

**Kugelschlag-  
prüfgerät  
Modell 304**

**Verschiedene  
normgerechte  
Ausführungen**

**Jede Variante  
nachrüstbar mit  
verschiedenen  
Prüfsets**



Abb. Modell 304 ISO-1

testing equipment for quality management

**ERICHSEN**  
since 1910

**Technische Beschreibung**

**ASTM D 2794  
ISO 6272-1  
ISO 6272-2**

## Prinzip der Kugelschlagprüfung

Oberflächenbeschichtungen sind in der Praxis häufig Schlag- und Stoßbelastungen ausgesetzt, die zur Verformung des Schichtträgers führen und damit auch Einfluss auf Haftung und Zusammenhalt der Beschichtung nehmen.

Hier kommen ERICHSEN-Kugelschlagprüfgeräte zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit, Verformbarkeit und Dehnbarkeit von Beschichtungen und Substraten sowie der Haftfestigkeit von Beschichtungen zum Einsatz.

Mit der Kugelschlagprüfung steht ein Test zur Verfügung, mit dem diese Art der Probenbeanspruchung unter genormten Bedingungen simuliert werden kann. Dabei lässt man ein definiertes Gewicht, dessen probenseitiges Ende als Kugelkopf (bei ASTM und ISO-1) oder als Patrizenstößel (bei ISO-2) mit festgelegtem Durchmesser ausgebildet ist, aus verabredeter oder variabler Höhe durch ein Führungsrohr frei auf die Probe fallen. Nach dem Schlag wird die Probenoberfläche im deformierten Bereich auf Rissbildung und Schichtablösung untersucht. Dem Wesen nach ist die Kugelschlagprüfung (Impact Test) einer dynamischen ERICHSEN-Tiefung vergleichbar und wird daher gelegentlich auch als Schlagtiefung bezeichnet.

## Normen zur Kugelschlagprüfung

Die in den einzelnen Normen zum Impact Test beschriebenen Prüfgeräte sind dem mechanischen Aufbau nach durchweg vergleichbar.

Die wesentlichen Unterschiede betreffen nur:

- Durchmesser des Kugelstößels,
- Innendurchmesser der Ziehmatrizen
- Masse des Fallgewichts,
- Bemessung der Fallhöhen- bzw. Energie-Skala,
- Probenbefestigung und Schlagtieffenbegrenzung.

Folgende Standard-Ausführungen stehen dem Anwender zur Verfügung:

### **Kugelschlagprüfgerät, Modell 304-ASTM**

(für Prüfungen gemäß ASTM D 2794);

bestehend aus:

- Basis- und Seitenplatte mit Aufbau und Fallrohr
- ASTM-Fallgewicht inkl. ASTM-Kugelkopf (Ø 15,9 mm/0,63") – 1 kg
- ASTM-Matrize (Ø 16,3 mm/0,64")

### **Kugelschlagprüfgerät, Modell 304 ISO-1**

(für Prüfungen gemäß ISO 6272-1 – direkte Schlagprüfung); bestehend aus:

- Basis- und Seitenplatte mit Aufbau und Fallrohr
- ISO-1-Fallgewicht inkl. Kugelkopf (Ø 20 mm/0,79") - 1 kg
- Aufschraubgewicht 1 kg (Zusatzgewicht)
- ISO-1-Matrize (Ø 27 mm/1,1")
- Zusatzausleger mit montierter Probenklemm-  
vorrichtung
- Schlagtieffenbegrenzung

### **Kugelschlagprüfgerät, Modell 304 ISO-2**

(für Prüfungen gemäß ISO 6272-2 – indirekte Schlagprüfung); bestehend aus:

- Basis- und Seitenplatte mit Aufbau und Fallrohr
- ISO-2-Fallgewicht inkl. Patrizenstößel – 1 kg
- Patrizen (Ø 12,7 mm/0,5" und Ø 15,9 mm/0,63")  
inkl. 1 Patrizenführung
- Aufschraubgewicht 1 kg (Zusatzgewicht)
- ISO-2-Matrize (Ø 16,3 mm/0,64")
- Zusatzausleger mit montierter Probenklemm-  
vorrichtung

Die nachfolgende Tabelle fasst diese Geräteparameter zusammen; zugleich wird auch die Zuordnung hergestellt zwischen den Normen für den Impact Test und den entsprechenden Standard-Varianten **des ERICHSEN-Kugelschlagprüfgerätes, Modell 304.**

Norm	Kugel-Ø	Matrizen-Ø	Fallgewicht	Skala/Teilung	ERICHSEN-Modell
ASTM D 2794	0.63"(15,9 mm)	0.64"(16.3 mm)	1 kg	80/2 inch pounds	304 ASTM
ISO 6272-1 (direkte Schlagprüfung)	0.79" (20 mm)	1,1" (27 mm)	1 + 1 kg **	1000/5 mm	304 ISO-1
ISO 6272-2 (indirekte Schlagprüfung)	0,5" (12,7 mm) and 0.63"(15,9 mm)	0.64"(16.3 mm)	1 + 1 kg **	1000/5 mm	304 ISO-2

\*\* Verdoppelung des Basisgewichts mit Kugelstößel durch Aufschraubgewicht (bis 4 kg möglich)

## Modell 304 - Allgemeine Beschreibung

Das **Kugelschlagprüfgerät, Modell 304**, besteht bei allen Varianten aus einer stabilen Grundplatte mit aufmontiertem Halterarm, in den das längs geschlitzte Fallrohr eingelassen und mit einer Querschraube geklemmt ist. Bei den ISO-Versionen wird diese Schraube mit einem Spannhebel angezogen, so dass das Prüfgerät schnell auf variierende Probendicken eingestellt werden kann. Der Hebel lässt sich auch gegen den Druck einer Feder ein wenig herausziehen; er ist dann entrastet und frei drehbar. Unter dem Fallrohr befindet sich - eingesetzt in die Grundplatte - die der jeweiligen Norm entsprechende Matrize. Diese ist leicht austauschbar, gleichzeitig aber doch so genau eingepasst, dass die Achsen von Führungsrohr und Matrize exakt übereinstimmen.

Das untere Ende des Fallgewichts ist mit einem austauschbaren, der verwendeten Matrize zugeordneten Kugelstößel bzw. Patrizenstößel ausgestattet, und hat einen seitlichen Zapfen zur Führung im Längsschlitz des Fallrohres sowie zum Anheben auf die gewünschte Fallhöhe.

Bei den Varianten nach **ISO** kann die Masse des Fallkörpers durch ein aufschraubbares Zusatzgewicht verdoppelt werden (hier ist Gesamtgewicht bis 4 kg möglich). Am Fallrohr ist entlang des Schlitzes eine in cm (ISO) oder inch pounds (ASTM) aufgeteilte Skala angebracht.



Abb. Zusatzgewicht

Entsprechend der Norm ist das **Modell 304 ISO-1 für die direkte Schlagprüfung** mit einer speziellen Probenandruckvorrichtung sowie einer Schlagtiefebegrenzung ausgestattet. Ein über dem Fallrohr verschiebbarer Ring, der im Schlitz geführt ist und mit einer Rändelschraube festgeklemmt werden kann, dient als Anschlag für den seitlichen Zapfen des Fallgewichts. Damit ist eine definierte Vorgabe der Fallenergie gewährleistet, was bei Prüfungen mit festgelegter Fallhöhe eine erhebliche Arbeitserleichterung bedeutet.



Die **indirekte Schlagprüfung nach ISO-2** findet ohne Schlagtiefebegrenzung statt. Hier ruht die jeweils verwendete Patrize bereits auf der zu prüfenden Probe. Der bei der Prüfung fallende Patrizenstößel schlägt auf den oberen Teller der Patrize, wodurch sich die Aufprallenergie durch die Patrize fortsetzt und am unteren Ende der Patrize entsprechend an der Probe auswirkt.

## Durchführung der Kugelschlagprüfung

Nachdem die Proben so vorbereitet wurden, wie dies in den einzelnen Normen vorgeschrieben ist (Oberflächenbehandlung des Schichtträgers, Applikation des Schichtstoffes, Aushärtung, Lagerung, Schichtdickenmessung, evtl. Gitterschnitt etc.), sind zwei grundsätzliche Entscheidungen zu treffen:

- Man kann den Kugelschlag in Richtung auf die Lackschicht ausführen und erhält eine Einbeulung ("intrusion") oder auch von der Gegenseite her, um eine Ausbeulung ("extrusion") zu erzeugen. Die in der Tabelle zitierten Normen überlassen es dem Anwender, die Art der Kugelbeanspruchung selbst festzulegen bzw. zu verabreden.
- Es gibt einmal die Möglichkeit, die Fallenergie auf einen verabredeten, festen Wert einzustellen. Der Impact-Test liefert dann eine Ja/Nein-Aussage über den Widerstand der Beschichtung gegen Rissbildung bei schneller Umformung ("go/no-go Test" oder "pass/fail"-Test). Diese Methode erbringt zwar nur qualitative Ergebnisse, garantiert aber einen schnellen Probendurchlauf bei Serienuntersuchungen.

Quantitative Resultate hingegen enthält man mit der wiederholten Kugelschlagprüfung zur Bestimmung der minimalen Schädigungsenergie. Hierbei wird die Fallhöhe und damit die Impact-Energie so lange variiert, bis man an der Beschichtung Rissbildung und/oder Ablösung feststellt. Der Energiewert, der zu einer derartigen Schädigung geführt hat, ist durch Wiederholungsprüfungen, auch an anderen Probenplatten, definitiv zu bestätigen. Bei abweichenden Ergebnissen wird eine Mittelwertbildung empfohlen. Grundsätzlich - das gilt auch für den go/no-go Test - sollten die Prüfstellen auf der Probe einen ausreichenden Abstand vom Rand (mind. 35 mm) so wie auch voneinander (mind. 70 mm, Mitte zu Mitte) aufweisen.



Abb. Modell 304 ASTM

## Auswertung und Interpretation

Die Untersuchung des durch den Kugelschlag deformierten Bereichs auf Risse und Abplatzungen erfolgt üblicherweise visuell, vielleicht unterstützt durch eine Lupe. Um selbst unscheinbare Risse noch sicher identifizieren zu können, bietet die ASTM D 2794 zusätzlich zwei feinere Untersuchungsmethoden an:

- Durch Befeuchten der Probe mit salzsaurer Kupfersulfatlösung werden auch kleinste Schäden in der Beschichtung deutlich und kontrastreich sichtbar. Dieses Verfahren funktioniert aber nur dann, wenn der Schichtträger aus Stahl besteht und wenn ein eventuell vorhandener Korrosionsschutzüberzug (z.B. Phosphatierung) beim Kugelschlag ebenfalls durchbrochen wurde.
- Bei elektrisch isolierenden Schichten auf metallischem Untergrund kann der deformierte Probenbereich auch mit einem Porositäts-Prüfgerät untersucht werden. Hierbei sind einfache Durchgangstester, die mit 9-V-Gleichspannung arbeiten und als Prüfsonde einen angefeuchteten Schwamm benutzen, völlig ausreichend.

Die Angabe der Fallenergie wird in den einzelnen Normen unterschiedlich gehandhabt. Nach ISO dient die Fallhöhe (in mm) mit Bezug auf das verwendete Fallgewicht als relative Energieskala.

Kugelschlag-Normen schreiben die Benutzung absoluter Energieeinheiten vor: kg m (ISO 6272, ASTM D 2794), inch pound (ASTM D 2794).

Diese Energieeinheiten sind durch folgende Beziehungen miteinander verknüpft:

$$0,1 \text{ kg m} = 8.8 \text{ lbf inch} (= \text{inch pound})$$

Wegen der differierenden Kugel- und Matrizenabmessungen ist es aber nicht möglich, die mit den einzelnen Kugelschlag-Prüfmethoden erhaltenen Resultate rechnerisch exakt umzueichen.

## Zubehör

Optional besteht die Möglichkeit, ein **vorhandenes Standard-Kugelprüfgerät 304 mit Nachrüstsets** (siehe Preisliste) so nachzurüsten, dass normgerechte Prüfungen nach ASTM, ISO-1 und ISO-2 durchgeführt werden können.

Weiterhin erhältlich:



ISO-Aufschraubgewicht  
(1 kg)



Hold-/Release-Vorrichtung  
(Halte-/Auslösevorrichtung  
für Fallgewicht)



Sicherungshalterung "Prisma"  
keilförmige Halterung zum  
Fixieren von runden Prüflingen  
(z.B. Rohre), einschl. 2  
Fixiergurten

Bestellinformation	
Best.-Nr.	Produkt-Bezeichnung
2069.01.31	Kugelschlagprüfgerät, Modell 304 ASTM
2068.01.31	Kugelschlagprüfgerät, Modell 304 ISO-1
2067.01.31	Kugelschlagprüfgerät, Modell 304 ISO-2
	<b>Zubehör</b>
2094.03.32	Nachrüstset (ASTM auf ISO-1)
2094.04.32	Nachrüstset (ASTM auf ISO-2)
2094.06.32	Nachrüstset (ISO-1 auf ISO-2)
2094.02.32	Nachrüstset (ISO-2 auf ISO-1)
2065.03.32	Nachrüstset (ISO-1 auf ASTM)
2094.05.32	Nachrüstset (ISO-2 auf ASTM)
3892.03.17	ISO-Aufschraubgewicht (1 kg) - Zusatzgewicht
1912.02.32	Hold-/Release-Vorrichtung
2058.01.32	Sicherungshalterung "Prisma" einschl. 2 Fixiergurten

Technische Änderungen vorbehalten.  
Gruppe 13 - TBD 304 - IV/2015