

DIN EN ISO 6508-2



ICS 77.040.10

Einsprüche bis 2023-01-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 6508-2:2015-06

Entwurf

**Metallische Werkstoffe –
Härteprüfung nach Rockwell –
Teil 2: Überprüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen und
Eindringkörper (ISO/DIS 6508-2:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 6508-2:2022**

Metallic materials –
Rockwell hardness test –
Part 2: Verification and calibration of testing machines and indenters
(ISO/DIS 6508-2:2022);
German and English version prEN ISO 6508-2:2022

Matériaux métalliques –
Essai de dureté Rockwell –
Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai et des pénétrateurs
(ISO/DIS 6508-2:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 6508-2:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-11-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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 oder Am DIN-Platz, 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 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 6508-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459 „ECISS – Europäisches Komitee für Eisen- und Stahlnormung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium 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 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 376	siehe	DIN EN ISO 376
ISO 6507-1	siehe	DIN EN ISO 6507-1
ISO 6508-1	siehe	DIN EN ISO 6508-1
ISO 6508-3	siehe	DIN EN ISO 6508-3
ISO/IEC 17011	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6508-2:2015-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung von Abschnitt 4 zur direkten Überprüfung der Prüfmaschine;
- b) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Empfehlungen zur Überprüfung und zur Ausführung von Prüfmaschine und Eindringstempel

NA.1 Ausführung von Prüfmaschine und Eindringstempel

Die in Bild NA.1 angegebenen Maße für die Ausladung und Einbauhöhe der Prüfmaschine und in Bild NA.2 dargestellte empfohlene Ausführung des Eindringstempels waren früher in DIN 51225-1:1995-01 festgelegt und sind in dieser Norm nicht mehr enthalten.

Der Arbeitsausschuss NA 062-01-41 AA „Härteprüfung für Metalle“ empfiehlt, diese Maße bei der Konstruktion von Härteprüfmaschinen zu berücksichtigen, da sonst der für die direkte Überprüfung von Härteprüfmaschinen erforderliche Einbau von Kraftmessgeräten nicht sichergestellt ist.

NA.2 Hinweise zur Überprüfung des Eindringstempels

Eindringstempel sollten in einem akkreditierten Kalibrierlaboratorium auf die normgerechte Gesamtbeschaffenheit überprüft werden. Das dazugehörige Prüfzeichen sollte auf dem Halter angebracht werden.

Bei den Härteprüfmaschinen sollte am Aufstellungsort geprüft werden, ob für den verwendeten Eindringkörper ein Nachweis über die normgerechte Eindringkörpergeometrie vorliegt. Außerdem ist durch Sichtprüfung mit einer Lupe von mindestens zehnfacher Vergrößerung zu kontrollieren, ob die Oberfläche des Eindringkörpers grobe Beschädigungen oder Beläge aufweist.

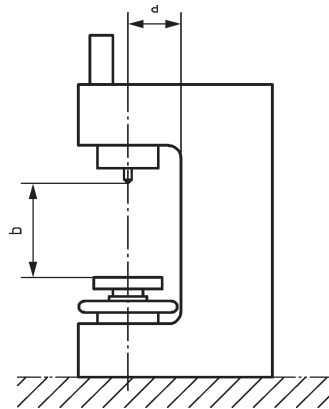
Da der Eindringkörper bei Benutzung Veränderungen erfahren kann, die nicht mit der Lupe erkennbar sind, jedoch die Messwerte erheblich beeinflussen, sollte er in Abständen, die zwei Jahre nicht überschreiten, ausgetauscht werden.

NA.3 Zeitabstände zwischen den Überprüfungen

Nach DIN 51220 sind seit 1959 für maßgebliche Untersuchungen nur Härteprüfmaschinen zugelassen, die normgerecht geprüft wurden. Die Überprüfung war bei Aufstellung und Umbau sowie mindestens im jährlichen Abstand durchzuführen und bestand aus einer direkten und einer indirekten Überprüfung. Die Notwendigkeit war aus der Erkenntnis abgeleitet, dass eine indirekte Überprüfung mittels Härtevergleichsplatten zur Bestimmung der Abweichung der Prüfmaschine dient und aus der direkten Überprüfung festgestellt werden kann, ob sich Abweichungen gegenseitig aufheben und insbesondere, ob Reibung im System der Kraftaufbringung der Härteprüfmaschine vorhanden ist.

Nach Abschnitt 7 dieser Norm braucht die vollständige direkte Überprüfung nicht mehr jährlich durchgeführt zu werden, wenn die in Tabelle 10 aufgeführten Teilprüfungen bestanden werden.

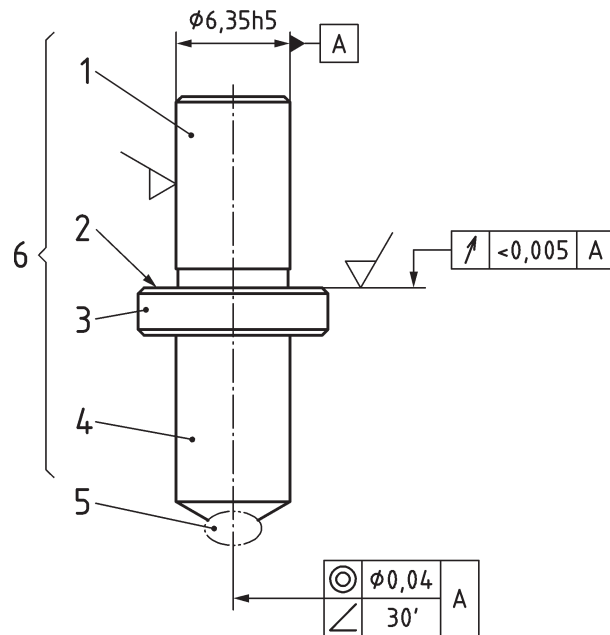
Aufgrund der langjährigen Erfahrungen der Prüfinstitutionen zur Überprüfung von Härteprüfmaschinen in Deutschland empfiehlt der NA 062-01-41 AA „Härteprüfung für Metalle“, die vollständige direkte Überprüfung auch weiterhin in Abständen von einem Jahr durchzuführen, um damit eine höhere Sicherheit für die Richtigkeit der Härtewerte zu erreichen, damit die auf verschiedenen Maschinen nach dem gleichen Verfahren und nach den gleichen Prüfbedingungen ermittelten Härtewerte auch weiterhin in gewohntem Maße vergleichbar bleiben.



Ausladung ≥ 120 mm
Einbauhöhe ≥ 200 mm

Bild NA.1 — Maße für die Ausladung und Einbauhöhe

$$\sqrt{\text{ }} = \sqrt{\text{Ra } 0,8} \text{ bzw. } \sqrt{\text{Rz } 6,3}$$



Legende

- | | |
|------------------|--------------------------------|
| 1 Zapfen | 4 Schaft |
| 2 Schulterfläche | 5 Eindringkörper (schematisch) |
| 3 Schulter | 6 Halter |

Bild NA.2 — Empfohlene Ausführung eines Eindringstempels

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN 51220, Werkstoffprüfmaschinen — Allgemeines zu Anforderungen an Werkstoffprüfmaschinen und zu deren Kalibrierung und Überprüfung

DIN EN ISO 376, Metallische Werkstoffe — Kalibrierung der Kraftmessgeräte für die Prüfung von Prüfmaschinen mit einachsiger Beanspruchung

DIN EN ISO 6507-1, Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren

DIN EN ISO 6508-1, Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren

DIN EN ISO 6508-3, Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten

DIN EN ISO/IEC 17011, Konformitätsbewertung — Anforderungen an Akkreditierungsstellen, die Konformitätsbewertungsstellen akkreditieren

DIN EN ISO/IEC 17025, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 6508-2:2022-12

– Leerseite –

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Rockwell – Teil 2: Überprüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen und Eindringkörper (ISO/DIS 6508-2:2022)

Metallic materials – Rockwell hardness test – Part 2: Verification and calibration of testing machines and indenters (ISO/DIS 6508-2:2022)

Matériaux métalliques – Essai de dureté Rockwell – Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai et des pénétrateurs (ISO/DIS 6508-2:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Allgemeine Bedingungen	6
4 Direkte Überprüfung der Prüfmaschine	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Kalibrierung und Überprüfung der Prüfkraft	7
4.3 Kalibrierung und Überprüfung des Eindringtiefen-Messsystems	8
4.4 Kalibrierung und Überprüfung des Prüfzyklus	8
4.5 Kalibrierung und Überprüfung der Maschinenhysterese	9
5 Indirekte Überprüfung der Prüfmaschine	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Durchführung	9
5.3 Wiederholpräzision	10
5.4 Messabweichung	12
5.5 Messunsicherheit	12
6 Kalibrierung und Überprüfung von Rockwell-Härteeindringkörpern	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Diamanteindringkörper	12
6.2.1 Allgemeines	12
6.2.2 Direkte Kalibrierung und Überprüfung des Diamanteindringkörpers	13
6.2.3 Indirekte Überprüfung von Diamanteindringkörpern	13
6.3 Eindringkugel	15
6.3.1 Direkte Kalibrierung und Überprüfung der Eindringkugel	15
6.3.2 Indirekte Überprüfung der Kugelhalterbaugruppe	16
6.4 Kennzeichnung	17
7 Zeitabstände zwischen direkten und indirekten Kalibrierungen und Überprüfungen	17
8 Prüfbericht/Kalibrierschein	18
Anhang A (normativ) Wiederholpräzision der Prüfmaschinen	19
Anhang B (informativ) Messunsicherheit der Kalibrierergebnisse der Härteprüfmaschine	21
B.1 Allgemeines	21
B.2 Direkte Überprüfung — Unsicherheit der Kalibrierung von Maschinenkomponenten	21
B.2.1 Unsicherheit der Kalibrierung der Prüfkraft	21
B.2.2 Unsicherheit des Eindringtiefen-Messsystems	23
B.2.3 Überprüfung des Eindringkörpers	26
B.2.4 Überprüfung des Prüfzyklus	27
B.3 Indirekte Überprüfung — Kalibrierunsicherheit der Prüfmaschine	27
B.3.1 Unsicherheit der Messabweichung der Prüfmaschine	27
B.3.2 Messunsicherheitsbudget für die indirekte Kalibrierung/Überprüfungsmessung (siehe Tabelle B.8)	28
Literaturhinweise	30

Bilder

Bild A.1 — Rockwell-Härte (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H und K)	19
Bild A.2 — Superrockwell-Härte (Skalen N und T)	20

Tabellen

Tabelle 1 — Härtebereiche für verschiedene Skalen	10
Tabelle 2 — Zulässige Bereiche der Wiederholpräzision und Messabweichung der Prüfmaschine	11
Tabelle 3 — Härteniveaus für Diamanteindringkörper, die mit den Skalen für die Standard-Rockwell-Härteprüfung und die Superrockwell-Härteprüfung verwendet werden (A, C, D und N)	14
Tabelle 4 — Alternative Härteniveaus für Diamanteindringkörper, die mit den Skalen für die Standard-Rockwell-Härteprüfung oder die Superrockwell-Härteprüfung verwendet werden (A, C, D und N)	14
Tabelle 5 — Härteniveaus für Diamanteindringkörper, die ausschließlich mit den Skalen für die Standard-Rockwell-Härteprüfung verwendet werden (A, C und D)	14
Tabelle 6 — Härteniveaus für Diamanteindringkörper, die ausschließlich mit den Skalen für die Superrockwell-Härteprüfung verwendet werden (N)	14
Tabelle 7 — Härteniveaus für Diamanteindringkörper, die für die Prüfung mit begrenzten Skalen verwendet werden	15
Tabelle 8 — Grenzabweichungen für die verschiedenen Kugeldurchmesser	15
Tabelle 9 — Werte der mittleren Eindruckdiagonalen (HV10) für die Bestimmung der Härte der Kugeleindringkörper	16
Tabelle 10 — Direkte Überprüfung von Härteprüfmaschinen	17
Tabelle B.1 — Ergebnisse der Prüfkraftkalibrierung	22
Tabelle B.2 — Berechnung der Messunsicherheit der Prüfkraft (für Höhenposition $i = 3$ aus Tabelle B.1)	23
Tabelle B.3 — Berechnung der relativen Abweichung einer Prüfkraftmessung in Kombination mit der erweiterten relativen Unsicherheit der Prüfkraftmessung	23
Tabelle B.4 — Kalibrierergebnisse des Eindringtiefen-Messsystems	25
Tabelle B.5 — Berechnung der Messunsicherheit des Messsystems (für die Eindringtiefenmessung 1 beim Eindringtiefenbereich 0,050 mm aus Tabelle B.4)	25
Tabelle B.6 — Berechnung des Höchstwertes der Abweichung einer Eindringtiefenmessung in Kombination mit der erweiterten Unsicherheit der Eindringtiefenmessung (für Eindringtiefenmessung 1 beim Eindringtiefenbereich 0,050 mm aus Tabelle B.4)	26
Tabelle B.7 — Ergebnisse der indirekten Überprüfung	28
Tabelle B.8 — Messunsicherheitsbudget	28
Tabelle B.9 — Maximale Abweichung der Härteprüfmaschine einschließlich der Messunsicherheit	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 6508-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459 „ECISS – Europäisches Komitee für Eisen- und Stahlnormung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 6508-2:2015 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 6508-2:2022 wurde von CEN als prEN ISO 6508-2:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword – Supplementary information

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 164, *Mechanical testing of metals*, Unterkomitee SC 3, *Hardness testing*.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 6508-2:2005), die technisch überarbeitet wurde.

ISO 6508 besteht unter dem allgemeinen Titel *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Prüfverfahren
- Teil 2: Überprüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen und Eindringkörper
- Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 6508 legt zwei unterschiedliche Verfahren für die Überprüfung von Härteprüfmaschinen (direkt und indirekt) zur Bestimmung der Rockwellhärte nach ISO 6508-1 in Verbindung mit einem Verfahren für die Überprüfung von Rockwell-Härteeindringkörpern fest.

Die direkte Überprüfung wird angewendet, um festzustellen, ob die Hauptparameter der Maschinenfunktion, wie z. B. die aufgebrachte Kraft, die Eindringtiefmessung und die zeitliche Steuerung der Prüfzyklen, die festgelegten Grenzwerte einhalten. Bei der indirekten Überprüfung wird eine Reihe von kalibrierten Härtevergleichsplatten verwendet, um festzustellen, wie gut die Prüfmaschine in der Lage ist, einen Werkstoff bekannter Härte zu messen.

Das indirekte Verfahren darf für sich allein zur regelmäßigen Routineüberprüfung der Maschine beim Anwender angewendet werden.

Falls eine Härteprüfmaschine auch für andere Härteprüfverfahren verwendet werden soll, so muss sie unabhängig für jedes dieser Verfahren überprüft werden.

Dieser Teil von ISO 6508 ist auf ortsfeste und tragbare Härteprüfmaschinen anwendbar.

Es ist zu beachten, dass als Normeindringkugel für die Rockwell-Prüfung nur solche aus Wolframcarbidgemisch gelten. Stahleindringkugeln dürfen nur noch dann verwendet werden, wenn sie der speziellen HR30T_{Sm}- und HR15T_{Sm}-Prüfung für dünne Erzeugnisse nach ISO 6508-1 entsprechen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 376, *Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines*

ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508-3, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 3: Calibration of reference blocks*

3 Allgemeine Bedingungen

Vor der Überprüfung einer Rockwellhärte-Prüfmaschine muss sichergestellt sein, dass sie vorschriftsmäßig aufgestellt ist und den Anweisungen des Herstellers entsprechend arbeitet.

Im Besonderen sollte überprüft werden, ob die Prüfkraft erschütterungs- und schwingungsfrei und ohne Überlast aufgebracht und zurückgenommen werden kann, ohne dass die Ablesungen beeinflusst werden.

4 Direkte Überprüfung der Prüfmaschine

4.1 Allgemeines

4.1.1 Die direkte Überprüfung umfasst die Kalibrierung und Überprüfung von Folgendem:

- a) Prüfkräfte;
- b) Eindringtiefmesssystem;

c) Prüfzyklus;

d) Maschinenhystereseprüfung.

4.1.2 Die direkte Überprüfung sollte bei einer Temperatur von $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ durchgeführt werden. Falls die Überprüfung außerhalb dieses Temperaturbereichs durchgeführt wird, muss dies im Prüfbericht angegeben werden.

4.1.3 Die für die Kalibrierung verwendeten Geräte müssen auf nationale Normale zurückführbar sein.

4.1.4 Nach einer erfolgreichen direkten Überprüfung muss eine indirekte Überprüfung nach Abschnitt 5 vorgenommen werden.

4.2 Kalibrierung und Überprüfung der Prüfkraft

4.2.1 Jede angewendete Prüfvorkraft F_0 (siehe 4.2.4) und jede angewendete Prüfgesamtkraft F (siehe 4.2.5) muss gemessen werden und wenn es möglich ist, muss diese Messung in mindestens drei verschiedenen Stellungen des Druckstempels innerhalb des Bereiches, in dem sich der Druckstempel während der Härteprüfung bewegt, durchgeführt werden. Bei Prüfmaschinenausführungen, bei denen die Stellung des Druckstempels keinen Einfluss auf die Kraft ausübt, z. B. bei geregelten Belastungseinrichtungen, kann die Prüfkraft in einer Stellung kalibriert werden. Die Prüfvorkraft muss mindestens 2 s gehalten werden.

4.2.2 Für jede Prüfkraft müssen drei Messungen in jeder Stellung des Druckstempels vorgenommen werden. Unmittelbar vor jeder Ablesung muss der Druckstempel in die Richtung bewegt werden, in der er sich auch während der Härteprüfung bewegt.

4.2.3 Die Prüfkraften müssen nach einem der beiden nachstehenden Verfahren gemessen werden:

- mit einem Kraftmessgerät nach ISO 376, Klasse 1 oder besser, und mit Umkehrspanne kalibriert;
- durch Vergleich mit einer Kraft, die durch kalibrierte Massestücke aufgebracht wird, auf $\pm 0,2\%$ genau, oder durch ein anderes Verfahren mit gleicher Genauigkeit.

Es sollten Belege dafür zur Verfügung gestellt werden, dass das Ergebnis des Kraftnachweisgeräts innerhalb eines Zeitraums von 1 s bis 30 s nach einem Kraftänderungsschritt um nicht mehr als 0,2 % abweicht.

4.2.4 Ein Wert für die relative Messabweichung muss mit der allgemeinen Gleichung (1) berechnet und als Prozentsatz angegeben werden:

$$\Delta F_{rel,i,j} = 100 \times \frac{F_{i,j} - F_{RS}}{F_{RS}} \quad (1)$$

Dabei ist $\Delta F_{rel,i,j}$ der Wert der relativen Messabweichung jedes gemessenen Wertes der Kraft, $F_{i,j}$, (unabhängig davon, ob es sich um den Wert einer Prüfvorkraft F_0 oder den Wert der Prüfgesamtkraft F handelt) in Bezug auf den Bezugswert der zu messenden Kraft F_{RS} . Die Indizes i und j des gemessenen Wertes der Kraft $F_{i,j}$ stehen für die j -te Kraftmessung in der i -ten Höhenposition des Druckstempels.

4.2.5 Die maximal zulässige relative Messabweichung für jede Messung der Prüfvorkraft F_0 (vor dem Aufbringen und nach dem Zurücknehmen der Prüfzusatzkraft F_1), die nach Gleichung (1) berechnet wurde, muss $\pm 2,0\%$ betragen. Der Bereich aller Kraftmessungen (Subtraktion des Tiefstwertes vom Höchstwert) muss $\leq 1,5\%$ von F_0 sein.

4.2.6 Die maximal zulässige relative Messabweichung für jede Messung der Prüfgesamtkraft F , die nach Gleichung (1) berechnet wurde, muss $\pm 1,0\%$ betragen. Der Bereich der Kraftmessungen (Ergebnis der Subtraktion des Tiefstwertes vom Höchstwert) muss $\leq 0,75\%$ von F sein.

4.3 Kalibrierung und Überprüfung des Eindringtiefen-Messsystems

4.3.1 Das Eindringtiefen-Messsystem muss kalibriert werden, indem der Eindringkörper oder dessen Halter schrittweise um bekannte Werte bewegt wird.

4.3.2 Das Messgerät oder die Parallelendmaße, das/die zur Überprüfung des Eindringtiefen-Messsystems verwendet wird/werden, muss/müssen bei einem Vertrauensniveau von 95 % maximal eine erweiterte Unsicherheit von 0,000 3 mm aufweisen.

ANMERKUNG Die Verwendung von Parallelendmaßen zur Überprüfung des Eindringtiefen-Messsystems ist möglicherweise nicht für alle Rockwell-Härteprüfmaschinen geeignet.

4.3.3 Das Eindringtiefen-Messsystem der Prüfmaschine ist in mindestens vier gleichmäßig über den gesamten Bereich der üblichen Arbeitstiefe für die benötigten zu kalibrierenden Skalen der Prüfmaschine verteilten Positionen zu kalibrieren. Drei Zyklen von Tiefenmessungen müssen über die gleichmäßig verteilten Positionen des Tiefenmesssystems durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die maximalen für jede Skala benötigten Eindringtiefen sind unterschiedlich und reichen von 0,25 mm für die Standard-Rockwell-Härte-Skala B bis zu 0,04 mm für die Superrockwell-Härte-Skala 15N.

4.3.4 Einige Prüfmaschinen verfügen über ein langhubiges Eindringtiefen-Messsystem, bei dem die Lage des Arbeitsbereiches des Eindringtiefen-Messsystems an die Probe angepasst werden kann. Dieser Prüfmaschinentyp muss elektronisch überprüfen können, ob das Eindringtiefen-Messgerät über den gesamten Bereich kontinuierlich misst. Dieser Prüfmaschinentyp muss wie folgt überprüft werden:

- a) Etwa am höchsten Punkt, am Mittelpunkt und am tiefsten Punkt des Gesamthubs des Messgeräts ist das Eindringtiefen-Messsystem in mindestens vier gleichmäßig verteilten Positionen mit einem Abstand von etwa 0,05 mm an jeder der drei Stellen zu überprüfen.
- b) Das Stellteil ist über seinen gesamten Wirkbereich zu betätigen, um zu überprüfen, ob die Verschiebungsmessung kontinuierlich ist. Die Verschiebungsanzeige muss kontinuierlich über den gesamten Bereich arbeiten.

4.3.5 Die Differenz $\Delta L_{i,j}$ zwischen jedem gemessenen Wert für die Eindringtiefe $L_{i,j}$ und dem Bezugswert des Kalibriergerätes L_{RS} ist der allgemeinen Gleichung (2) entsprechend zu berechnen:

$$\Delta L_{i,j} = L_{i,j} - L_{RS} \quad (2)$$

Die Indizes i und j des gemessenen Wertes für die Eindringtiefe $L_{i,j}$ stehen für die j -te Eindringtiefenmessung in der i -ten Position des Eindringtiefenmesssystems.

Die Anzeige des Eindringtiefen-Messsystems muss für die Skalen A bis K mit einer Grenzabweichung von $\pm 0,001$ mm und für die Skalen N und T mit einer Grenzabweichung von $\pm 0,000 5$ mm erfolgen, d. h. innerhalb von $\pm 0,5$ einer Skaleneinheiten über jeden Teilbereich.

4.4 Kalibrierung und Überprüfung des Prüfzyklus

4.4.1 Der Prüfzyklus muss vom Prüfmaschinenhersteller zum Zeitpunkt der Herstellung und bei Reparaturen der Prüfmaschine, die den Prüfzyklus beeinträchtigt haben könnten, kalibriert werden. Die Kalibrierung des gesamten Prüfzyklus ist nicht erforderlich als Teil der direkten Überprüfung zu einem anderen Zeitpunkt, siehe Tabelle 10.

4.4.2 Der Prüfzyklus muss dem in ISO 6508-1 festgelegten Prüfzyklus entsprechen.

4.4.3 Bei Prüfmaschinen, die den Prüfzyklus automatisch steuern, darf die Messunsicherheit ($k = 2$) der zur Überprüfung des Prüfzyklus verwendeten Zeitmesseinrichtung 0,2 s nicht überschreiten. Als Empfehlung gilt,

dass die für den Prüfzyklus gemessenen Zeiten plus oder minus der Messunsicherheit ($k = 2$) der Kalibrierungsmessungen die in ISO 6508-1 festgelegten Zeitgrenzwerte nicht überschreiten.

4.4.4 Bei Prüfmaschinen, bei denen der Prüfzyklus vom Anwender manuell zu steuern ist, muss überprüft werden, ob die Prüfmaschine in der Lage ist, den festgelegten Prüfzyklus einzuhalten.

4.5 Kalibrierung und Überprüfung der Maschinenhysterese

4.5.1 Durch Überprüfung der Prüfmaschine muss sichergestellt werden, dass die Ablesewerte während der Prüfung nicht durch eine hysteresartige Verformung der Prüfmaschinenkomponenten (z. B. Rahmen, Prüfkörperhalter usw.) beeinflusst werden. Der Einfluss jeglichen Hysterese-Verhaltens muss durch wiederholte Härteprüfungen unter Verwendung eines kugelförmigen Eindringkörpers mit einem Durchmesser von mindestens 10 mm, der entweder direkt oder über einen Abstandhalter gegen den Probekörperhalter drückt, so überprüft werden, dass keine bleibende Verformung auftritt. Anstelle eines stumpfen Eindringkörpers darf eine zwischen Eindringkörperhalter und Probekörperhalter positionierte planparallele Platte verwendet werden. Der Werkstoff des stumpfen Eindringkörpers und des Abstandhalters oder der paralleelseitigen Platte muss eine Rockwell-Härte von mindestens 60 HRC aufweisen.

4.5.2 Unter Verwendung der in 4.5.1 festgelegten Anordnung sind wiederholte Härteprüfungen nach Rockwell durchzuführen. Die Prüfungen müssen unter Verwendung der Rockwell-Skala mit der höchsten bei der regulären Prüfung angewendeten Prüfkraft durchgeführt werden. Das Verfahren der Hysterese-Überprüfung ist zu wiederholen, bis maximal 10 Messungen durchgeführt wurden, und aus den Messwerten der letzten drei Prüfungen ist der Durchschnitt zu bilden.

4.5.3 Der Durchschnittswert der letzten drei Prüfungen muss bei Anwendung der Standard-Rockwell-Härteskalen für Kugeleindringkörper B, E, F, G, H und K einen Härtewert von $(130 \pm 1,0)$ Rockwell-Einheiten, oder bei Anwendung anderer Rockwell-Skalen einen Härtewert innerhalb von $(100 \pm 1,0)$ Rockwell-Einheiten ergeben.

5 Indirekte Überprüfung der Prüfmaschine

5.1 Allgemeines

5.1.1 Die indirekte Überprüfung umfasst die Kalibrierung und Überprüfung der Prüfmaschine durch Prüfungen an Härtevergleichsplatten.

5.1.2 Die indirekte Überprüfung sollte bei einer Temperatur von (23 ± 5) °C unter Verwendung von nach ISO 6508-3 kalibrierten Härtevergleichsplatten durchgeführt werden. Falls die Überprüfung außerhalb dieses Temperaturbereichs durchgeführt wird, muss dies im Prüfbericht angegeben werden.

5.2 Durchführung

5.2.1 Für die indirekte Überprüfung einer Prüfmaschine müssen die folgenden Verfahren angewendet werden.

Die Härteprüfmaschine muss für jede Skala, mit der sie verwendet wird, überprüft werden. Für jede zu überprüfende Skala müssen Härtevergleichsplatten aus jedem der in Tabelle 1 angegebenen Härtebereiche verwendet werden. Die Härtewerte der Härtevergleichsplatten müssen so ausgewählt werden, dass sie annähernd den Grenzen des Verwendungszweckes entsprechen. Es wird empfohlen, den gleichen Prüfzyklus anzuwenden, der bei der Kalibrierung der Härtevergleichsplatten angewendet wurde.

Für die Prüfung sind ausschließlich die kalibrierten Oberflächen der Härtevergleichsplatten zu verwenden.

5.2.2 Auf jeder Härtevergleichsplatte müssen ISO 6508-1 entsprechend mindestens fünf gleichmäßig über die Prüfoberfläche verteilte Eindrücke erzeugt werden und jeder Härtewert muss mit einer Genauigkeit von 0,2 HR Skaleneinheiten ermittelt werden. Vor der Erzeugung dieser Eindrücke müssen mindestens zwei Vorversuche durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Maschine einwandfrei arbeitet und dass die Härte-

vergleichsplatte, der Eindringkörper und der Probekörperhalter richtig eingesetzt sind. Die Ergebnisse dieser Vorversuche müssen verworfen werden.

Tabelle 1 — Härtebereiche für verschiedene Skalen

Rockwell-Härteskala	Härtebereich der Härtevergleichsplatte	Rockwell-Härteskala	Härtebereich der Härtevergleichsplatte
A	20 HRA bis 40 HRA 45 HRA bis 75 HRA 80 HRA bis 95 HRA	K	40 HRKW bis 60 HRKW 65 HRKW bis 80 HRKW 85 HRKW bis 100 HRKW
B	10 HRBW bis 50 HRBW 60 HRBW bis 80 HRBW 85 HRBW bis 100 HRBW	15N	70 HR15N bis 77 HR15N 78 HR15N bis 88 HR15N 89 HR15N bis 94 HR15N
C	10 HRC bis 30 HRC 35 HRC bis 55 HRC 60 HRC bis 70 HRC	30N	42 HR30N bis 54 HR30N 55 HR30N bis 73 HR30N 74 HR30N bis 86 HR30N
D	40 HRD bis 47 HRD 55 HRD bis 63 HRD 70 HRD bis 77 HRD	45N	20 HR45N bis 31 HR45N 32 HR45N bis 61 HR45N 63 HR45N bis 77 HR45N
E	70 HREW bis 77 HREW 84 HREW bis 90 HREW 93 HREW bis 100 HREW	15T	67 HR15TW bis 80 HR15TW 81 HR15TW bis 87 HR15TW 88 HR15TW bis 93 HR15TW
F	60 HRFW bis 75 HRFW 80 HRFW bis 90 HRFW 94 HRFW bis 100 HRFW	30T	29 HR30TW bis 56 HR30TW 57 HR30TW bis 69 HR30TW 70 HR30TW bis 82 HR30TW
G	30 HRGW bis 50 HRGW 55 HRGW bis 75 HRGW 80 HRGW bis 94 HRGW	45T	10 HR45TW bis 33 HR45TW 34 HR45TW bis 54 HR45TW 55 HR45TW bis 72 HR45TW
H	80 HRHW bis 94 HRHW 96 HRHW bis 100 HRHW		

5.3 Wiederholpräzision

5.3.1 Für jede Härtevergleichsplatte seien $H_1, H_2, H_3, H_4, \dots, H_n$ die gemessenen Härtewerte in aufsteigender Reihenfolge.

Der Bereich der Wiederholpräzision r der Prüfmaschine unter den besonderen Überprüfungsbedingungen wird mit Gleichung (3) in Rockwell-Einheiten bestimmt:

$$r = H_n - H_1 \quad (3)$$

Der mittlere Härtewert aller Eindrücke $\bar{H}$ wird nach Gleichung (4) bestimmt:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + \dots + H_n}{n} \quad (4)$$

Dabei ist

$H_1, H_2, H_3, H_4, \dots, H_n$ die allen Eindrücken entsprechenden Härtewerte;

n die Gesamtanzahl der Eindrücke.

5.3.2 Der Bereich der Wiederholpräzision der zu überprüfenden Prüfmaschine muss als zufriedenstellend angesehen werden, wenn die in Tabelle 2 angegebenen Werte eingehalten werden. Die zulässige Wiederholpräzision ist in Bild A.1 und Bild A.2 graphisch dargestellt.

Tabelle 2 — Zulässige Bereiche der Wiederholpräzision und Messabweichung der Prüfmaschine

Rockwell-Härteskala	Härtebereich der Härtevergleichsplatte	Zulässige Messabweichung Rockwell-Einheiten b	Zulässiger Bereich der Wiederholpräzision der Prüfmaschine ^a r
A	20 HRA bis 75 HRA > 75 HRA bis 95 HRA	± 2 HRA $\pm 1,5$ HRA	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ oder 0,8 HRA Rockwell-Einheiten ^b
B	10 HRBW bis 45 HRBW > 45 HRBW bis 80 HRBW > 80 HRBW bis 100 HRBW	± 4 HRBW ± 3 HRBW ± 2 HRBW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HRBW Rockwell-Einheiten
C	10 HRC bis 70 HRC	$\pm 1,5$ HRC	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ oder 0,8 HRC Rockwell-Einheiten ^b
D	40 HRD bis 70 HRD > 70 HRD bis 77 HRD	± 2 HRD $\pm 1,5$ HRD	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ oder 0,8 HRD Rockwell-Einheiten ^b
E	70 HREW bis 90 HREW > 90 HREW bis 100 HREW	$\pm 2,5$ HREW ± 2 HREW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HREW Rockwell-Einheiten
F	60 HRFW bis 90 HRFW > 90 HRFW bis 100 HRFW	± 3 HRFW ± 2 HRFW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HRFW Rockwell-Einheiten
G	30 HRGW bis 50 HRGW > 50 HRGW bis 75 HRGW > 75 HRGW bis 94 HRGW	± 6 HRGW $\pm 4,5$ HRGW ± 3 HRGW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HRGW Rockwell-Einheiten
H	80 HRHW bis 100 HRHW	± 2 HRHW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HRHW Rockwell-Einheiten
K	40 HRKW bis 60 HRKW > 60 HRKW bis 80 HRKW > 80 HRKW bis 100 HRKW	± 4 HRKW ± 3 HRKW ± 2 HRKW	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ HRKW Rockwell-Einheiten
15N, 30N, 45N	Alle Bereiche	± 2 HR-N	$\leq 0,04 (100 - \bar{H})$ oder 1,2 HR-N Rockwell-Einheiten ^b

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Rockwell-Härteskala	Härtebereich der Härtevergleichsplatte	Zulässige Messabweichung Rockwell-Einheiten <i>b</i>	Zulässiger Bereich der Wiederholpräzision der Prüfmaschine ^a <i>r</i>
15T, 30T, 45T	Alle Bereiche	±3 HR-TW	≤ 0,06 (100 – $\bar{H}$) oder 2,4 HR-TW Rockwell-Einheiten ^b
ANMERKUNG Die Anforderungen an den zulässigen Bereich der Wiederholpräzision <i>r</i> und/oder die zulässige Messabweichung <i>b</i> können sich von den in ASTM E 18 festgelegten unterscheiden.			
^a $\bar{H}$ ist der mittlere Härtewert.			
^b Der größere Wert wird als zulässiger Bereich der Wiederholpräzision der Prüfmaschine betrachtet.			

5.4 Messabweichung

5.4.1 Die Messabweichung *b* der Prüfmaschine, in Rockwell-Einheiten, unter den besonderen Kalibrierbedingungen wird durch Gleichung (5) ausgedrückt:

$$b = \bar{H} - H_{\text{CRM}} \quad (5)$$

Dabei ist

$\bar{H}$ der mittlere Härtewert aus Gleichung (4);

H_{CRM} die zertifizierte Härte der verwendeten Härtevergleichsplatte.

5.4.2 Die Messabweichung der Prüfmaschine darf die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

5.5 Messunsicherheit

Ein Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit der Kalibrierergebnisse der Härteprüfmaschine ist im Anhang B angegeben.

6 Kalibrierung und Überprüfung von Rockwell-Härteeindringkörpern

6.1 Allgemeines

6.1.1 Kalibrierungen und Überprüfungen des Eindringkörpers sollten bei einer Temperatur von (23 ± 5) °C durchgeführt werden. Falls die Überprüfung außerhalb dieses Temperaturbereichs durchgeführt wird, muss dies im Prüfbericht angegeben werden.

6.1.2 Die für die Kalibrierungen und Überprüfungen verwendeten Messgeräte müssen auf nationale Normale zurückführbar sein.

6.2 Diamanteindringkörper

6.2.1 Allgemeines

Um die zuverlässige Funktion des Diamantkegel-Eindringkörpers in Übereinstimmung mit diesem Teil der ISO 6508 zu überprüfen, muss jeder Eindringkörper einer direkten und einer indirekten Kalibrierung und Überprüfung unterzogen werden.

6.2.2 Direkte Kalibrierung und Überprüfung des Diamanteindringkörpers

6.2.2.1 Die Oberflächen des Diamantkegels und der Kugelspitze müssen so poliert sein, dass sie für eine Eindringtiefe von 0,3 mm geeignet sind und glatt, tangential ineinander übergehen. Beide Oberflächen müssen frei von Beschädigungen sein.

6.2.2.2 Die Überprüfung der Form des Eindringkörpers kann durch direkte Messung oder mit optischen Verfahren erfolgen. Die Überprüfung muss in mindestens vier eindeutigen Achsenebenen mit gleichmäßigem Abstand (z. B. bei 0°, 45°, 90°, 135°) durchgeführt werden. Eine Messung mit einem Kollimator ist ebenfalls zulässig. In diesem Fall sollten die Messungen unter mindestens vier Mittelwinkeln durchgeführt werden, wobei der Mittelwinkel von 120° enthalten sein muss.

Der Bereich, in dem die Kugelspitze und der Diamantkegel ineinander übergehen, kann in Abhängigkeit von den Werten des Radius der Kugelspitze und des Kegelwinkels unterschiedlich beschaffen sein. Im Idealfall einer perfekten Eindringkörpergeometrie befindet sich der Übergangspunkt bei der Messung entlang einer senkrecht zur Eindringkörperachse verlaufenden Geraden in einem Abstand von 100 µm zur Eindringkörperachse. Um die Einbeziehung des Übergangsbereichs in die Messung des Kugelspitzenradius und des Kegelwinkels zu verhindern, darf der Abschnitt der Diamantoberfläche zwischen 80 µm und 120 µm außer Acht gelassen werden.

6.2.2.3 Die zur Überprüfung der Form des Diamanteindringkörpers verwendeten Messgeräte müssen die folgenden erweiterten Unsicherheiten bei einem Vertrauensniveau von 95 % einhalten:

- Winkel: 0,1°;
- Radius: 0,005 mm.

6.2.2.4 Der Diamantkegel muss einen Kegelwinkel von $(120 \pm 0,35)^\circ$ aufweisen.

6.2.2.5 Die Spitze des Eindringkörpers muss kugelförmig sein. Ihr mittlerer Radius muss aus mindestens vier Einzelwerten bestimmt werden, die in den in 6.2.2.2 festgelegten Achsenschnittebenen gemessen werden. Jeder Einzelwert muss innerhalb von $(0,2 \pm 0,015)$ mm liegen. Der Mittelwert muss innerhalb von $(0,2 \pm 0,01)$ mm liegen. Örtliche Abweichungen vom wahren Radius dürfen 0,002 mm nicht überschreiten.

6.2.3 Indirekte Überprüfung von Diamanteindringkörpern

6.2.3.1 Die mit der Prüfmaschine erhaltenen Härtewerte hängen nicht nur von den Werten des Kugelspitzenradius und des Kegelwinkels ab, sondern auch von der Oberflächenrauheit und der Lage der kristallografischen Achsen des Diamantkegels und vom Sitz desselben in seinem Halter. Zur Untersuchung dieser Einflüsse muss eine indirekte Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Diamanteindringkörpers mit einer Reihe von Prüfungen an ISO 6508-3 entsprechenden Härtevergleichsplatten und Vergleich der Ergebnisse mit einem ISO 6508-3 entsprechenden Bezugsnormal-Diamanteindringkörper durchgeführt werden.

Diese indirekte Überprüfung muss mithilfe einer Härte-Bezugsnormalmesseinrichtung durchgeführt werden, die den maßgeblichen Absätzen der ISO 6508-3 entspricht.

Diamanteindringkörper dürfen für die Verwendung mit den folgenden Skalen zertifiziert sein:

- entweder nur mit Skalen für die Standard-Rockwell-Härteprüfung mit Diamanteindringkörper; oder
- nur mit Skalen für die Superrockwell-Härteprüfung mit Diamanteindringkörper; oder
- sowohl mit Skalen für die Standard-Rockwell-Härteprüfung als auch für die Superrockwell-Härteprüfung mit Diamanteindringkörper; oder
- jede einzelne oder begrenzte Kombination von Diamantskalen.