

DIN 52354



ICS 43.040.65

Mit DIN ISO 15082:2018-02
Ersatz für
DIN 52310-2:2011-04

Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung an Glas- und Kunststoff-Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung

Headform impact test with deceleration measurement on glass and plastic safety panes for vehicle glazing

Essai de choc avec tête factice avec mesure de décélération sur vitres de sécurité en verre et plastique pour vitrage de véhicule

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
DIN-Normenausschuss Automobiltechnik (NAAutomobil)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Bezeichnung	6
5 Kurzbeschreibung	6
6 Geräte	6
6.1 Prüfeinrichtung	6
6.2 Geräte zum Kalibrieren des Fallkörpers	8
7 Proben	9
7.1 Probenmaße	9
7.2 Probenanzahl	9
7.3 Probenzustand und -vorbereitung	9
8 Kalibrieren und Justieren des Fallkörpers	9
8.1 Allgemeines	9
8.2 Kalibrieren	10
8.3 Justieren	11
9 Durchführung	11
9.1 Versuchsablauf	11
9.2 Prüftemperatur	11
9.3 Anordnung der Probe	11
9.4 Prüfung bei konstanter Fallhöhe	11
9.5 Bestimmung der Anbruchfallhöhe	11
9.6 Aufnahme der Verzögerungskurven	12
9.7 Überprüfen der Versuchsbedingungen	12
10 Berechnung und Angabe der Versuchsergebnisse	12
10.1 Anbruch- bzw. Durchschlag-Fallhöhe	12
10.2 Verzögerungsmessungen	12
11 Prüfbericht	13
Anhang A (normativ) Aufbau des 5-kg-Phantomkopfes	15
Anhang B (normativ) Aufbau des 10-kg-Phantomkopfes	26
Anhang C (informativ) Ergebnisse des Ringversuches zur Kalibrierung der Phantomköpfe	36
Literaturhinweise	37

Bilder

Bild 1 — Prinzipskizze einer Prüfeinrichtung für den Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung	7
Bild 2 — Prinzipskizze für die Halteeinrichtung der Probe	8
Bild 3 — Richtungen x, y und z (Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer) für die Messungen der Verzögerung a	10
Bild A.1 — 5-kg-Phantomkopf	16
Bild A.2 — Magnethalterung (Pos.-Nr. 1)	19
Bild A.3 — Schale (Pos. -Nr. 18) mit Abdeckung (Pos.-Nr. 19) und Einschraubmutter (Pos. -Nr. 17)	20
Bild A.4 — Führungshülse (Pos.-Nr. 20)	21
Bild A.5 — Grundplatte (Pos. -Nr. 24) mit Einschraubmutter (Pos. -Nr. 12) und Zwischenring (Pos. -Nr. 13)	22
Bild A.6 — Holzteil (Pos. -Nr. 28)	23
Bild A.7 — Deckplatte (Pos. -Nr. 29)	24

Bild A.8 — Schutzkappe (Pos. -Nr. 30)	25
Bild B.1 — 10-kg-Phantomkopf	26
Bild B.2 — Magnethalterung (Pos.-Nr. 1)	29
Bild B.3 — Schale (Pos.-Nr. 18) mit Abdeckung (Pos.-Nr. 19) und Einschraubmutter (Pos.-Nr. 17) .	30
Bild B.4 — Führungshülse (Pos.-Nr. 20)	31
Bild B.5 — Grundplatte (Pos.-Nr. 24) mit Zwischenring (Pos.-Nr. 13)	32
Bild B.6 — Holzteil (Pos.-Nr. 28)	33
Bild B.7 — Deckplatte (Pos.-Nr. 29)	34
Bild B.8 — Schutzkappe (Pos.-Nr. 30)	35

Tabellen

Tabelle 1 — Probenmaße	9
Tabelle 2 — Einzuhaltende größte Verzögerung a_z in z-Richtung in Abhängigkeit von der Fallhöhe	10
Tabelle A.1 — Stückliste für 5-kg-Phantomkopf nach Bild A.1	17
Tabelle B.1 — Stückliste für 10-kg-Phantomkopf nach Bild B.1	27
Tabelle C.1 — Ringversuchsergebnisse für die größte Verzögerung a_z bei den vier verschiedenen Fallhöhen zur Kalibrierung der Phantomköpfe	36

Vorwort

Diese Norm ist vom Arbeitsausschuss NA 062-03-61 AA „Prüfung von Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet worden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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 52310-2:2011-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel auf Grund der Änderung des Anwendungsbereiches angepasst;
- b) im Anwendungsbereich die Prüfung von Kunststoffproben mit dem 10-kg-Prüfkopf entsprechend DIN ISO 15082 ausgeschlossen;
- c) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- d) Inhalt redaktionell überarbeitet und an die aktuellen Gestaltungsregeln angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN 52310-2: 1991-01, 2011-04

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt einen Phantomfallversuch zur Bestimmung des Verhaltens von Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung bei senkrechtem, stoßartigem Auftreffen eines stumpfen massigen Körpers mit Verzögerungsmessung fest.

ANMERKUNG Die Ergebnisse des Phantomfallversuchs dienen insbesondere der Feststellung, 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.

Dieses Dokument gilt nicht für die Prüfung von Kunststoffproben mit dem 10kg-Prüfkopf, dafür gelten die Festlegungen nach DIN ISO 15082.

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).

DIN 76-1, *Gewindeausläufe und Gewindefreistiche — Teil 1: Für Metrisches ISO-Gewinde nach DIN 13-1*

DIN 976-1, *Mechanische Verbindungselemente — Gewindebolzen — Teil 1: Metrisches Gewinde*

DIN 1249-11, *Flachglas im Bauwesen — Teil 11: Glaskanten — Begriffe, Kantenformen und Ausführung*

DIN 7965, *Einschraubmuttern (Schraubdübel)*

DIN EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung und Erzeugnisformen*

DIN EN 1982, *Kupfer und Kupferlegierungen — Blockmetalle und Gussstücke*

DIN EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

DIN EN 61169-8, *Hochfrequenz-Steckverbinder — Teil 8: Rahmenspezifikation — Koaxiale Hochfrequenzsteckverbinder mit 6,5 mm (0,256 in) Innendurchmesser des Außenleiters und Bajonettverschluss — Wellenwiderstand 50 Ohm (Typ BNC)*

DIN EN ISO 898-5, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 5: Gewindestifte und ähnliche Verbindungselemente mit Gewinde in festgelegten Härteklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*

DIN EN ISO 16396-1, *Kunststoffe — Polyamid (PA)-Formmassen für das Spritzgießen und die Extrusion — Teil 1: Bezeichnungssystem, Produktkennzeichnung und Basis für Spezifikationen*

DIN EN ISO 2009, *Senkschrauben mit Schlitz — Produktklasse A*

DIN EN ISO 4026, *Gewindestifte mit Innensechskant mit Kegelstumpf*

DIN EN ISO 4762, *Zylinderschrauben mit Innensechskant*

DIN EN ISO 7090, *Flache Scheiben mit Fase — Normale Reihe — Produktklasse A*

DIN EN ISO 10511, *Niedrige Sechskantmuttern mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz)*

DIN ISO 48, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)*

DIN ISO 2768-1, *Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 15082, *Straßenfahrzeuge — Prüfverfahren für Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff*

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications*¹

ISO 6487, *Road vehicles — Measurement techniques in impact tests — Instrumentation*

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

4 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. 2 000 mm:

Prüfung DIN 52354 — 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 52354 — B10 — N — V

5 Kurzbeschreibung

Ein Fallkörper wird in einer Falleinrichtung befestigt und mittels einer Aufzugseinrichtung auf die Fallhöhe gebracht, die entsprechend der gewünschten Auftreffgeschwindigkeit auszuwählen ist. Der Fallkörper wird freigegeben und im freien Fall lotrecht auf die Probe fallengelassen. Es werden die Anbruch- und Durchschlag-Fallhöhen bestimmt sowie die zeitliche Verzögerung beim Aufprall auf die Probe aufgezeichnet.

6 Geräte

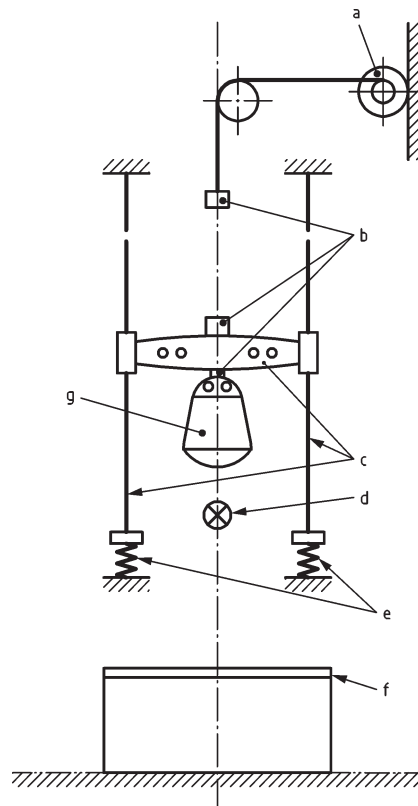
6.1 Prüfeinrichtung

6.1.1 Allgemeines

Die Prüfeinrichtung für den Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung besteht im Wesentlichen aus den Geräten und Einrichtungen nach 6.1.2 bis 6.1.6. Eine Prinzipskizze einer Prüfeinrichtung ist in Bild 1 dargestellt.

¹ ISO 554 wurde kurz vor der Veröffentlichung der DIN 52354 ersatzlos zurückgezogen.

Die Maße sind in Millimeter (mm) angegeben. Für Maße ohne Toleranzangaben gelten nach DIN ISO 2768-1 die Allgemeintoleranzen ISO 2768 – f.



Legende

- a Aufzugseinrichtung
- b Ausklineinrichtung
- c Führungssysteme
- d Lichtschranke
- e Dämpfung
- f Halteeinrichtung für die Probe
- g Fallkörper (Phantomkopf)

Bild 1 — Prinzipskizze einer Prüfeinrichtung für den Phantomfallversuch mit Verzögerungsmessung

6.1.2 Fallkörper, Phantomkopf mit einer Gesamtmasse von $5_0^{+0,1}$ kg nach Anhang A oder Phantomkopf mit einer Gesamtmasse von $10_0^{+0,2}$ kg nach Anhang B, jeweils kalibriert und justiert nach Abschnitt 8.

Bei drahtloser Datenübertragung ist sicherzustellen, dass die in den Fallkörper integrierten elektronischen Bauteile die Masse, Schwerpunktslage und Federsteifigkeit des jeweiligen Phantomkopfes nicht beeinflussen. Eine Montage von derartigen elektronischen Modulen darf, ebenso wie eine gegebenenfalls erforderliche Massenberichtigung, lediglich an der Grundplatte (siehe Pos.-Nr. 24 im Bild A.1 bzw. Bild B.1) erfolgen. Eine solche Modifikation muss auf diejenige Oberfläche der Grundplatte beschränkt sein, die dem Hohlraum innerhalb des Phantomkopfes zugewandt ist. Weitere gegebenenfalls erforderliche Miniaturbauteile zur Steuerung der elektronischen Module (z. B. Mikroschalter, Ladebuchsen der Spannungsversorgung) dürfen an Stelle der Koaxialkabel eingesetzt werden, wobei die ursprünglichen Bohrungen in der Deckplatte (siehe Pos.-Nr. 29 im Bild A.1 bzw. Bild B.1) und der Schutzkappe (siehe Pos.-Nr. 30 im Bild A.1 bzw. Bild B.1) für die Verdrahtung und Montage zu nutzen sind.

6.1.3 Falleinrichtung, mit Ausklinkeinrichtung und, bei Datenübertragung mittels Messkabel mit einem reibungsarmen Führungssystem mit Traverse, höhenverstellbarer Lichtschranke und Auffangeinrichtung zur Dämpfung des Auftreffens der Traverse, einstellbar auf 1 % der Fallhöhe.

Die Falleinrichtung muss so beschaffen sein, dass ein impulsfreier und lotrechter, nur von der Schwerkraft beschleunigter Fall des Phantomkopfes sichergestellt ist.

Bei drahtloser Datenübertragung darf auf den Einsatz des Führungssystems verzichtet werden, da das Risiko einer Beeinflussung des lotrechten Falls durch Messkabel entfällt.

6.1.4 Aufzugseinrichtung, für den Fallkörper (6.1.2).

6.1.5 Halteeinrichtung, für die Probe, bestehend aus zwei horizontal angeordneten Rahmen aus Stahl, deren aufeinander passend bearbeitete Randflächen 50^{+1}_0 mm breit und jeweils mit einer etwa 3 mm dicken Auflage aus Gummi der Härte von etwa 70 IRHD nach DIN ISO 48 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 7.1) (15 ± 1) mm und bei Prüfung von Proben der Form G (siehe 7.1) (50^{+1}_0) mm betragen. Der obere Rahmen ist durch mindestens acht Schrauben, je drei auf den beiden langen Rahmenseiten und je eine auf den kurzen Rahmenseiten, oder z. B. hydraulisch oder pneumatisch derart aufzudrücken, dass nach dem Phantomfallversuch keine Bewegung der eingespannten Scheibenkante größer 2 mm festgestellt wird. Hierzu kann es notwendig sein, die Oberfläche der verwendeten Auflage aufzurauen.

Eine Prinzipskizze der Halteeinrichtung ist im Bild 2 dargestellt.

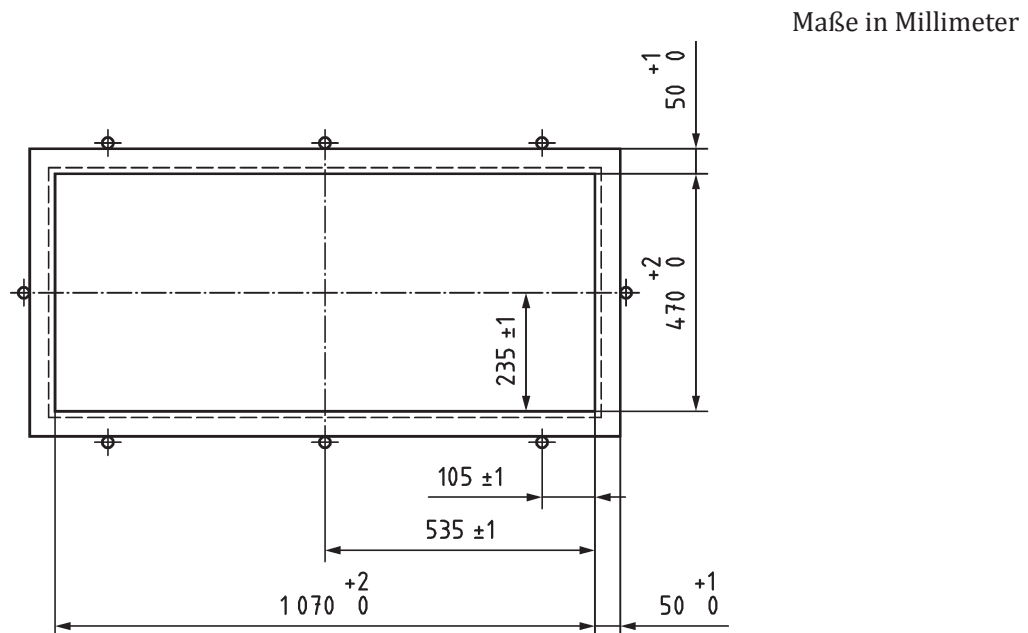


Bild 2 — Prinzipskizze für die Halteeinrichtung der Probe

6.1.6 Messgeräte, Beschleunigungsaufnehmer, Mess- und Registriergeräte nach ISO 6487, Kanal-Amplitudenklasse CAC 5 000 m/s² und Kanal-Frequenzklasse CFC 1 000 Hz.

6.2 Geräte zum Kalibrieren des Fallkörpers

6.2.1 Falleinrichtung, auf 1 mm einstellbar für Fallhöhen im Bereich von 50 mm bis 254 mm. Ein Führungssystem ist für diese geringe Fallhöhe nicht erforderlich.

6.2.2 Prallplatte, aus Stahl, mit einem Querschnitt von 600 mm × 600 mm, einer Mindestdicke von 50 mm und einer Ebenheitstoleranzzone der Auftrefffläche nach DIN EN ISO 1101 von 0,05 mm.

7 Proben

7.1 Probenmaße

Es sind die Probenmaße nach Tabelle 1 einzuhalten. Generell 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 9.7 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 nach gesetzlichen Bestimmungen oder vertraglicher Vereinbarung festgelegten Grenzabweichung von der Nenndicke
G	1170^{0}_{-2}	570^{0}_{-2}	

7.2 Probenanzahl

Je Versuchsserie sind mindestens 12 Proben zu verwenden, sofern nichts Anderes festgelegt ist.

7.3 Probenzustand und -vorbereitung

Die Proben müssen plan sein und mindestens gesäumte Kanten nach DIN 1249-11 haben.

ANMERKUNG Plane Scheiben sind erforderlich, da nur diese in der Halteeinrichtung (6.1.5) definiert aufliegen. Die Prüfung gebogener Scheiben ist ebenfalls durchführbar; jedoch wird für jede Scheibenform ein passender Rahmen gebraucht.

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 Normal-klima nach ISO 554 bei einer Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $(50 \pm 6) \%$ gelagert werden.

8 Kalibrieren und Justieren des Fallkörpers

8.1 Allgemeines

Vor jeder Versuchsserie und spätestens nach jeweils 50 Prüfungen innerhalb einer Serie muss der Fallkörper (6.1.2) kalibriert und erforderlichenfalls justiert werden.

Der Fallkörper muss in demselben Raumklima, in dem auch die Prüfungen durchgeführt werden, kalibriert und erforderlichenfalls justiert werden. Dazu ist er vor der Kalibrierung bzw. Justierung mindestens 48 h in diesem Raumklima zu lagern.

8.2 Kalibrieren

Die Prallplatte (6.2.2) muss sauber und trocken sein und während der Prüfung auf einem Fundament aus Beton kraftschlüssig aufliegen. Sie darf auch in eine massive Haltevorrichtung eingelegt sein, wenn diese den Kraftschluss zu einem Betonfundament herstellt.

Der Fallkörper (6.1.2) muss senkrecht auf die Prallplatte (6.2.2) auftreffen. Die Fallhöhen, d. h. der Abstand zwischen Unterkante des Fallkörpers und Oberfläche der Prallplatte, müssen 50 mm, 100 mm, 150 mm und 254 mm betragen. Es sind die Verzögerungskurven aufzunehmen.

Die größte Verzögerung a_z , d. h. der Maximalwert der Verzögerungskurve $a(t)$ bei den verschiedenen Fallhöhen in z-Richtung (siehe Bild 3) muss innerhalb der in Tabelle 2 angegebenen Bereiche liegen.

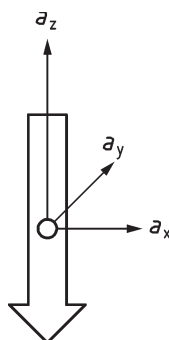


Bild 3 — Richtungen x, y und z (Anordnung der Beschleunigungsaufnehmer) für die Messungen der Verzögerung a

Tabelle 2 — Einzuhaltende größte Verzögerung a_z in z-Richtung in Abhängigkeit von der Fallhöhe

Fallhöhe mm	Größte Verzögerung a_z ^{a,b} m/s ²
50	$(82 \pm 8) g$
100	$(128 \pm 8) g$
150	$(167 \pm 10) g$
254	$(227 \pm 14) g$

^a Die Werte der größten Verzögerung a_z sind die Maximalwerte der Verzögerungskurven $a_z(t)$ und stellen jeweils ein Vielfaches der Fallbeschleunigung g ($9,81 \text{ m/s}^2$) dar.

^b Die a_z -Werte sind die Mittelwerte eines Ringversuches mit dem 10-kg-Phantomkopf (siehe Anhang C). Die festgelegten Grenzwerte für die Fallhöhen 50 mm und 254 mm entsprechen hierbei $(2 \times s_R)$, wobei s_R die Vergleichsstandardabweichung aus dem Ringversuch für die jeweilige Fallhöhe ist und der Faktor 2 (gerundet) für die Wahrscheinlichkeit $P = 95 \%$ steht. Für die Fallhöhen 100 mm und 150 mm wurden, anstelle der hierfür ermittelten kleineren Werte $(2 \times s_R)$, größere Grenzwerte festgelegt, dass deren relative Größe mit derjenigen bei Fallhöhe 254 mm identisch ist. Eine kleinere Grenzwerte für diese beiden Fallhöhen ist nicht prinzipiell zu begründen, und der Vergleich mit weiteren Messsystemen lässt für 100 mm und 150 mm ebenfalls größere Standardabweichungen erwarten.

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

8.3 Justieren

Werden die in 8.2 angegebenen Bedingungen nicht erreicht, müssen die elastischen Eigenschaften des Fallkörpers (6.1.2) durch Variation der Dicke des Zwischenrings (13) der Grundplatte (24) eingestellt werden (siehe Bild A.1 und Bild B.1).

Korrekturen sind durch Verstellen der drei selbstsichernden Sechskantmutter (8) auf den Gewindebolzen (16) durchzuführen, 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 Fallkörper (6.1.2) nicht mehr justierbar ist.

9 Durchführung

9.1 Versuchsablauf

Der Fallkörper (6.1.2) ist in der Falleinrichtung (6.1.3) zu befestigen, bei Datenübertragung mit Messkabeln an der Traverse des Führungssystems, und mittels der Aufzugseinrichtung (6.1.4) auf die gewünschte Fallhöhe zu bringen. Die Fallhöhe, d. h. der Abstand zwischen Unterkante des Fallkörpers und Oberfläche der Probe, ist entsprechend der gewünschten Auftreffgeschwindigkeit zu wählen. Der Fallkörper bzw. die Traverse mit dem Fallkörper ist freizugeben, wodurch dieser auf die Probe fällt.

Bei Benutzung eines Führungssystems ist der Fallkörper aus der Traverse auszuklinken, nachdem diese die höhenverstellbare Lichtschranke passiert hat. Die Traverse ist gedämpft aufzufangen, und es ist sicherzustellen, dass durch die Falleinrichtung (6.1.3), d. h. durch Traverse und Ausklinkeinrichtung sowie die Messkabel, dem Fallkörper (6.1.2) kein Impuls erteilt wird, sodass er nur durch die Schwerkraft beschleunigt wird und lotrecht fällt.

9.2 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 festgelegt ist. Proben mit Kunststoff-Oberflächen sind unmittelbar nach Entnahme aus dem Klimaraum zu prüfen (siehe 7.3).

9.3 Anordnung der Probe

Die Probe ist symmetrisch so in die Halteeinrichtung (6.1.5) einzulegen, dass die dem späteren Einbau entsprechende Innenseite dem Phantomkopf zugewandt ist.

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

9.4 Prüfung bei konstanter Fallhöhe

Die Fallhöhe ist nach den gegebenen Anforderungen (gesetzliche Bestimmungen, technische Lieferbedingungen usw.) einzustellen und der Phantomkopf erst nach Auspendeln auszulösen.

9.5 Bestimmung der Anbruchfallhöhe

Von einer gewählten Ausgangs-Fallhöhe, 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.

Innerhalb einer Versuchsserie müssen mindestens drei Anbrüche bzw. drei Durchschläge aufgetreten sein.

ANMERKUNG Für Einscheiben-Sicherheitsglas sind Anbruchfallhöhe und Durchschlagfallhöhe identisch.

Bei angebrochenen, aber nicht durchschlagenen Proben ist das Bruchbild festzustellen (Prüfung auf Kreis- und 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.

9.6 Aufnahme der Verzögerungskurven

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

9.7 Überprüfen der Versuchsbedingungen

Nach dem Phantomfallversuch ist zu überprüfen, ob

- die Bewegung einer Scheibenkante in der Halteeinrichtung (6.1.5) größer 2 mm betrug;
 - die in 9.3 festgelegte Bedingung für den Aufschlagpunkt erfüllt war (≤ 40 mm vom Schnittpunkt der Probenflächen-Diagonalen entfernt);
- und
- ein lotrechter Fall eingehalten wurde, d. h. die horizontalen Beschleunigungskomponenten a_x und a_y kleiner $0,1 a_z$ waren.

Bei Nichteinhaltung der genannten Kennwerte ist der Phantomfallversuch mit einer neuen Probe zu wiederholen.

10 Berechnung und Angabe der Versuchsergebnisse

10.1 Anbruch- bzw. Durchschlag-Fallhöhe

Als Anbruch-Fallhöhe bzw. Durchschlag-Fallhöhe gilt der arithmetische Mittelwert der im Einzelversuch ermittelten Anbruch- bzw. Durchschlag-Fallhöhen einer Versuchsserie.

10.2 Verzögerungsmessungen

Im Fall eines Durchschlags 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 Fallbeschleunigung g , angegeben in Meter je Sekunde zum Quadrat (m/s^2), zu berechnen:

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

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

Der *HIC*-Wert (*HIC*, en: head injury criterion, siehe [3]) ist als Maß für die Gefahr stumpfer Schädel-Hirn-Verletzungen nach Gleichung (2) zu berechnen:

$$HIC = \text{Max } f(t) = \text{Max}_{t_1, t_2} \left[(t_2 - t_1)^{-1,5} \left(\int_{t_1}^{t_2} a_{\text{res}}(t) dt \right)^{2,5} \right] \quad (2)$$