

Phantomfallversuch an Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung mit Verzögerungsmessung

DIN
52 310
Teil 2

Headform impact test on safety glazing materials for road vehicles with deceleration measurement

Essai de choc avec tête factice sur les vitrages de sécurité destinés aux véhicules routiers avec mesure de la décélération

Herausgegeben im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Verkehr

Maße in mm

Allgemeintoleranzen: DIN 7168 — m

1 Anwendungsbereich und Zweck

Der Phantomfallversuch nach dieser Norm dient zur Ermittlung des Verhaltens von Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung bei senkrechtem, stoßartigem Auftreffen eines stumpfen massigen Körpers mit Verzögerungsmessung. Die Versuchsergebnisse sollen insbesondere der Feststellung dienen, ob die in der Sicherheitsscheibe verwendeten Verglasungswerkstoffe im vorliegenden Zusammenbau beim möglichen Aufschlag des menschlichen Kopfes einen gewissen Schutz vor stumpfen Schädel-Hirn-Verletzungen bieten.

2 Bezeichnung

Bezeichnung des Phantomfallversuches mit Verzögerungsmessung (B) mit dem 5-kg-Phantomkopf an Proben der Form G und der in den Lieferbedingungen angegebenen konstanten Fallhöhe von z.B. 2000 mm:

Prüfung DIN 52 310 — B5 — G 2000

Bezeichnung des Phantomfallversuches mit Verzögerungsmessung (B) mit dem 10-kg-Phantomkopf an Proben der Form N und variabler Fallhöhe (V):

Prüfung DIN 52 310 — B10 — N — V

3 Geräte

3.1 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung für den Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung besteht im wesentlichen aus den folgenden Geräten und Einrichtungen (siehe Bild 1):

- Fallkörper (siehe Abschnitt 3.1.1 sowie Anhang A und Anhang B)
- Falleinrichtung mit Ausklinkvorrichtung, Führungssystem und Lichtschranke (siehe Abschnitt 3.1.2)
- Halteeinrichtung für die Probe (siehe Abschnitt 3.1.3)
- Aufzugsvorrichtung
- Meßgeräte (siehe Abschnitt 3.1.4)

Fortsetzung Seite 2 bis 23

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

Arbeitsausschuß Glas (AGlas) im DIN

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN

Documents

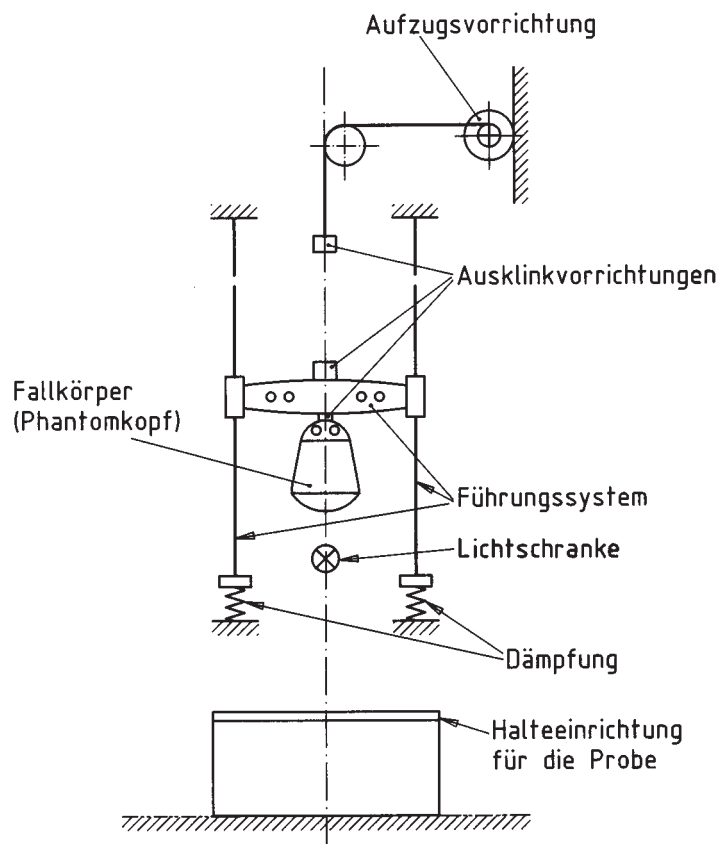


Bild 1. Prinzipskizze für Prüfeinrichtung für den Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung

3.1.1 Fallkörper

Der Fallkörper ist der 5-kg-Phantomkopf nach Anhang A oder der 10-kg-Phantomkopf nach Anhang B.

Die Phantomköpfe sind nach Abschnitt 5 zu kalibrieren und erforderlichenfalls zu justieren.

3.1.2 Falleinrichtung (siehe Bild 1)

Zur Durchführung des Phantomfallversuches wird der jeweilige Phantomkopf an der Traverse des reibungsarmen Führungssystems befestigt und mittels einer Aufzugsvorrichtung auf die gewünschte Fallhöhe (Abstand Unterkante des Phantomkopfes bis Oberfläche Probe) gebracht. Die Fallhöhe wird entsprechend der gewünschten Auftreffgeschwindigkeit gewählt und muß auf 1 % einstellbar sein. Beim Phantomfallversuch wird die Traverse mit dem Phantomkopf freigegeben. Nach dem Passieren der höhenverstellbaren Lichtschranke wird der Phantomkopf von der Traverse ausgeklinkt, die Traverse wird gedämpft aufgefangen, und der Phantomkopf fällt auf die Probe. Durch die Falleinrichtung (Traverse und Ausklinkvorrichtung) und durch die Meßkabel darf dem Phantomkopf kein Impuls erteilt werden, so daß er nur durch die Schwerkraft beschleunigt wird und lotrecht fällt.

3.1.3 Halteinrichtung für die Probe

Die Halteinrichtung nach Bild 2 besteht aus zwei horizontal angeordneten Rahmen aus Stahl, deren aufeinanderpassend bearbeitete Randflächen (50^{+1}_0) mm breit und jeweils mit einer etwa 3 mm dicken Auflage aus Gummi der Härte etwa 70 IRHD (nach DIN 53 519 Teil 2) so belegt sind, daß die Innenkanten der Auflage mit den Innenkanten der beiden Rahmen abschneiden. Die Breite der Auflage aus Gummi muß bei Prüfung von Proben der Form N (siehe Abschnitt 4.1) (15 ± 1) mm und bei Prüfung von Proben der Form G (siehe Abschnitt 4.1)

(50^{+1}_0) mm betragen. Der obere Rahmen wird durch mindestens acht Schrauben, je drei auf den beiden langen Rahmenseiten und je eine auf den kurzen Rahmenseiten, derart aufgedrückt, daß nach dem Phantomfallversuch keine Bewegung der eingespannten Scheibenkante von mehr als 2 mm festgestellt werden kann. Hierzu kann es notwendig sein, die Oberfläche der verwendeten Auflage aufzurauchen.

3.1.4 Meßgeräte

Die Beschleunigungsaufnehmer, Meß- und Registriergeräte müssen den Anforderungen in DIN ISO 6487 für Kanal-Amplitudenklasse CAC 5000 m/s² und Kanal-Frequenzklasse CFC 1000 Hz genügen.

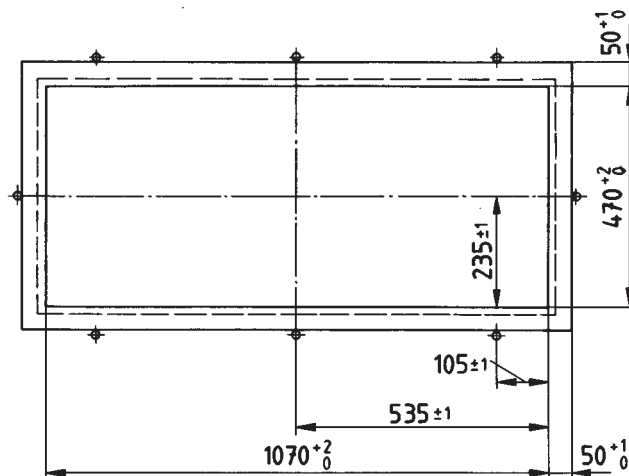


Bild 2. Prinzipskizze für die Halteinrichtung der Probe

3.2 Geräte zum Kalibrieren der Phantomköpfe

3.2.1 Falleinrichtung

Die Falleinrichtung muß gestatten, Fallhöhen zwischen 50 mm und 254 mm auf 1 mm einzustellen. Ein Führungssystem ist für diese geringe Fallhöhe nicht erforderlich.

3.2.2 Prallplatte

Die Prallplatte besteht aus Stahl. Sie hat eine Größe von 600 mm × 600 mm und ist mindestens 50 mm dick. Die Auftrefffläche muß poliert sein: Rauhtiefe¹⁾ $R_{\max} = 1 \mu\text{m}$, Ebenheitstoleranz²⁾ $t = 0,05 \text{ mm}$.

4 Proben

4.1 Probenmaße

Probenmaße nach Tabelle 1. Im allgemeinen ist die Prüfung mit Proben der Form N durchzuführen. Nur für Sicherheitsscheiben aus Kunststoff oder mit Kunststoff dürfen auch Proben der Form G verwendet werden, wenn die Anforderungen nach Abschnitt 6.6 mit Proben der Form N nicht erfüllt werden können.

Tabelle 1. Probenmaße

Form	Länge mm	Breite mm	Dicke
N	1100 ⁺⁵ ₋₂	500 ⁺⁵ ₋₂	Dicke der Scheibe innerhalb der Liefertoleranz
G	1170 ⁰ ₋₂	570 ⁰ ₋₂	

4.2 Probenanzahl

Mindestens 12 Proben je Versuchsserie, wenn nichts anderes festgelegt ist.

4.3 Probenzustand und -vorbereitung

Die Proben müssen plan sein und mindestens gesäumte Kanten (siehe DIN 1249 Teil 11) haben.

Anmerkung: Für den Phantomfallversuch nach dieser Norm müssen plane Scheiben benutzt werden, da nur diese in der Halteeinrichtung nach Abschnitt 3.1.3 definiert aufliegen. Die Prüfung gebogener Scheiben ist ebenfalls durchführbar, jedoch ist für jede Scheibenform ein passender Rahmen erforderlich.

Die Proben sind vor der Prüfung, sofern nichts anderes festgelegt ist, mindestens 4 h bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu lagern. Proben mit Kunststoff-Oberflächen müssen, sofern nichts anderes festgelegt ist, mindestens 48 h im Normalklima DIN 50 014 — 23/50-2 gelagert werden.

5 Kalibrieren und Justieren der Phantomköpfe

Vor jeder Versuchsserie und spätestens nach jeweils 50 Versuchen innerhalb einer Serie müssen die Phantomköpfe kalibriert und erforderlichenfalls justiert werden.

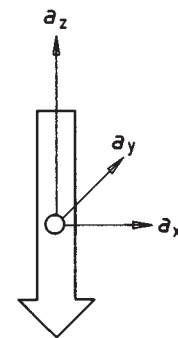
Die Phantomköpfe müssen in demselben Raumklima, in dem auch die Versuche durchgeführt werden, kalibriert und erforderlichenfalls justiert werden. Dazu ist der Phantomkopf vor der Kalibrierung bzw. Justierung mindestens 48 h in diesem Raumklima zu lagern.

5.1 Kalibrieren der Phantomköpfe

Die Prallplatte muß sauber und trocken sein und während des Versuches auf einem Fundament aus Beton kraftschlüssig aufliegen.

Der Phantomkopf muß senkrecht auf die Prallplatte aufreffen. Die Fallhöhen (Unterkante des Phantomkopfes bis Oberfläche Prallplatte) betragen 50, 100, 150 und 254 mm. Es sind die Verzögerungskurven aufzunehmen.

Die größte Verzögerung a_z bei den verschiedenen Fallhöhen in z-Richtung (siehe Bild 3) muß innerhalb der in Tabelle 2 angegebenen Bereiche liegen.



Fallrichtung

Bild 3. Richtungen x, y und z (Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer) für die Verzögerungsmessungen

Tabelle 2. Größte Verzögerung in z-Richtung

Fallhöhe mm	größte Verzögerung a_z in Vielfachem der Erdbeschleunigung g
50	64 ± 5
100	107 ± 5
150	150 ± 7
254	222 ± 12

Die Verzögerungskurven sollen auf einer unimodalen Schwingung basieren. Die Verzögerungskurve bei der Fallhöhe von 254 mm muß mindestens 1,2 ms und höchstens 1,5 ms über 100 g verlaufen.

5.2 Justieren der Phantomköpfe

Werden die im Abschnitt 5.1 angegebenen Bedingungen nicht erreicht, müssen die elastischen Eigenschaften der Phantomköpfe (siehe Bild A.1 und Bild B.1) durch Variation der Dicke des Zwischenringes (13) in der Grundplatte (24) eingestellt werden.

Korrekturen können durch Verstellen der drei selbstsichernden Sechskantmutter (8) auf den Gewindebolzen (16) durchgeführt werden, mit denen die Schale (18) an der Grundplatte (24) befestigt ist. Die Gummiringe (10) unter den Sechskantmutter (8) dürfen nicht spröde und rissig sein.

Die Abdeckung (19) der Auftrefffläche und der Zwischenring (13) sind bei Beschädigung und insbesondere dann immer gleichzeitig auszutauschen, wenn der Phantomkopf nicht mehr justierbar ist.

¹⁾ Definition siehe DIN 4768

²⁾ Definition siehe DIN ISO 1101

6 Durchführung

6.1 Prüftemperatur

Es ist sicherzustellen, daß bei Proben aus und mit Kunststoff der Phantomfallversuch bei einer Temperatur des Kunststoffes von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ durchgeführt wird, sofern nichts anderes vereinbart wurde. Proben mit Kunststoff-Oberflächen sind unmittelbar nach Entnahme aus dem Klimaraum zu prüfen.

6.2 Anordnung der Probe

Die Probe ist symmetrisch so in die Halteeinrichtung einzulegen, daß die dem späteren Einbau entsprechende Innenseite dem Phantomkopf zugewandt ist.

Der Phantomkopf soll die Probe nicht weiter als 40 mm vom Schnittpunkt der Diagonalen einmal treffen; andernfalls ist der Versuch mit einer neuen Probe zu wiederholen.

6.3 Prüfung bei konstanter Fallhöhe

Die Fallhöhe (Unterkante des Phantomkopfes bis Oberfläche Probe) ist nach den gegebenen Anforderungen (gesetzliche Bestimmungen, technische Lieferbedingungen usw.) einzustellen und der Phantomkopf erst nach Auspendeln auszulösen.

6.4 Bestimmung der Anbruchfallhöhe

Von einer gewählten Ausgangsfallhöhe, bei der noch kein Anbruch bzw. Durchschlag eintritt, sind die Fallhöhen bei jedem weiteren Versuch zu steigern. Tritt ein Anbruch bzw. Durchschlag ein, sind die Fallhöhen so zu verringern, bis kein Anbruch bzw. Durchschlag mehr eintritt. Dann sind die Fallhöhen wieder zu steigern usw. Für jeden Phantomfallversuch ist eine neue Probe zu verwenden.

Bei angebrochenen, aber nicht durchschlagenen Proben ist das Bruchbild festzustellen (Kreis-, Radialsprünge). Die Anzahl und Länge von Folienrissen sind nach Verlauf und Lage festzuhalten. Die Tiefe der bleibenden Ausbeulung in der Probe nach dem Aufschlag ist zu messen.

6.5 Aufnahme der Verzögerungskurven

Die beim Auftreffen auf die Probe entstehenden Verzögerungskurven für a_x , a_y , a_z (siehe Bild 3) in Abhängigkeit von der Zeit t sind aufzunehmen.

6.6 Kontrolle der Versuchsbedingungen

Nach dem Phantomfallversuch ist zu kontrollieren, ob sich eine Scheibenkante um mehr als 2 mm in der Halteeinrichtung bewegt hat und ob die Bedingung in Abschnitt 6.2 für den Aufschlagpunkt erfüllt war. Die Beschleunigungskomponenten a_x und a_y bei senkrechtem Auftreffen sollen kleiner als 0,1 a_z sein.

Andernfalls ist der Phantomfallversuch mit einer neuen Probe zu wiederholen.

7 Auswertung

7.1 Bestimmung der Anbruch- bzw. Durchschlagfallhöhe

Als Anbruchfallhöhe bzw. Durchschlagfallhöhe gilt der arithmetische Mittelwert der im Einzelversuch ermittelten Anbruch- bzw. Durchschlagfallhöhen einer Versuchsserie.

Innerhalb einer Versuchsserie sollen mindestens drei Anbrüche bzw. drei Durchschläge vorgekommen sein.

Für Einscheiben-Sicherheitsglas sind Anbruchfallhöhe und Durchschlagfallhöhe identisch.

7.2 Verzögerungsmessungen

Im Falle eines Durchschlages entfällt die Auswertung der Verzögerungsmessung. Andernfalls sind die Verzögerungskurven wie folgt auszuwerten:

Aus den gemessenen Verzögerungskurven $a_x(t)$, $a_y(t)$ und $a_z(t)$ ist die resultierende Beschleunigung $a_{\text{res}}(t)$ im Schwerpunkt nach Gleichung (1) als Vielfaches der Erdbeschleunigung g zu bilden:

$$a_{\text{res}}(t) = \sqrt{a_x^2(t) + a_y^2(t) + a_z^2(t)} \quad (1)$$

Die Zeitspanne, während der die Verzögerung a_{res} den Wert 80 g dauernd überschreitet, sowie der Maximalwert von a_{res} sind zu bestimmen.

Der HIC³⁾-Wert ist als Maß für die Gefahr stumpfer Schädel-Hirn-Verletzungen nach Gleichung (2) zu berechnen:

$$\begin{aligned} \text{HIC} &= \text{Max } f(t) \\ &= \text{Max } (t_2 - t_1)^{-1,5} \left(\int_{t_1}^{t_2} a_{\text{res}}(t) dt \right)^{2,5} \end{aligned} \quad (2)$$

Die Integrationsgrenzen t_1 und t_2 sind so zu wählen, daß das Integral einen Maximalwert annimmt.

Je nachdem, ob der 5- oder 10-kg-Phantomkopf verwendet worden ist, soll das Formelzeichen HIC_{P5} bzw. HIC_{P10} lauten.

8 Prüfbericht

Im Prüfbericht sind unter Hinweis auf diese Norm anzugeben:

- Art der Probenahme
- Art und Aufbau der Sicherheitsscheibe
- Anzahl der Proben
- Form der Proben (siehe Tabelle 1)
- Dicke der Proben in mm auf 0,1 mm
- verwendeter Phantomkopf
- Fallhöhe in mm
- Anbruchfallhöhe in mm
- Durchschlagfallhöhe in mm
- weiterhin für nicht durchschlagene Proben:
 - der zeitliche Verlauf der Beschleunigung $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$, $a_{\text{res}}(t)$
 - die größte resultierende Beschleunigung
 - die Zeitspanne für die resultierende Beschleunigung, die von 80 g dauernd überschritten wird
 - der HIC_{P5}- oder HIC_{P10}-Wert jeder Probe
 - eine Beschreibung des Bruchbildes für angebrochene Proben mit der Anzahl und Länge der Folienrisse und der bleibenden Ausbeulung

³⁾ HIC: Head Injury Criterion [1]

Anhang A

5-kg-Phantomkopf

Durch entsprechende Geometrie, bestimmter Masse und Federsteifigkeit des Phantomkopfes ist dessen Stoßverhalten bei senkrechtem Aufprall auf eine ebene Platte weitgehend dem des menschlichen Schädels angepaßt.

Der Aufbau des 5-kg-Phantomkopfes⁴⁾ ist Bild A.1 und Tabelle A.1 zu entnehmen.

Die Gesamtmasse des 5-kg-Phantomkopfes muß $(5,0^{+0,1}_{-0})$ kg betragen.

Über die Mitte der Grundplatte (24) sind die Beschleunigungsaufnehmer (27) so montiert, daß deren gravimetrisches Zentrum mit dem Schwerpunkt des Phantomkopfes übereinstimmt. Die Beschleunigungsaufnehmer sind senkrecht zueinander anzuordnen (siehe Bild 3).

Durch die Form und Ausführung der Schale (18) einschließlich der Abdeckung (19) werden sowohl die Geometrie (Auftrefffläche) als auch in Verbindung mit dem Zwischenring (13) von bestimmter Dicke und Härte die Federsteifigkeit des menschlichen Schädels simuliert.

Kalibrierung und Justierung des 5-kg-Phantomkopfes siehe Abschnitt 5

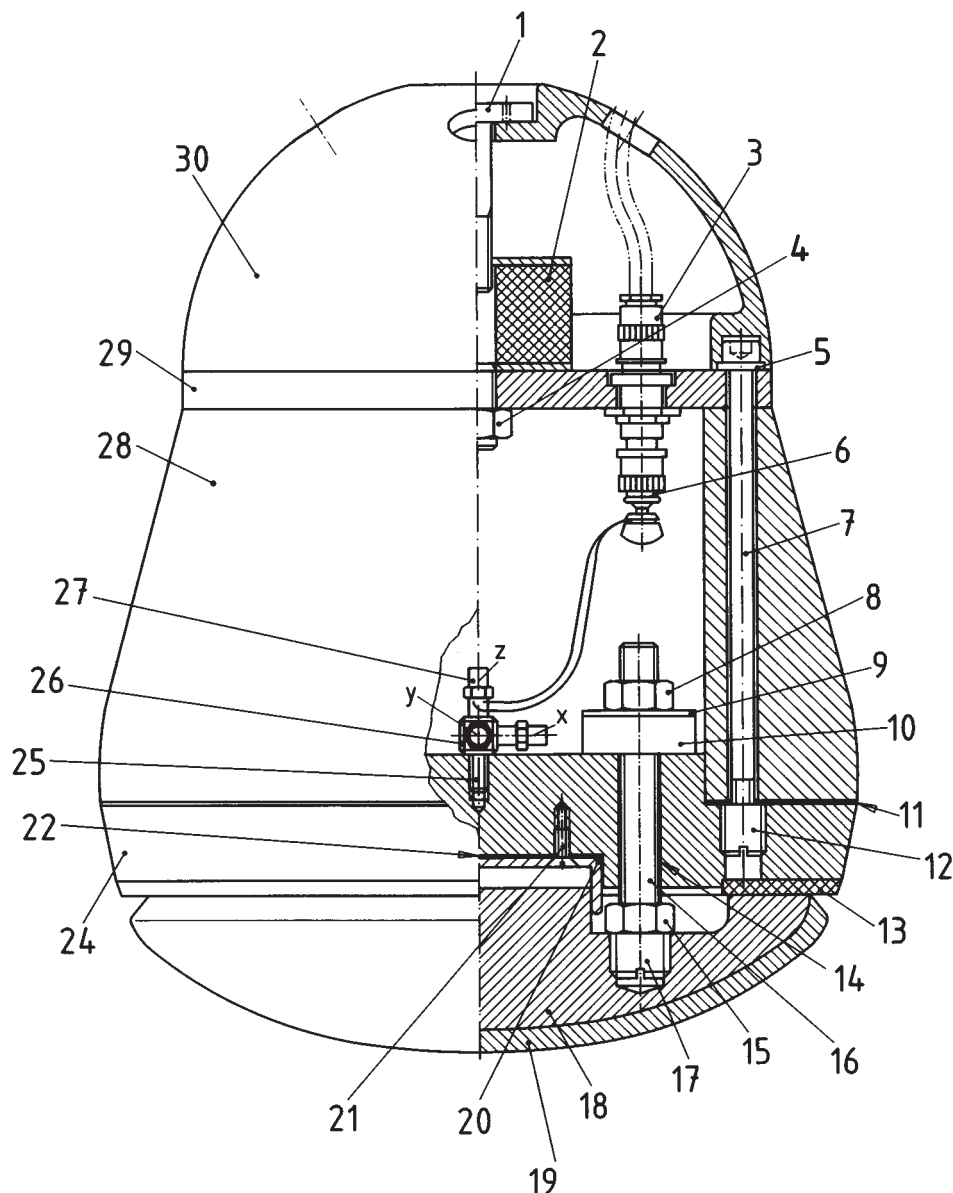


Bild A.1. 5-kg-Phantomkopf

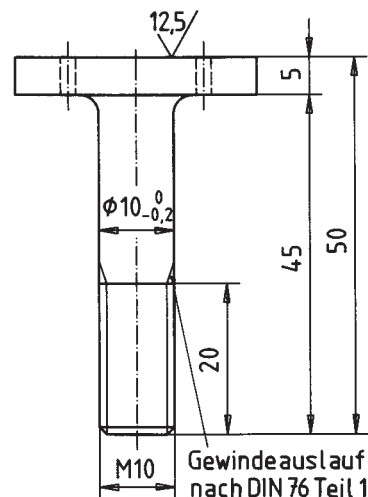
⁴⁾ Über die Bezugsquellen gibt Auskunft: DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafenstraße 6, Postfach 11 07, 1000 Berlin 30.

Tabelle A.1. Stückliste für 5-kg-Phantomkopf nach Bild A.1

Pos. Nr	Stückzahl	Benennung oder Normbezeichnung	Werkstoff	Ausführung und Bemerkungen
1	1	Magnethalterung	Stahl DIN 17 100 — ZSt 50-2 (Werkstoffnummer 1.0533)	Nach Bild A.2
2	1	Schwingungsdämpfer	Gummi/Stahl	Durchmesser: 50 mm Dicke: 30 mm Gewinde: M 10
3	4	HF-Steckverbinder BNC	—	Kuppler — Kuppler nach DIN 45 999 Teil 11
4	1	Sechskantmutter DIN 985 — M 10-8	—	
5	6	Scheibe DIN 125 — B 6,4 — 140 HV	—	
6	3	Übergangsstück Pos. Nr 3 — Pos. Nr 27	—	
7	6	Zylinderschraube DIN 912 — M 6 × 130 — 8.8	—	Anziehen mit 5 Nm
8	3	Sechskantmutter DIN 985 — M 8-8	—	Anziehen mit 2 Nm
9	3	Scheibe	Stahl DIN 17 100 — ZSt 50-2 (Werkstoffnummer 1.0533)	Lochdurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 30 mm Dicke: 1,5 mm
10	3	Gummiring	Gummi, Härte 60 IRHD (nach DIN 53 519 Teil 1)	Lochdurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 30 mm Dicke: 10 mm
11	1	Dämpfungsring	Dichtungspapier	Lochdurchmesser: 120 mm Außendurchmesser: 199 mm Dicke: 0,5 mm
12	6	Einschraubmutter	Gußlegierung DIN 1709 — GD — CuZn37 Pb (Werkstoffnummer 2.0340.05)	Maße M 6 × 15 nach DIN 7965 Siehe auch Bild A.5
13	1	Zwischenring	Butadien-Kautschuk (BR), IRHD-Härte etwa 60 (nach DIN 53 519 Teil 2)	Lochdurchmesser: 129 mm Außendurchmesser: 192 mm Dicke: etwa 4 mm
14	3	Führungsschlauch	Polytetrafluorethen (PTFE)	Innendurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 10 mm Länge: 40 mm
15	3	Sechskantmutter DIN 985 — M 8-8	—	
16	3	Gewindebolzen DIN 976 — AM 8 × 90	—	
17	3	Einschraubmutter	Gußlegierung DIN 1709 — GD — CuZn 37 Pb (Werkstoffnummer 2.0340.05)	Maße M 8 × 12 nach DIN 7965 Siehe auch Bild A.3
18	1	Schale	Polyamid 12 (siehe DIN 16 773 Teil 1), naturfarbig	Nach Bild A.3
19	1	Abdeckung	Butadien-Kautschuk (BR)	Dicke: 6 mm einseitig geriffelt Siehe auch Bild A.3
20	1	Führungshülse	Legierung DIN 1725 — AlMg5 (Werkstoffnummer 3.3555)	Nach Bild A.4

Tabelle A.1. (Fortsetzung)

Pos. Nr	Stückzahl	Benennung oder Normbezeichnung	Werkstoff	Ausführung und Bemerkungen
21	4	Senkschraube ISO 2009 — M 5 × 10 — 5.8	—	
22	1	Dämpfungsscheibe	Dichtungspapier	Durchmesser: 65 mm Dicke: 0,5 mm
23	2	Gewindestift DIN 913 — M 8 × 10 — 45 H	—	
24	1	Grundplatte	Legierung DIN 1725 — AlMg5 (Werkstoffnummer 3.3555)	Nach Bild A.5
25	1	Gewindestift mit Innensechskant	Festigkeitsklasse 45 H nach DIN ISO 898 Teil 5	
26	1	Triaxialer Montageblock	—	
27	3	Beschleunigungsaufnehmer	—	Siehe Abschnitt 3.1.4
28	1	Holzteil	Rotbuche, Schichtleimung	Nach Bild A.6
29	1	Deckplatte	Polyamid 12 (siehe DIN 16 773 Teil 1)	Nach Bild A.7
30	1	Schutzkappe	Polyamid 12 (siehe DIN 16 773 Teil 1)	Nach Bild A.8

$$25 / (12,5 /)$$


Alle nichtbemaßten
Radien $R = 2,5$

Bild A.2. Magnethalterung (Pos. Nr 1)