

FACHWISSEN PRÜFVERFAHREN FÜR ELASTOMERE

Ein Angebot des



PRÜFEN BERATEN ENTWICKELN

Quelle: www.o-ring-prueflabor.de

Stand der Information: 05/2014

Härteprüfung:

Verwendete Prüfnormen:

ISO 48 (Ausgabe 9-2010), DIN ISO 48 (Ausgabe 10-2009), ISO 7619-1 (Ausgabe 10-2010), DIN ISO 7619-1 (Ausgabe 2-2012), DIN EN ISO 868 (Ausgabe 2003-10), ASTM D1415 (Ausgabe 2012), ASTM 2240 (Ausgabe 2010)

Als Härte wird der Widerstand definiert, den ein Körper einem härteren eindringenden Körper entgegensetzt. Die Kraft des Eindringkörpers (Indentor) wird in der Regel vorab festgelegt. Bei Metallen wird die Härte nach Entfernen des Eindringkörpers anhand der bleibenden plastischen Verformung beurteilt. Bei Elastomeren, die zum Großteil elastisches Verhalten aufweisen, wird die Eindringtiefe des Indentors während des Prüfvorgangs gemessen.¹

Am verbreitetsten bei der Prüfung von ausvulkanisierten Elastomermischungen und -artikeln ist die Messung der Shore A Härte (siehe Abb.1). Entwickelt wurde dieses Prüfverfahren 1915 von dem US-Amerikaner Albert L. Shore.² Diese Prüfung wird mit einem Kegelstumpf als Eindringkörper durchgeführt und ist eigentlich nur für Untersuchungen an Prüfplatten erlaubt. Werden bestimmte Voraussetzungen erfüllt – auf die im Folgenden des Artikels noch eingegangen wird – können auch ShA-Härteprüfungen an Fertigteilen durchgeführt werden. Die Prüfkraft wird von einer Feder erzeugt und ist abhängig von der Eindringtiefe des Kegelstumpfes. Die Shore Härte ergibt sich aus dem Eindringwiderstand. Auf Grund dieser technischen Voraussetzung war es möglich handliche Taschenmessgeräte zu bauen, die u.a. ein Grund für die große Akzeptanz dieser Prüfmethode in der Praxis waren.

1 vgl. RÖTHEMEYER, Fritz und SOMMER, Franz: Kautschuktechnologie, Hanser-Verlag, München, Wien, 2001, S. 490

2 vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4rte#F.C3.BC_r_Elastomere (Zugriff auf Webseite am 10.12.2013)

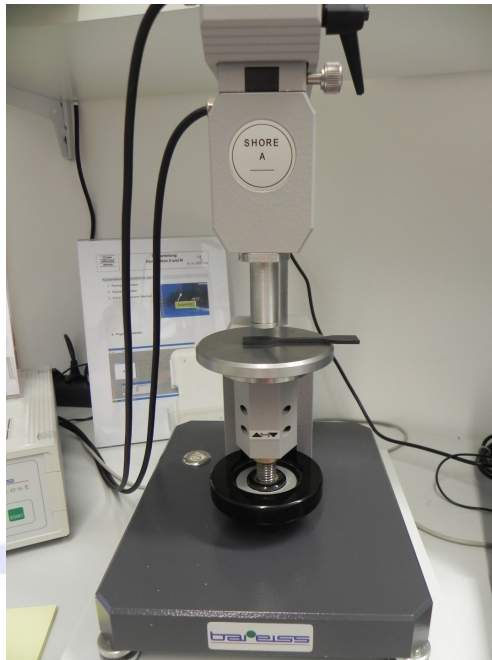


Abb.1: Eines von zwei stationären ShoreA-Prüfgeräten, wie sie im O-Ring Prüflabor Richter verwendet werden. Links am Bildrand ist das Modul zur elektronischen Erfassung der Messergebnisse sichtbar.

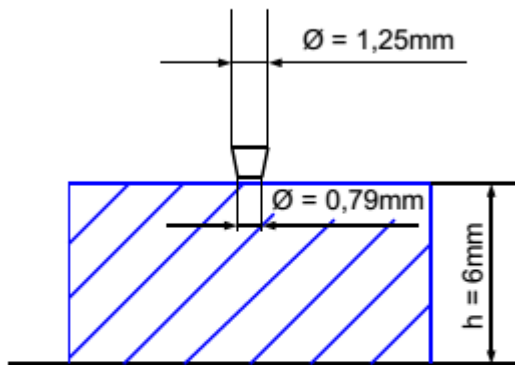
Geeigneter für Fertigprodukte ist meist eine Messung der Mikro – Härte in IRHD,M (siehe Abb.2), weil dabei ein deutlich kleinerer Eindringkörper (Kugel) verwendet wird. Der Indentor wird mit einer konstanten Kraft (Auf die Kugel wirkende Gesamtkraft sind $153,3 \pm 1$ mN.) belastet. Die Beziehung zwischen Eindringtiefe und Härtegrad ist nicht linear!



Abb.2: Eines von zwei stationären IRHD, Mikro-Prüfgeräten im O-Ring Prüflabor Richter. Sie besitzen einen lasergeführten Tisch, speziell zur exakten Härtemessung von O-Ringen.

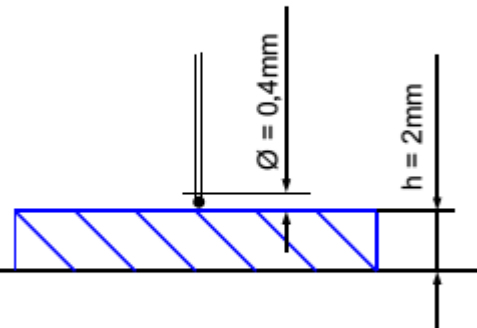
Das folgende Bild (Abb.3) stellt die beiden Prüfverfahren Shore A und IRHD, Mikro einander gegenüber:

**ISO 7619-1
Shore A - Prüfung**



Eindringkörper: Kegelstumpf
Normprobekörper: 6mm Platte
Messzeit: 3 Sekunden

**DIN ISO 48 M
IRHD, Mikro - Prüfung**



Eindringkörper: Kugel
Normprobekörper: 2mm Platte
Messzeit: 30 Sekunden

Die beiden Darstellungen sind maßstabsgetreu.

Abb.3: Verhältnisgleiche Gegenüberstellung der Prüfmethode Shore A und Mikro-IRHD. Dadurch wird ersichtlich, wie empfindlich die Prüfvorrichtung für die Mikro-IRHD-Prüfung ist. Besonderes Augenmerk muss bspw. darauf gerichtet werden, dass die Prüfkugel nicht abbricht, da dies nur zu leicht veränderten Prüfergebnissen führt und dadurch oft zu spät erkannt wird.

Prüfergebnisse aus den beiden oben genannten verschiedenen Prüfmethode sollten nicht miteinander verglichen werden und können auch nicht – z.B. durch eine Formel – ineinander umgerechnet werden. Deswegen wird in der Praxis der gewünschte Härtegrad mit +/-5 Härtepunkten sehr großzügig gewählt, sodass man trotzdem sowohl mit der Shore-A Härte an der Prüfplatte³ als auch mit der Mikro-IRHD-Messung (=IRHD-M) an Fertigteilen in diesem breiten Härtefenster (+/-5) liegt. Auf Grund dieser großen Toleranz ist das Härteprüfverfahren nur im begrenzten Maße geeignet, eine Rezepturkonstanz bzw. die Qualität eines O-Rings oder einer Dichtung zu beschreiben.

Für viele Anwender ist die Härte überhaupt die einzige Werkstoff-Prüfung, die durchgeführt wird. Entsprechend hoch werden dann Härteabweichungen vom Sollwert bewertet. Deshalb soll hier die Frage gestellt werden, warum und wozu die Härteprüfung wichtig ist und in welchen Bereichen sie nicht weiterhilft:

- Die Härte gibt einen Anhaltswert für das Verformungsverhalten des Werkstoffes. Ein harter Werkstoff (90 Shore A / IRHD-M) hat einen höheren Widerstand gegen Spaltextrusion bei hohen Drücken (> 70 bar), darüber hinaus bietet er einen höheren Schutz gegen Montagebeschädigungen. Ein weicher Werkstoff (50 Shore A / IRHD-M oder weniger)

³ Alternativ kann die ShA-Härte auch an Fertigteilen gemessen werden, wenn diese planparallele Flächen mit 3 mm Dicke oder mehr aufweisen.

verformt sich leichter und kann Oberflächenfehler, z.B einen Formtrenngrat in einem Kunststoff - Spritzteil, besser abdichten. Daher bestimmt die Wahl der Nennhärte in einem gewissen Rahmen die Funktionsfähigkeit einer Dichtung.

- Oft wird die Härte fälschlicherweise als Maß für die Steifheit eines Werkstoffes herangezogen. Zwar sagen sowohl die Härte als auch das Zug-Dehnungsdiagramm (siehe Zugversuch) etwas aus über die Steifheit eines Elastomers, aber es handelt sich dabei um grundsätzlich zwei verschiedenen Arten von Verformung. Bei Zugdehnungsmessungen geht es um große Deformationen der ganzen Masse, während bei der Härteprüfung nur kleine Deformationen stattfinden. Auch wenn Härte und Steifigkeit (mittels Zugdehnungsdiagramm dargestellt) eine bessere Korrelation hätten, so würde die allgemein vorgegebene Schwankungsbreite von +/-5 Härtepunkten bei der Shore A-Messung bereits einer Streubreite von ca. 15- 20% in der Steifheit entsprechen, bei harten Werkstoffen (>80 Shore A) sogar noch deutlich mehr. Darin wird ersichtlich, dass die Festlegung der Härte allein bei der Auslegung von Elastomerbauteilen, bei denen eine definierte Steifigkeit von Bedeutung ist, unzureichend ist.⁴ So liefern zum Beispiel die Härtewerte an O-Ringen nur grobe Hinweise auf den Widerstand gegen Spaltextrusion, weitere wertvolle Hinweise für die Resistenz kann man über Spannungswerte und Festigkeitswerte aus einem Zugversuch ableiten.
- Die Härte kann nur dann als Materialkennwert betrachtet werden, wenn normgerecht geprüft wird, das heißt an Prüfplatten.
- Für Fertigteilprüfungen können sich geometriebedingte Abweichungen von der Normhärte ergeben. An Formteilen ist zu vereinbaren, an welcher Stelle gemessen wird. In der Fachliteratur gibt es auch Formeln zur Berechnung der „wahren Härte“⁵. Diese sind aber nur bedingt bzw. mit dem entsprechenden vertieften Fachwissen in der Praxis einsetzbar. In der Praxis ist hier vor allem darauf zu achten, dass der Probekörper planparallele Stellen besitzt, notfalls können Profilschnitte dazu aus Fertigteilen hergestellt werden. Sind die Voraussetzungen an bestimmten Fertigteilen für reproduzierbare Messungen erfüllt, ist das Härteprüfverfahren eine einfache und effektive Methode der Werkstoffüberprüfung.
- Als Fertigteilprüfung bietet die Härte eine einfache Möglichkeit der Rezepturidentifikation, wenn diese zusammen mit anderen Prüfungen (z.B. Dichte) bewertet wird.
- Härtemessungen zeigen eine mögliche Untervulkanisationen nur sehr grob an, d.h. die Härte ist kein effektives Instrument zur Absicherung eines ausreichendes Vulkanisationsgrades. Dies wird irrtümlicherweise häufig angenommen.
- Die Härteprüfung ist bezüglich der Messmittelfähigkeit deutlich schlechter als andere Messverfahren, daher stellt eine Abweichungen vom Sollwert nicht zwangsläufig eine wesentliche Qualitätsminderung dar. Dies kann nur im Zusammenhang mit anderen Prüfungen sicher beurteilt werden (z.B. durch den Druckverformungsrest oder den Zugverformungsrest) Genaue Angaben finden sich hierzu in den Anhängen der jeweiligen Normen.

-
- 4 vgl. SMITH, L.P.: The Language of Rubber, Oxford, 1993, S.12 f. Englisches Originalzitat, das oben umschreibend wiedergegeben wurde: „Hardness cannot be assumed to be a close measure of stiffness. It is true that hardness and stiffness are both stress-strain relationships but the relationships are established for two entirely different kinds of deformation. Hardness measurements derive from small deformations at the surface. Stiffness measurements derive from gross deformations of the entire mass. Because of this difference, hardness is not a reliable measure of stiffness. Even if hardness and stiffness did have a better correlation, the irreducible five-point variation in durometer readings would be equivalent to a 15 to 20% variation in stiffness as measured by a compression-deflection test. Hardness measurements would not, therefore, be sufficiently accurate for design purposes. The misuse of hardness to measure stiffness is very common and causes much confusion.“
- 5 vgl. PARKER HANNIFIN GmbH: Dichtungshandbuch, Bietigheim-Bissingen, 1999, S.61

Fazit

Die Härte ist ein wertvolles Prüfmerkmal, sollte aber bei der Qualitätsprüfung immer zusammen mit anderen Prüfungen eingesetzt werden, beispielsweise in Kombination mit der Dichte und/oder mit dem Druckverformungsrest. In der Praxis wird der Härtewert in seiner Bedeutung oft wesentlich überbewertet.



RING

PRÜFLABOR

RICHTER
