

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | <p>Metallische Werkstoffe<br/>Instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte<br/>und anderer Werkstoffparameter<br/>Teil 1: Prüfverfahren (ISO 14577-1:2002)<br/>Deutsche Fassung EN ISO 14577-1:2002</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>DIN</b><br/>EN ISO 14577-1</p> |
| <p>ICS 77.040.10</p> | <p>Ersatz für<br/>DIN 50359-1:1997-10</p> <p>Metallic materials — Instrumented indentation test<br/>for hardness and materials parameters —<br/>Part 1: Test method (ISO 14577-1:2002)<br/>German version EN ISO 14577-1:2002</p> <p>Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté<br/>pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux —<br/>Partie 1: Méthode d'essai (ISO 14577-1:2002);<br/>Version allemande EN ISO 14577-1:2002</p> <p><b>Die Europäische Norm EN ISO 14577-1:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.</b></p> <p><b>Nationales Vorwort</b></p> <p>Diese Norm wurde vom Internationalen Komitee ISO/TC 164/SC 3 „Härteprüfung für Metalle“, dessen Sekretariat vom Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN gehalten wird, erarbeitet.</p> <p>Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:</p> <p>ISO 14577-2      siehe DIN EN ISO 14577-2</p> <p><b>Änderungen</b></p> <p>Gegenüber DIN 50359-1:1997-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Titel geändert;</li><li>b) Gliederung geändert;</li><li>c) Zulassung verschiedener Eindringkörpergeometrien.</li></ul> <p><b>Frühere Ausgaben</b></p> <p>DIN 50359-1: 1997-10</p> <p style="text-align: right;">Fortsetzung Seite 2<br/>und 29 Seiten EN</p> <p style="text-align: center;">Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.</p> |                                      |

**Nationaler Anhang NA**  
(informativ)

**Literaturhinweise**

DIN EN ISO 14577-2, *Metallische Werkstoffe — Instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte und anderer Werkstoffparameter — Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Prüfmaschine; Deutsche Fassung EN ISO 14577-2:2002.*

**Deutsche Fassung**

Metallische Werkstoffe  
**Instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte und  
anderer Werkstoffparameter**  
Teil 1: Prüfverfahren (ISO 14577-1:2002)

Metallic materials —  
Instrumented indentation test for hardness and materials  
parameters —  
Part 1: Test method (ISO 14577-1:2002)

Matériaux métalliques —  
Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de  
la dureté et de paramètres des matériaux —  
Partie 1: Méthode d'essai (ISO 14577-1:2002)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. September 2002 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

## Inhalt

|                                                                                                                                               | Seite     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>Einleitung</b> .....                                                                                                                       | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                                                              | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                                                         | <b>4</b>  |
| <b>3 Formelzeichen und Bezeichnungen</b> .....                                                                                                | <b>5</b>  |
| <b>4 Prinzip</b> .....                                                                                                                        | <b>6</b>  |
| <b>5 Prüfmaschine</b> .....                                                                                                                   | <b>7</b>  |
| <b>6 Probe</b> .....                                                                                                                          | <b>7</b>  |
| <b>7 Durchführung</b> .....                                                                                                                   | <b>8</b>  |
| <b>8 Messunsicherheit</b> .....                                                                                                               | <b>10</b> |
| <b>9 Prüfbericht</b> .....                                                                                                                    | <b>11</b> |
| <b>Anhang A (normativ) Werkstoffparameter, bestimmt aus den Messwerten der Kraft/Eindringtiefe-Kurve</b> .....                                | <b>12</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Arten der Regelung des Eindringprozesses</b> .....                                                                   | <b>22</b> |
| <b>Anhang C (normativ) Nachgiebigkeit der Prüfmaschine und Flächenfunktion des Eindringkörpers</b> .....                                      | <b>23</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Hinweise für die Benutzung von Diamant-Eindringkörpern</b> .....                                                     | <b>25</b> |
| <b>Anhang E (normativ) Einfluss der Probenrauheit auf die Messunsicherheit</b> .....                                                          | <b>26</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Zusammenhang zwischen der Eindringhärte <math>H_{IT}</math> und der Vickershärte</b> .....                           | <b>27</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                                                                                | <b>28</b> |
| <b>Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen</b> ..... | <b>29</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument wurde vom ISO/TC 164/SC 3, „Hardness Testing“ erarbeitet und wurde vom ECISS/TC 1 „Mechanische und physikalische Prüfverfahren“ übernommen, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch die Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2003 zurückgezogen werden.

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

### Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 14577-1:2002 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

EN ISO 14577 mit dem Haupttitel *Metallische Werkstoffe — Instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte und anderer Werkstoffparameter* besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Prüfverfahren
- Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen
- Teil 3: Kalibrierung von Referenzproben

## Einleitung

Härte wurde üblicherweise definiert als der Widerstand eines Werkstoffes gegenüber dem Eindringen durch einen anderen härteren Werkstoff. Bei den Härteprüfverfahren nach Brinell, Vickers und Rockwell werden die jeweils für die Ermittlung der Härte relevanten Messwerte erst nach der Rücknahme der Prüfkraft bestimmt. Das bedeutet, dass der Einfluss der elastischen Verformung des Eindrucks nicht berücksichtigt wurde.

ISO 14577 wurde erstellt, damit der Anwender den Eindringvorgang in Werkstoffe erfassen kann, indem sowohl Kraft als auch Weg während der plastischen und elastischen Verformung gemessen wird. Bei der Auswertung des vollständigen Prüfzyklus, der Zu- und Rücknahme der Prüfkraft, können auch Härtewerte ermittelt werden, die traditionellen Härtewerten equivalent sind.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Prüfverfahrens ist, dass weitere Werkstoffeigenschaften, wie der Eindringmodul und elastisch-plastische Härte, bestimmt werden können. Diese Werte können ohne eine optische Ausmessung des Eindrucks ermittelt werden.

Die erhaltenen Messwerte können in vielfältiger Weise weiter verarbeitet werden.

## 1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von ISO 14577 ist das Verfahren für die instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte und anderer Werkstoffparameter für die drei in Tabelle 1 angegebenen Bereiche festgelegt.

**Tabelle 1 — Anwendungsbereich**

| Makrobereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Mikrobereich                                 | Nanobereich <sup>a</sup>        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| $2\text{ N} \leq F \leq 30\text{ kN}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $2\text{ N} > F; h > 0,2\text{ }\mu\text{m}$ | $h \leq 0,2\text{ }\mu\text{m}$ |
| <sup>a</sup> Für den Nanobereich hängt die mechanische Verformung sehr stark von der realen Geometrie der Eindringkörperspitze ab. Die berechneten Werkstoffparameter werden wesentlich beeinflusst durch die Flächenfunktion des in der Prüfmaschine verwendeten Eindringkörpers. Deshalb sollte eine sorgfältige Kalibrierung der Prüfmaschine und der Eindringkörpergeometrie durchgeführt werden, um eine akzeptable Reproduzierbarkeit zu erhalten, wenn Werkstoffparameter mit verschiedenen Prüfmaschinen ermittelt werden. |                                              |                                 |

Der Mikrobereich und der Makrobereich unterscheiden sich durch die die Eindringtiefe bewirkenden Prüfkräfte. Es ist zu beachten, dass der Mikrobereich nach oben durch die Prüfkraft (2 N) und nach unten durch eine Eindringtiefe von 0,2  $\mu\text{m}$  festgelegt ist. Für die Bestimmung der Härte und der anderen Werkstoffparameter siehe Anhang A.

Bei hohen Kontaktdrücken sind Beschädigungen des Eindringkörpers leicht möglich. Aus diesem Grunde werden häufig im Makro-Bereich Hartmetalleindringkörper verwendet. Für Proben mit sehr hoher Härte und Elastizitätsmodul sollte der Einfluss der Verformung des Eindringkörpers auf das Prüfergebnis berücksichtigt werden.

**ANMERKUNG** Dieses Prüfverfahren eignet sich auch zur Prüfung dünner, metallischer und nichtmetallischer Schichten und von Nichtmetallen. Dafür sind die in den entsprechenden Normen enthaltenen Festlegungen zu beachten (siehe auch 6.3).

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im Folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 468:1982, *Parameters, their values and general rules for specifying requirements*.

ISO 14577-2, *Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and materials parameters — Part 2: Verification and calibration of the testing machines*.

ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)<sup>1)</sup>.

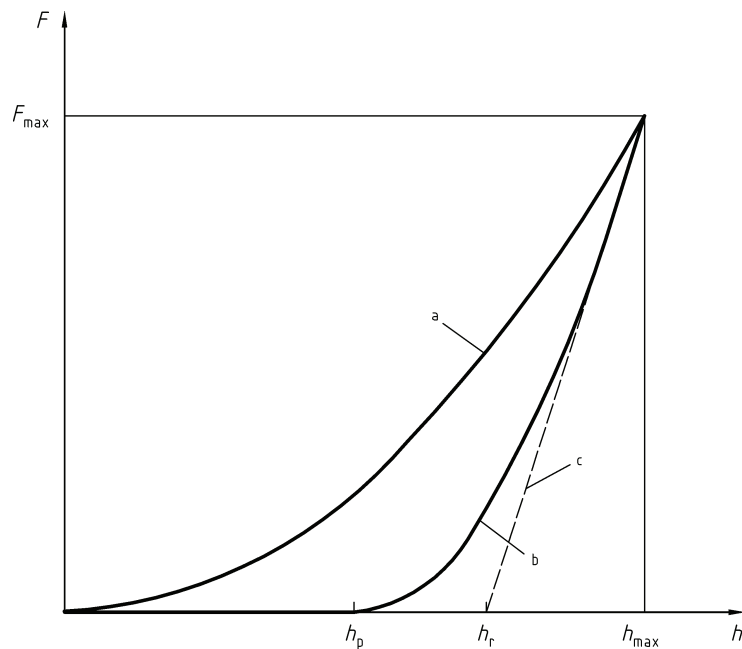
1) Veröffentlicht 1993, korrigiert und erneut veröffentlicht 1995

### 3 Formelzeichen und Bezeichnungen

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 14577 gelten die Formelzeichen und Bezeichnungen in Tabelle 2 (siehe auch Bild 1 und Tabelle 2).

**Tabelle 2 — Formelzeichen und Bezeichnungen**

| Formelzeichen                                                                                       | Bezeichnung                                                                                             | Einheit           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $A_p(h_c)$                                                                                          | Projizierte Kontaktfläche des Eindringkörpers bis zum Abstand $h_c$ von der Spitze                      | mm <sup>2</sup>   |
| $A_s(h)$                                                                                            | Oberfläche des Eindringkörpers bis zum Abstand $h$ von der Spitze                                       | mm <sup>2</sup>   |
| $C_{IT}$                                                                                            | Eindringkriechen (Relative Eindringtiefenänderung)                                                      | %                 |
| $E_{IT}$                                                                                            | Elastischer Eindringmodul                                                                               | N/mm <sup>2</sup> |
| $F$                                                                                                 | Prüfkraft                                                                                               | N                 |
| $F_{max}$                                                                                           | Maximale Prüfkraft                                                                                      | N                 |
| $h$                                                                                                 | Eindringtiefe bei wirkender Prüfkraft                                                                   | mm                |
| $h_c$                                                                                               | Tiefe des Kontaktes des Eindringkörpers mit der Probe bei $F_{max}$                                     | mm                |
| $h_{max}$                                                                                           | Maximale Eindringtiefe bei $F_{max}$                                                                    | mm                |
| $h_p$                                                                                               | Bleibende Eindringtiefe nach Rücknahme der Prüfkraft                                                    | mm                |
| $h_r$                                                                                               | Schnittpunkt der Tangente c an die Kurve b bei $F_{max}$ mit der Achse der Eindringtiefe (siehe Bild 1) | mm                |
| $H_{IT}$                                                                                            | Eindringhärte                                                                                           | N/mm <sup>2</sup> |
| HM                                                                                                  | Martenshärte                                                                                            | N/mm <sup>2</sup> |
| HM <sub>s</sub>                                                                                     | Martenshärte, bestimmt aus der Steigung der Kraft/Eindringtiefe-Kurve                                   | N/mm <sup>2</sup> |
| $r$                                                                                                 | Radius des kugligen Eindringkörpers                                                                     | mm                |
| $R_{IT}$                                                                                            | Eindringrelaxation (Relative Prüfkraftänderung)                                                         | %                 |
| $W_{elast}$                                                                                         | Elastische Rückverformungsarbeit                                                                        | Nm                |
| $W_{total}$                                                                                         | Aufgewendete mechanische Arbeit                                                                         | Nm                |
| $\alpha$                                                                                            | Winkel, spezifisch für die Form jedes Pyramideneindringkörpers                                          | °                 |
| $\eta_{IT}$                                                                                         | Elastischer Anteil der Eindringarbeit $W_{elast}/W_{total}$                                             | %                 |
| ANMERKUNG 1 Zur Vermeidung langer Zahlenangaben ist es erlaubt, abgeleitete Einheiten zu verwenden. |                                                                                                         |                   |
| ANMERKUNG 2 1 N/mm <sup>2</sup> = 1 MPA.                                                            |                                                                                                         |                   |



#### Legende

- a Prüfkraftaufbringung
- b Prüfkraftrücknahme
- c Tangente an die Kurve b bei  $F_{\max}$

**Bild 1 — Darstellung des Prüfvorganges**

## 4 Prinzip

Die kontinuierliche Aufzeichnung der wirkenden Kraft und der sich ergebenden Eindringtiefe ermöglicht die Bestimmung der Härte und anderer Werkstoffparameter (siehe Bild 1 und Bild 2). Als Eindringkörper, der aus einem härteren Werkstoff als der zu prüfende Werkstoff besteht, können folgende Formen und Werkstoffe verwendet werden:

- a) Eindringkörper aus Diamant mit einer geraden Pyramide mit quadratischer Grundfläche und mit einem Winkel  $\alpha = 136^\circ$  zwischen den gegenüberliegenden Flächen (Vickers-Pyramide, siehe Bild A.1);
- b) Diamantpyramide mit dreieckiger Grundfläche (z. B. Berkovich-Pyramide, siehe Bild A.1);
- c) Hartmetallkugel (insbesondere für die Bestimmung des elastischen Werkstoffverhaltens);
- d) kugliger Diamanteindringkörper.

Diese Norm schließt nicht die Verwendung anderer Eindringkörpergeometrien aus. Ergebnisse, die mit solchen Eindringkörpern erhalten werden, sollten entsprechend interpretiert werden. Andere Werkstoffe, wie Saphir, dürfen auch verwendet werden.

**ANMERKUNG** Kuglige Diamanteindringkörper sind wegen der Kristallstruktur des Diamanten üblicherweise Vielflächner und haben keine ideale kugelige Form.

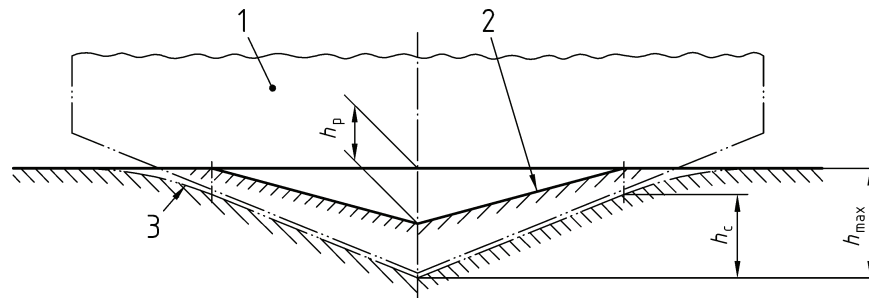
Der Prüfvorgang kann entweder kraft- oder eindringtiefengeregelt durchgeführt werden. Die Prüfkraft  $F$ , die entsprechende Eindringtiefe  $h$  und die Zeit werden während des gesamten Prüfzyklus aufgezeichnet. Das Ergebnis der Prüfung sind Messwertpaare der Prüfkraft und der entsprechenden Eindringtiefe als Funktion der Zeit (siehe Bild 1 und Anhang B).

Für eine reproduzierbare Bestimmung der Kraft und der entsprechenden Eindringtiefe muss der Nullpunkt für die Kraft/Eindringtiefenmessung vor jedem Prüfzyklus bestimmt werden (siehe 7.3).

Zeitabhängige Effekte können wie folgt gemessen werden:

- a) Beim kraftgeregelten Verfahren wird die Prüfkraft über eine festgelegte Zeitspanne konstant gehalten und die bei konstanter Prüfkraft veränderliche Eindringtiefe in Abhängigkeit von der Haltezeit der Prüfkraft gemessen (siehe Bilder A.3 und B.1).
- b) Beim eindringtiefengeregelten Verfahren wird die Eindringtiefe über eine festgelegte Zeitspanne konstant gehalten und die bei konstanter Eindringtiefe veränderliche Prüfkraft in Abhängigkeit von der Haltezeit der Eindringtiefe gemessen (siehe Bilder A.4 und B.2).

Die beiden vorgenannten Arten der Regelung unterscheiden sich im Wesentlichen im Kurvenbereich b in den Bildern B.1a und B.2b.



#### Legende

- 1 Eindringkörper
- 2 Oberfläche des verbleibenden plastischen Eindrucks in der Probe
- 3 Oberfläche des Eindrucks bei maximaler Eindringtiefe und Prüfkraft

**Bild 2 — Prinzip der instrumentierten Eindringprüfung (schematisch)**

## 5 Prüfmaschine

**5.1** Die Prüfmaschine muss die vorgegebenen Prüfkraft des Anwendungsbereiches aufbringen können und die Anforderungen nach ISO 14577-2 erfüllen.

**5.2** Die Prüfmaschine muss eine kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der wirkenden Prüfkraft, Eindringtiefe und Zeit während des gesamten Prüfzyklus ermöglichen.

**5.3** Die Prüfmaschine muss die Möglichkeit besitzen, die Maschinennachgiebigkeit und die Eindringkörpergeometrie in geeigneter Weise zu korrigieren (siehe Anhang C und 4.5 und 4.6 von ISO 14577-2:2002).

**5.4** Die Eindringkörper für die Prüfmaschine können verschiedene Geometrien aufweisen, die in ISO 14577-2 festgelegt sind (Weitere Informationen zu Diamanteindringkörpern, siehe Anhang D).

**5.5** Die Prüfmaschine muss in dem Temperaturbereich kalibriert werden, in dem sie üblicherweise arbeitet. Die Prüfmaschine muss in dem in 7.1 festgelegten zulässigen Temperaturbereich arbeiten, und ihre Kalibrierung muss innerhalb der in 4.4.3 von ISO 14577-2:2002 festgelegten Grenzen in dem vorgesehenen Einsatztemperaturbereich erfolgen.

## 6 Probe

**6.1** Die Prüfung wird an einem Bereich der Oberfläche durchgeführt, der die Ermittlung der Kraft/Eindringtiefe-Kurve für den vorgesehenen Eindringtiefenbereich mit der erforderlichen Messunsicherheit gestattet.

Die Kontaktfläche muss frei von Flüssigkeit und Schmierstoffen sein, ausgenommen, es ist für die Prüfung erforderlich. Das muss im Prüfbericht genau beschrieben werden. Es muss sichergestellt sein, dass Fremdkörper (Staubteilchen) nicht in die Kontaktfläche einbezogen werden. Hinweise zum Einfluss der Probenrauheit auf die Messunsicherheit siehe Anhang E.

Die Oberflächenendbearbeitung hat einen signifikanten Einfluss auf die Prüfergebnisse.

Die Prüfflächen sollten senkrecht zur Wirkungslinie der Prüfkraft sein.

Abweichungen von der Senkrechten sollten daher in die Unsicherheitsberechnung einbezogen werden. Typische Abweichungen sind kleiner als 1°.

**6.2** Die Vorbereitung der Prüffläche muss so durchgeführt werden, dass Härteänderungen an der Oberfläche (z. B. durch Erwärmung oder Kaltverformung) so gering wie möglich bleiben.

Wegen der geringen Eindringtiefen im Mikro- und Nanobereich müssen besondere Vorkehrungen bei der Probenvorbereitung getroffen werden. Es sollte ein Polierverfahren angewendet werden, das den Werkstoffeigenschaften angepasst ist (z. B. Elektropolierverfahren).

**6.3** Die Probendicke muss groß genug sein (oder die Eindringtiefe klein genug), so dass die Prüfergebnisse durch die Probenaufgabe nicht beeinflusst werden. Die Probendicke sollte mindestens das Zehnfache der Eindringtiefe oder das Dreifache des Eindruckdurchmessers betragen (siehe 7.7). Der größere Wert gilt.

Bei der Prüfung von Beschichtungen sollte die Schichtdicke als Probendicke betrachtet werden.

**ANMERKUNG** Diese Werte beruhen auf experimentellen Erfahrungen. Die exakten Werte für den Einfluss der Probenaufgabe sind abhängig von der Geometrie des Eindringkörpers und den Werkstoffeigenschaften der Probe und der Auflage.

## 7 Durchführung

**7.1** Die Prüftemperatur muss aufgezeichnet werden. Typische Prüfungen werden im Bereich der Raumtemperatur zwischen 10 °C und 35 °C durchgeführt.

Die Temperaturstabilität während eines Prüfzyklus ist wichtiger als die mittlere Temperatur über dem Prüfzyklus.

Jede verwendete Kalibrierkorrektur muss gemeinsam mit der zusätzlichen Kalibrierunsicherheit aufgezeichnet werden. Es wird empfohlen, dass Prüfungen insbesondere im Nano- und Mikrobereich unter erhöhten Anforderungen in einen Temperaturbereich von  $(23 \pm 5)$  °C und weniger als 50 % relative Luftfeuchte durchgeführt werden.

Der einzelne Prüfzyklus jedoch muss wegen der großen Empfindlichkeit des Eindringtiefenmesssystems bei stabilen Temperaturbedingungen durchgeführt werden. Das bedeutet, dass:

- die Probe die Umgebungstemperatur vor dem Beginn des Prüfzyklus erreicht haben muss;
- die Prüfmaschine eine stabile Arbeitstemperatur erreicht haben muss (siehe Bedienungsanleitung des Herstellers);
- andere äußere Einflüsse, die Temperaturänderungen während eines einzelnen Prüfvorganges hervorrufen können, kontrolliert werden müssen.

Um die thermisch induzierte Drift der Eindringtiefe so gering wie möglich zu halten, muss die Temperatur der Prüfmaschine möglichst konstant gehalten werden über die Dauer eines Prüfzyklus oder die Wegdrift muss gemessen und in einer Korrektur angewandt werden (siehe 7.5 dieser Norm und 4.4.3 von ISO 14577-2:2002). Die Unsicherheit in der Drift oder der Driftkorrektur muss aufgezeichnet werden.

**7.2** Die Probe muss so fest auf der Aufnahmevorrichtung liegen, dass kein signifikanter Anstieg in der Prüfmaschinennachgiebigkeit auftritt. Die Probe muss entweder auf einer starren Aufnahmevorrichtung in Richtung des Eindrucks oder in einem geeigneten Probenhalter befestigt werden. Die Kontaktflächen zwischen Probe, Aufnahmevorrichtung und Probenhalter müssen frei von fremden Stoffen sein, die die Nachgiebigkeit der Aufnahmevorrichtung vergrößern können.

**7.3** Der Nullpunkt für die Messung der Kraft/Eindringtiefe-Kurve muss für jeden einzelnen Prüfzyklus ermittelt werden. Er repräsentiert die erste Berührung des Eindringkörpers mit der Probenoberfläche.