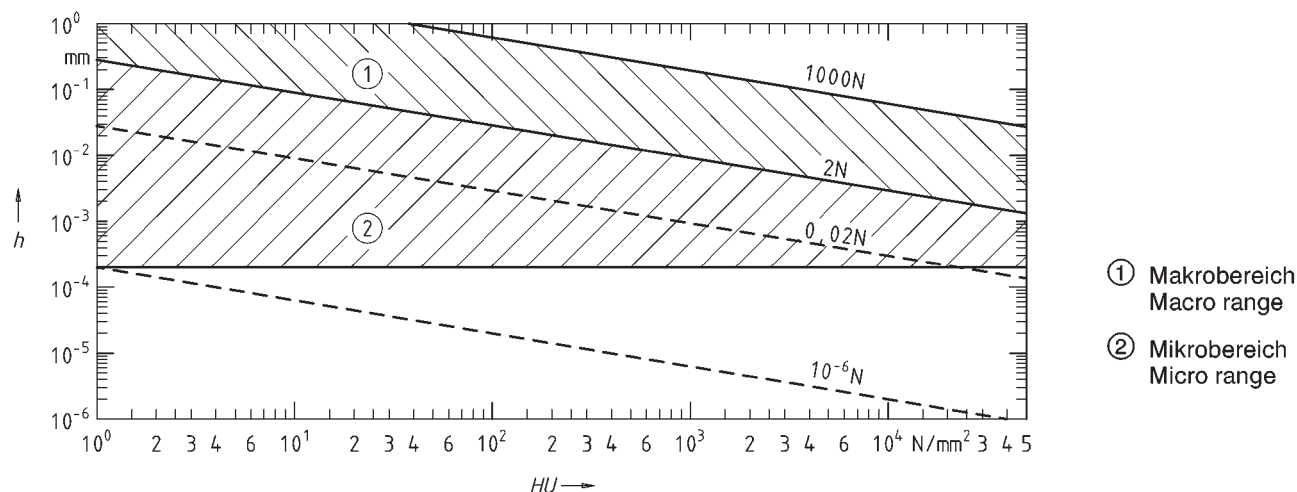


Bild 1: Zusammenhang zwischen Universalhärte, Eindringtiefe und Prüfkraft
Figure 1: Correlation between Universal hardness, indentation depth and test force

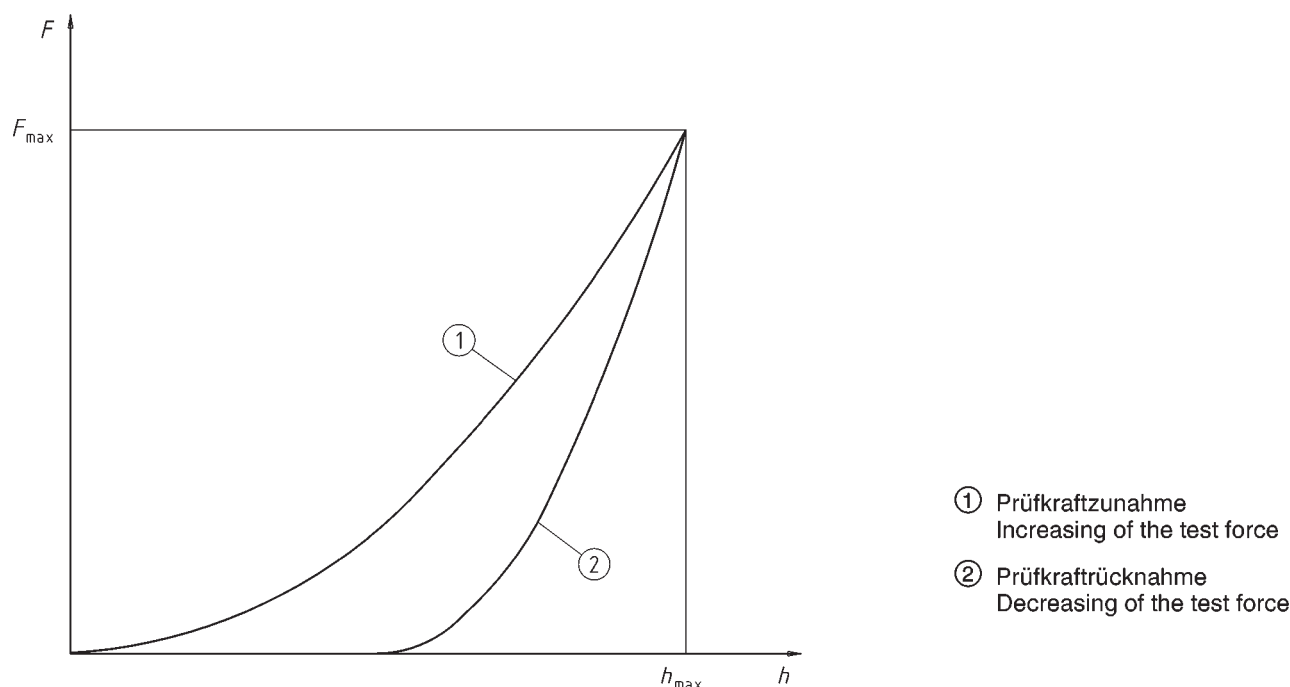


Bild 2: Schematische Darstellung des Prüfvorgangs
Figure 2: Test procedure, schematically

3.2 Symbole

Die Angabe der Universalhärte erfolgt durch das Symbol *HU*. Nach dem Symbol werden die Prüfbedingungen in folgender Reihenfolge angegeben:

- eine Zahl, die die Prüfkraft in N angibt,
- nach einem Schrägstrich die Zeit für das Aufbringen der Prüfkraft in s, falls diese von der in 7.5 festgelegten Zeit abweicht,
- nach einem Schrägstrich die Anzahl der Stufen bis zum Erreichen der Maximalkraft, falls die Prüfkraft nicht kontinuierlich aufgebracht wird,
- anschließend folgt nach einem Gleichheitszeichen der Härtewert.

3.2 Symbols

The Universal hardness is denoted by the symbol *HU*, followed by the test condition in the following order:

- a number representing the test force in N,
- the time for the application of the test force in s, if different from the time specified in 7.5,
- a number representing the steps until the maximum test force is reached, if the test force is not applied continuously,
- after equal sign the hardness value.

BEISPIEL:

$HU\ 0,5 = 8\ 700\ \text{N/mm}^2$

Universalhärte $8\ 700\ \text{N/mm}^2$, bestimmt mit einer Prüfkraft von $0,5\ \text{N}$, die in der in 7.5 festgelegten Zeit kontinuierlich aufgebracht wurde.

$HU\ 0,5/20/3 = 8\ 700\ \text{N/mm}^2$

Universalhärte $8\ 700\ \text{N/mm}^2$, bestimmt mit einer Prüfkraft von $0,5\ \text{N}$, die innerhalb von $20\ \text{s}$ in drei Stufen aufgebracht wurde.

EXAMPLES:

$HU\ 0,5 = 8\ 700\ \text{N/mm}^2$

Universal hardness $8\ 700\ \text{N/mm}^2$, determined with a test force of $0,5\ \text{N}$, applied continuously, in the time, specified in 7.5

$HU\ 0,5/20/3 = 8\ 700\ \text{N/mm}^2$

Universal hardness $8\ 700\ \text{N/mm}^2$, determined with a test force of $0,5\ \text{N}$, applied during $20\ \text{s}$ in three steps.

4 Prinzip

Ein Eindringkörper aus Diamant mit einer geraden Pyramide mit quadratischer Grundfläche und mit einem Winkel $\alpha = 136^\circ$ zwischen gegenüberliegenden Flächen (Vickerspyramide) wird in die Oberfläche einer Probe eingedrückt (siehe Bild 3). Der Prüfvorgang wird kraft- oder eindringtiefe gesteuert durchgeführt (siehe Bilder 4 und 5). Während des Prüfvorganges werden die Prüfkraft F und die Eindringtiefe h sowohl bei Prüfkraftzunahme als auch -rücknahme gemessen. Das Ergebnis des Prüfvorganges ist der in Bild 2 dargestellte Zusammenhang zwischen Prüfkraft und dazugehöriger Eindringtiefe.

4 Principle

Forcing a diamond indenter in the form of a right pyramid with a square base and with an angle $\alpha = 136^\circ$ between the opposite faces at the vertex (Vickerspyramid) into the surface of a test piece (see figure 3). The test procedure is carried out force or indentation depth controlled (see figures 4 and 5). The test force F and the indentation depth h are measured during the test procedure during increasing as well as and decreasing test force. The result of the test is the relation between test force and the relevant indentation depth in figure 2.

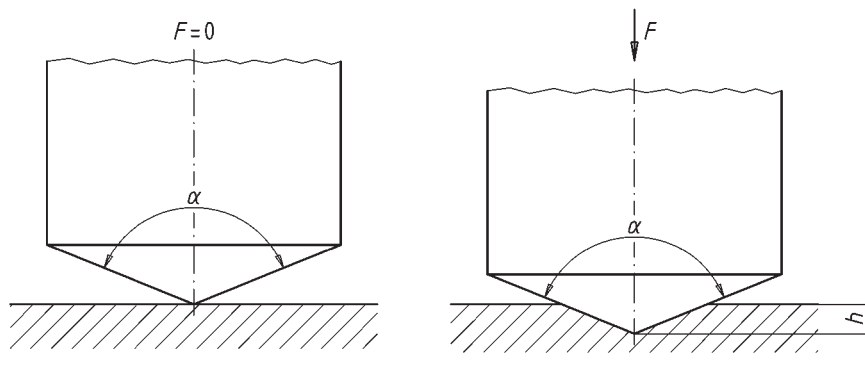
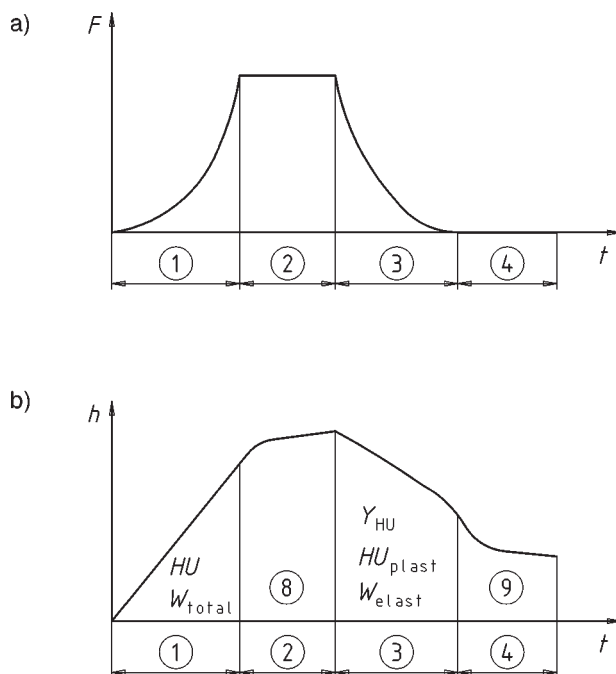


Bild 3: Prinzip der Universalhärteprüfung
Figure 3: Principle of the Universal hardness test

Tabelle 1: Symbole und Benennungen
Tabelle 1: Symbols and designation

Symbol	Benennung Designation	Einheit Unit
α	Winkel zwischen gegenüberliegenden Flächen des pyramidenförmigen Eindringkörpers (136°) Angle between the opposite faces at the vertex of the pyramidal indenter (136°)	$^\circ$
F	Prüfkraft Test force	N
h	Eindringtiefe bei wirkender Prüfkraft Indentation depth under the applied test force	mm
HU	Universalhärte Universal hardness $HU = \frac{F}{A(h)} = \frac{F}{26,43 \cdot h^2} \quad (1)$ $A(h) = \frac{4 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot h^2 \quad (2)$	N/mm^2



- ① Prüfkraftzunahme
 - ② Maximale Prüfkraft
 - ③ Prüfkraftrücknahme
 - ④ Prüfkraft = 0 N
 - ⑤ Eindringtiefezunahme
 - ⑥ Maximale Eindringtiefe
 - ⑦ Eindringtiefenrücknahme
 - ⑧ Kriechen bei maximaler Prüfkraft
 - ⑨ Kriechen bei Prüfkraft = 0 N
 - ⑩ Relaxation bei maximaler Eindringtiefe
- Erläuterung der Symbole siehe B.2, B.3 und B.4

Bild 4: Schematische Darstellung des prüfkraftgesteuerten Eindringvorgangs in Abhängigkeit von der Zeit

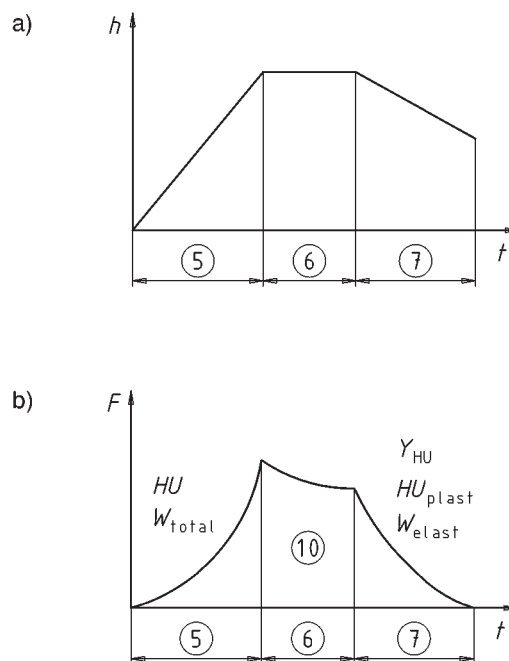
Figure 4: Schematic representation of the test force controlled test procedure in dependence on time

Bei prüfkraftgesteuertem Prüfvorgang kann die Prüfkraft über eine Zeitspanne konstant gehalten werden und die bei konstanter Prüfkraft veränderliche Eindringtiefe in Abhängigkeit von der Haltezeit der Prüfkraft gemessen werden (siehe Bild 4).

Bei eindringtiefe gesteuertem Prüfvorgang kann die Eindringtiefe über eine Zeitspanne konstant gehalten werden und die bei konstanter Eindringtiefe veränderliche Prüfkraft in Abhängigkeit von der Haltezeit der Eindringtiefe gemessen werden (siehe Bild 5).

Die beiden vorgenannten Arten der Steuerung unterscheiden sich im wesentlichen im zweiten Kurvenbereich in den Bildern 4 und 5.

Die Universalhärte kann aus jedem der Kraft-Eindringtiefe-Wertepaare, aber nur während der Kraftzunahme bestimmt werden (siehe 7.5).



- ① Increasing of the test force
 - ② Maximum test force
 - ③ Removal of the test force
 - ④ Test force = 0 N
 - ⑤ Increasing of the indentation depth
 - ⑥ Maximum indentation depth
 - ⑦ Decreasing of the indentation depth
 - ⑧ Creep under maximum test force
 - ⑨ Creep, test force = 0 N
 - ⑩ Relaxation under maximum indentation depth
- Explanation of the symbols, see B.2, B.3 und B.4

Bild 5: Schematische Darstellung des eindringtiefe gesteuerten Eindringvorgangs in Abhängigkeit von der Zeit

Figure 5: Schematic representation of the indentation controlled test procedure in dependence on time

During the test force controlled method the test force can be kept constant over a specified period and the change of the indentation depth is measured in dependence of the holding time of the test force (see figure 4).

During the indentation depth controlled method the indentation depth can be kept constant over a specified period and the change of the test force is measured in dependence of the holding time of the indentation depth (see figure 5).

The two kinds of controlling mentioned above differ essentially in the second part of the curves in the figures 4 and 5.

The Universal hardness is determined from every value-pair of the force-indentation depth-curve, but only during the increasing of the test force (see 7.5).