

DIN ISO 15082

ICS 43.040.65; 83.080.01

Einsprüche bis 2017-07-26

Ersatzvermerk
siehe unten**Entwurf**

**Straßenfahrzeuge –
Prüfverfahren für Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff
(ISO 15082:2016);
Text Deutsch und Englisch**

Road vehicles –

Tests for rigid plastic safety glazing materials (ISO 15082:2016);

Text in German and English

Véhicules routiers –

Essais pour les vitrages de sécurité rigides en matières plastiques (ISO 15082:2016);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-05-26 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, 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.

Ersatzvermerk

Vorgesehen mit E DIN ISO 3537:2017-04 als Ersatz für DIN 52310:1986-07 und DIN 52347:1987-12;
vorgesehen als teilweiser Ersatz für DIN 52310-2:2011-04

Gesamtumfang 105 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Prüfbedingungen	8
5 Konditionierung der Probekörper.....	9
6 Anwendung der Prüfungen	9
7 Prüfung der optischen Eigenschaften	9
8 Phantomfall- oder Bruchprüfung	9
8.1 Kurzbeschreibung	9
8.2 Prüfgerät.....	9
8.3 Probekörper	11
8.4 Durchführung.....	11
8.5 Angabe der Ergebnisse	12
9 Phantomfallprüfung mit Verzögerungsmessung.....	12
9.1 Kurzbeschreibung	12
9.2 Prüfbedingungen	12
9.3 Konditionierung der Probekörper.....	12
9.4 Prüfaufbau.....	12
9.5 Kalibrierung und Einstellung des Phantomfallkörpers	19
9.6 Probekörper	19
9.7 Prüfverfahren	20
9.8 Angabe der Ergebnisse	20
9.9 Angabe der Ergebnisse	21
10 Kugelfallprüfung.....	21
10.1 Kugelfallprüfung mit 227-Gramm-Kugel.....	21
10.1.1 Kurzbeschreibung	21
10.1.2 Prüfgerät.....	22
10.1.3 Probekörper	22
10.1.4 Durchführung.....	23
10.1.5 Angabe der Ergebnisse	23
10.2 Kugelfallprüfung mit 2 260-Gramm-Kugel	23
10.2.1 Kurzbeschreibung	23
10.2.2 Prüfgerät.....	23
10.2.3 Probekörper	23
10.2.4 Durchführung.....	23
10.2.5 Angabe der Ergebnisse	24
11 Prüfung der Abriebbeständigkeit.....	24
11.1 Kurzbeschreibung	24
11.2 Abriebbeständigkeit unter trockenen Bedingungen	24
11.2.1 Prüfgerät.....	24

11.3	Probekörper	29
11.4	Abgleichen der Reibräder	29
11.5	Durchführung	29
11.5.1	Reinigung.....	29
11.5.2	Konditionierung.....	30
11.5.3	Messung der Anfangstrübung	30
11.5.4	Abriebprüfung	30
11.5.5	Nach der Abriebprüfung	31
11.5.6	Messung der Endtrübung	31
11.6	Angabe der Ergebnisse	32
11.7	Abriebbeständigkeit unter nassen Bedingungen	34
11.7.1	Prüfgerät.....	34
11.7.2	Reagenzien.....	36
11.7.3	Probekörper.....	36
11.7.4	Durchführung	37
11.7.5	Angabe der Ergebnisse	37
12	Gitterschnittprüfung	37
12.1	Kurzbeschreibung	37
12.2	Prüfgerät.....	37
12.3	Probekörper	38
12.4	Durchführung	39
12.5	Angabe der Ergebnisse	39
13	Prüfung der Chemikalienbeständigkeit.....	39
13.1	Kurzbeschreibung	39
13.2	Chemische Wirkstoffe	39
13.3	Probekörper	40
13.4	Prüfverfahren	40
13.5	Angabe der Ergebnisse	41
14	Prüfung zur Ermittlung der Beständigkeit gegen künstliche Bewitterung	42
14.1	Kurzbeschreibung	42
14.2	Expositionsgerät	42
14.2.1	Xenonbogenlampe	42
14.2.2	Messungen	42
14.3	Probekörper	43
14.4	Durchführung	43
14.4.1	Temperatur	43
14.4.2	Relative Luftfeuchte.....	43
14.4.3	Wasser	44
14.5	Auswertung.....	44
14.6	Angabe der Ergebnisse	45
14.7	Bericht über die Prüfparameter	45
15	Prüfung der Feuerbeständigkeit.....	45
15.1	Kurzbeschreibung	45
15.2	Prüfgerät.....	45
15.3	Probekörper	46
15.4	Prüfverfahren	46
15.5	Angabe der Ergebnisse	46
Anhang A (informativ) Prüfung der Flexibilität bzw. Härte zur Kategorisierung von Kunststoff-Sicherheitsscheiben		48
Anhang B (informativ) Modifikation der Vakuumabsaugdüse		49
Anhang C (normativ) Kalibrierung der Waschvorrichtung.....		50
Anhang D (informativ) Verifizierung der Kalibrierung des Abriebprüfgeräts von Taber		52

Anhang E (informativ) Ergebnisse des Ringversuchs zur Bestimmung von Werten für Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung in der Abriebprüfung mit dem Taber-Abriebprüfgerät.....	54
Literaturhinweise.....	56

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 15082:2016, *Road vehicles — Tests for rigid plastic safety glazing materials*, soll unverändert in diese Deutsche Norm übernommen werden.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-03-61 AA „Prüfung von Sicherheits-scheiben für Fahrzeugverglasung“ 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 internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 48	siehe DIN ISO 48
ISO 3536	siehe DIN ISO 3536
ISO 3537	siehe DIN ISO 3537 (zur Zeit Entwurf)
ISO 3538	siehe DIN ISO 3538
ISO 3917	siehe DIN ISO 3917
ISO 4892-1:1999	siehe DIN EN ISO 4892-1:2001-09
ISO 4892-2:2013	siehe DIN EN ISO 4892-2:2013-06
ISO 5725-2	siehe DIN ISO 5725-2
ISO 20566	siehe DIN EN ISO 20566

ANMERKUNG 1 Es ist beabsichtigt, dass die zukünftige DIN ISO 3537 (für Sicherheitsscheiben aus Glas) und die zukünftige DIN ISO 15082 (für Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff) zusammen DIN 52310, *Phantomfallversuch an Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung*, und DIN 52347, *Prüfung von Glas und Kunststoff — Verschleißprüfung; Reibradverfahren mit Streulichtmessung*, vollständig ersetzen.

ANMERKUNG 2 Es ist beabsichtigt, dass die zukünftige DIN ISO 15082 die DIN 52310-2 „Phantomfallversuch an Sicherheitsscheiben für Fahrzeugverglasung — Teil 2: Versuch mit Verzögerungsmessung“ zum Teil ersetzen soll. Der teilweise Ersatz betrifft die „Verzögerungsmessung mit dem 10 Kg-Phantomkopf“ an Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff (siehe Abschnitt 9 dieses Dokuments). Für die in der DIN 52310-2 ebenfalls enthaltene „Verzögerungsmessung mit dem 5 Kg-Phantomkopf“ an Sicherheitsscheiben aus Glas oder hartem Kunststoff und die „Verzögerungsmessung mit dem 10 Kg-Phantomkopf“ an Sicherheitsscheiben aus Glas soll nach dem teilweisen Ersatz durch die zukünftige DIN ISO 15082 eine nationale „Restnorm“ erarbeitet werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 52310:1986-07, DIN 52310-2:2011-04 und DIN 52347:1987-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) vollständige Übernahme der ISO 15082:2016, welche bezüglich Abschnitt 8 „Phantomfall- oder Schlagprüfung“ auf Grundlage der DIN 52310 erarbeitet wurde;
- b) vollständige Übernahme der ISO 15082:2016, welche bezüglich Abschnitt 9 „Phantomfallprüfung mit Verzögerungsmessung“ (an Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff) auf Grundlage der DIN 52310-2 erarbeitet wurde;
- c) vollständige Übernahme der ISO 15082:2016, welche bezüglich Unterabschnitt 11.2 bis Unterabschnitt 11.6 zur „Prüfung der Abriebfestigkeit unter trockenen Bedingungen“ (an Sicherheitsscheiben aus hartem Kunststoff) auf Grundlage der DIN 52347 erarbeitet wurde;
- d) Inhalt redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4892-1:2001-09, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 4892-1:1999) — Deutsche Fassung EN ISO 4892-1:2000*

DIN EN ISO 4892-2:2013-06, *Kunststoffe — Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten — Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 4892-2:2013*

DIN EN ISO 20566, *Beschichtungsstoffe — Prüfung der Kratzbeständigkeit von Beschichtungen mit einer Labor-Automobilwaschanlage*

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

DIN ISO 3536, *Straßenfahrzeuge — Sicherheitsscheiben — Begriffe*

DIN ISO 3538, *Straßenfahrzeuge — Sicherheitsscheiben — Prüfverfahren für optische Eigenschaften*

DIN ISO 3917, *Straßenfahrzeuge — Sicherheitsscheiben — Verfahren für die Prüfung der Beständigkeit gegen Strahlung, hohe Temperatur, Feuchte, Feuer und künstliche Bewitterung*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

E DIN ISO 3537, *Straßenfahrzeuge — Sicherheitsscheiben — Mechanische Prüfverfahren*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 22, *Road vehicles*, Unterkomitee SC 35, *Lighting and visibility*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 15082:1999), welche technisch überarbeitet wurde.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt allgemein angewandte Prüfverfahren für sicherheitstechnische Anforderungen an harte^{N1)} Kunststoff-Sicherheitsscheiben in einem Straßenfahrzeug fest, unabhängig von der Art des Kunststoffs, aus dem sie bestehen.

ANMERKUNG 1 Die Klassifizierung von Kunststoff-Sicherheitsscheiben als hart oder flexibel erfolgt nach der in Anhang A beschriebenen Prüfung.

ANMERKUNG 2 Weitere Prüfverfahren sind möglicherweise in anderen Normen definiert.

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 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 3538, *Road vehicles — Safety glazing materials — Test methods for optical properties*

ISO 4892-2:2013, *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 3536.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

4 Prüfbedingungen

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, sind die Prüfungen unter folgenden Bedingungen auszuführen:

- Umgebungstemperatur: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- Atmosphärendruck: 86 kPa bis 106 kPa (860 mbar bis 1 060 mbar);
- relative Luftfeuchte: $(60 \pm 20) \%$.

N1) Nationale Fußnote: Als Eigenschaft von Kunststoff-Sicherheitsscheiben wird das Wort „rigid“ in der englischen Referenzfassung der ISO üblicherweise mit „hart“ übersetzt. Harter Kunststoff ist nach ISO 3536 durch strukturelle Steifigkeit gekennzeichnet, so dass auch von steifen Kunststoffwerkstoffen gesprochen wird. (Gelegentlich wird auch die Übersetzung „starr“ verwendet.)

5 Konditionierung der Probekörper

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, sind alle zu prüfenden Probekörper vor der Durchführung der Prüfung unter den folgenden Bedingungen und für die folgenden Zeiträume zu konditionieren:

- Umgebungstemperatur: (23 ± 2) °C für mindestens 48 h;
- relative Umgebungsluftfeuchte: (50 ± 5) % für mindestens 48 h;
- Niedertemperatur: (-18 ± 2) °C für mindestens 24 h.

6 Anwendung der Prüfungen

Für bestimmte Typen von Sicherheitsscheiben ist es nicht notwendig, alle in diesem Dokument festgelegten Prüfungen durchzuführen.

7 Prüfung der optischen Eigenschaften

Kunststoff-Sicherheitsscheiben sind nach ISO 3538 zu prüfen.

8 Phantomfall- oder Bruchprüfung

8.1 Kurzbeschreibung

Bestimmung der Brucheigenschaften von Kunststoff-Sicherheitsscheiben bei Umgebungstemperatur.

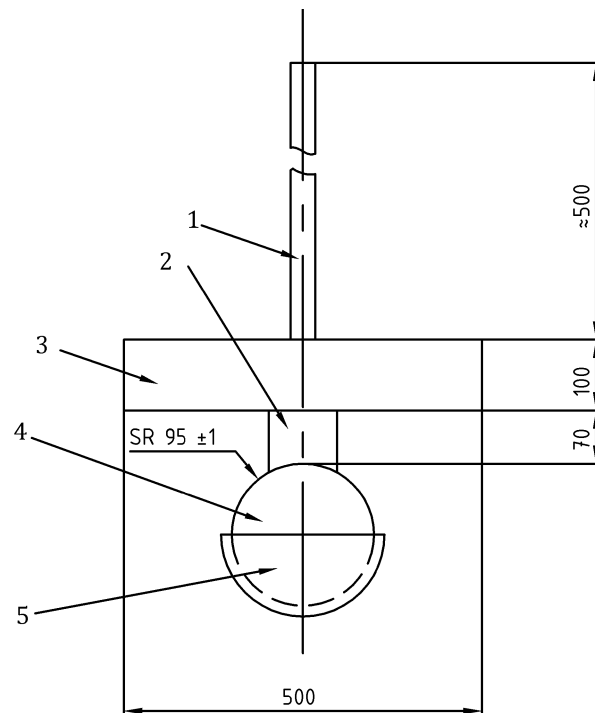
8.2 Prüfgerät

8.2.1 Phantomfallkörper muss aus einem kugelförmigen oder halbkugelförmigen Kopfmodell aus verleimtem Hartholz mit einem auswechselbaren Filzüberzug und mit oder ohne Holzquerträger ausgestattet bestehen.

Zwischen dem kugelförmigen Teil und dem Querträger befindet sich ein halsförmiges Zwischenstück und auf der anderen Seite des Querträgers ein Befestigungsstab.

Die Abmessungen müssen mit den Angaben in Bild 1 übereinstimmen.

Die Gesamtmasse des Prüfgeräts muss $(10 \pm 0,2)$ kg betragen.



Legende

- 1 Befestigungsstab
- 2 Zwischenstück
- 3 Querträger (optional)
- 4 Kopfmodell
- 5 Filzüberzug mit 5 mm Dicke

Bild 1 — Phantomfallkörper

8.2.2 Falleinrichtung

Es ist die Einrichtung zu beschreiben, die verwendet wird, um den Phantomfallkörper aus einer zu bestimmenden Höhe frei fallen zu lassen oder um ihn auf die dabei erreichte Freifallgeschwindigkeit zu beschleunigen.

Wird für die Beschleunigung des Phantomfallkörpers eine Wurfeinrichtung verwendet, muss für die Geschwindigkeit eine Grenzabweichung von $\pm 1\%$ der im freien Fall erreichten Geschwindigkeit gelten.

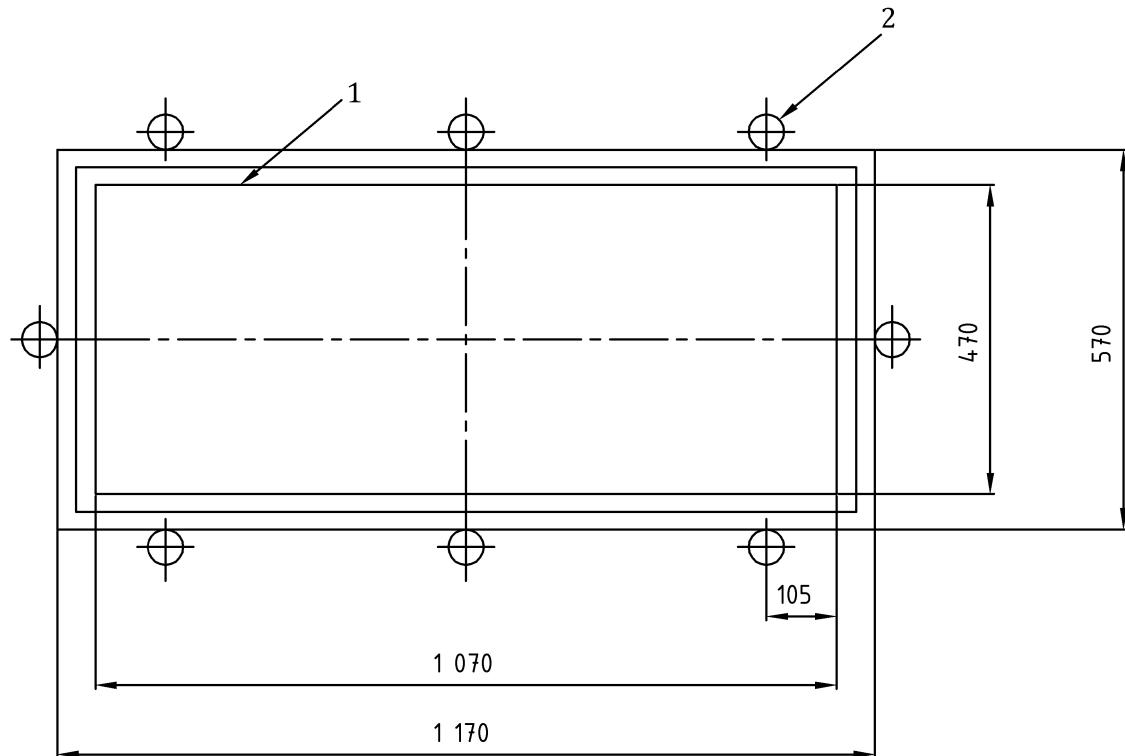
8.2.3 Prüfraumen für die Prüfung von planen Probekörpern, wie in Bild 2 gezeigt.

Der Prüfraumen besteht aus zwei Stahlrahmen mit bearbeiteten Kanten, 50 mm breit, übereinander angeordnet und mit Gummidichtungen der Härte 70 IRHD nach ISO 48 mit einer Dicke von etwa $(3 \pm 0,5)$ mm und einer Breite von (15 ± 1) mm ausgelegt. Der obere Rahmen wird von mindestens acht Schrauben gegen den unteren Rahmen gepresst; für M20-Schrauben wird ein Anzugsmoment von mindestens 30 Nm empfohlen. Alternativ sind andere Anpressverfahren, z.B. hydraulische oder pneumatische Techniken, zulässig (siehe 8.4).

8.3 Probekörper

Die Probekörper müssen plane Rechtecke mit einer Länge von $1\,100\text{ mm}^{+5}_{-2}\text{ mm}$ und einer Breite von $500\text{ mm}^{+5}_{-2}\text{ mm}$ sein.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Gummidichtung
- 2 Schraube

Bild 2 — Prüfraumen für Phantomfallprüfung

8.4 Durchführung

Ein konditionierter Probekörper ist im Prüfraumen (Bild 2) zu fixieren; durch das Anzugsmoment der Schrauben bzw. den entsprechenden hydraulischen oder pneumatischen Druck ist sicherzustellen, dass der Probekörper während der Prüfung um nicht mehr als 2 mm verrutscht. Die Fläche des Probekörpers muss weitgehend senkrecht zur Aufschlagrichtung des Phantomfallkörpers positioniert sein.

Der Aufschlagpunkt des Phantomfallkörpers, von einer festzulegenden Höhe, darf nicht weiter als 40 mm vom Mittelpunkt des Probekörpers entfernt liegen und muss sich auf der Seite befinden, die im eingebauten Zustand die Innenseite der Kunststoff-Sicherheitsscheibe darstellt, wobei nur ein Aufprall zulässig ist.

Der Filzüberzug muss nach 12 Prüfungen oder bei Beschädigung ersetzt werden.

8.5 Angabe der Ergebnisse

Die Brucheigenschaften der Kunststoff-Sicherheitsscheibe sind zu bewerten, indem dokumentiert wird, ob der Probekörper nicht gebrochen ist und vom Phantomfallkörper nicht durchschlagen wurde, oder der Probekörper zwar gebrochen ist, aber vom Phantomfallkörper nicht durchschlagen wurde, oder der Probekörper gebrochen ist und vom Phantomfallkörper durchschlagen wurde. Für jeden Aufschlagversuch ist die Fallhöhe zu dokumentieren.

Wenn ein Bruch vorliegt, ist die Kunststoff-Sicherheitsscheibe zu bewerten, indem der kleinste Winkel zwischen zwei benachbarten Seiten der erzeugten Bruchstücke sowie die Fläche, die größte Länge und das Gewicht des größten Bruchstücks dokumentiert werden. Diese Angaben sind für die im Prüfraumen verbliebenen Bruchstücke und für Bruchstücke zu dokumentieren, die sich aus dem Prüfraumen gelöst haben.

9 Phantomfallprüfung mit Verzögerungsmessung

9.1 Kurzbeschreibung

Bestimmung der Mindestfestigkeit und der Brucheigenschaften von Kunststoff-Sicherheitsscheiben beim Aufprall eines stumpfen, massigen Objekts bei Umgebungstemperatur. Das Risiko für Schädel-Hirn-Verletzungen ist durch gleichzeitige Bestimmung des HIC-Werts (en: head injury criterion, HIC) zu bestimmen.

Die Prüfung kann an planen Probekörpern oder an ganzen Scheiben durchgeführt werden.

9.2 Prüfbedingungen

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, ist die Prüfung unter folgenden Bedingungen auszuführen:

- Umgebungstemperatur: (20 ± 5) °C;
- Atmosphärendruck: 86 kPa bis 106 kPa (860 mbar bis 1 060 mbar);
- relative Luftfeuchte: (60 ± 20) %.

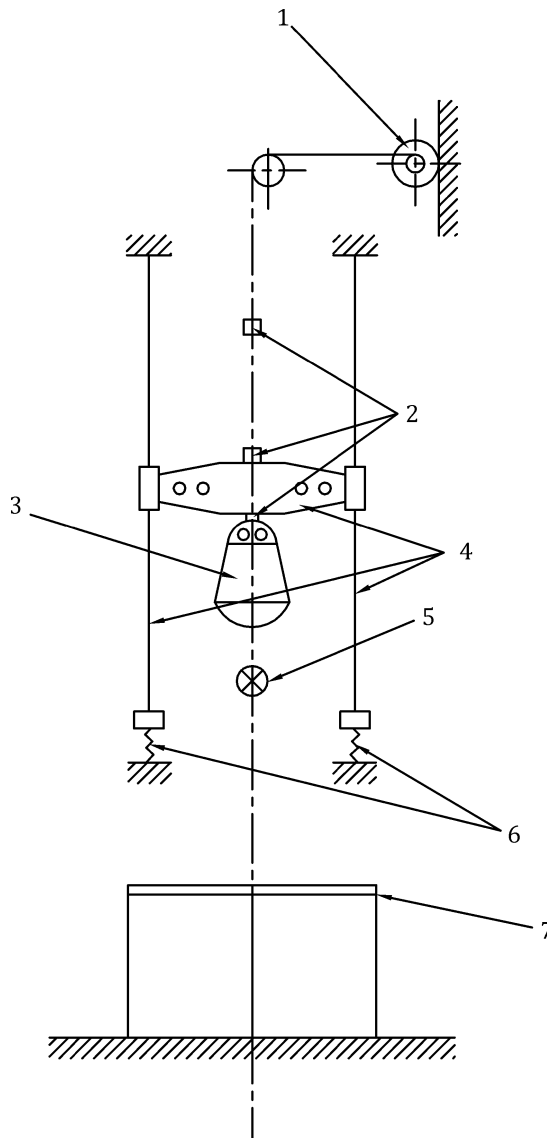
9.3 Konditionierung der Probekörper

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, sind alle zu prüfenden Probekörper vor der Durchführung der Prüfung unter den folgenden Bedingungen und für die folgenden Zeiträume zu konditionieren:

- Umgebungstemperatur: (23 ± 2) °C für mindestens 48 h;
- relative Umgebungsluftfeuchte: (50 ± 5) % für mindestens 48 h.

9.4 Prüfaufbau

Zur Durchführung der Phantomfallprüfung mit Verzögerungsmessung kann ein Prüfaufbau nach Bild 3 verwendet werden. Der Phantomfallkörper (siehe 9.4.1 und Bild 4) ist an der Traverse des Führungssystems zu befestigen und mittels einer Hebevorrichtung auf die erforderliche Fallhöhe zu bewegen. Zum Beginnen der Fallprüfung ist die Traverse mit dem Phantomfallkörper freizugeben. Nach dem Passieren der höhenverstellbaren Lichtschranke wird der Phantomfallkörper von der Traverse ausgeklinkt, der Fall der Traverse wird mittels Dämpfern abgefangen, und der Phantomfallkörper fällt auf den Probekörper. Die Verwendung kabelloser Datenübertragung (z. B. Funkübertragung) statt kabelgebundener Datenübertragung ist zulässig. In diesem Fall kann auf das Führungssystem verzichtet werden, da der freie vertikale Fall nicht durch Kabel beeinträchtigt werden kann.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|---------------------|
| 1 | Hebevorrichtung | 5 | Lichtschanke |
| 2 | Auslinkvorrichtung | 6 | Dämpfer |
| 3 | Fallkörper (Phantomfallkörper) | 7 | Probenauflagefläche |
| 4 | Führungssystem | | |

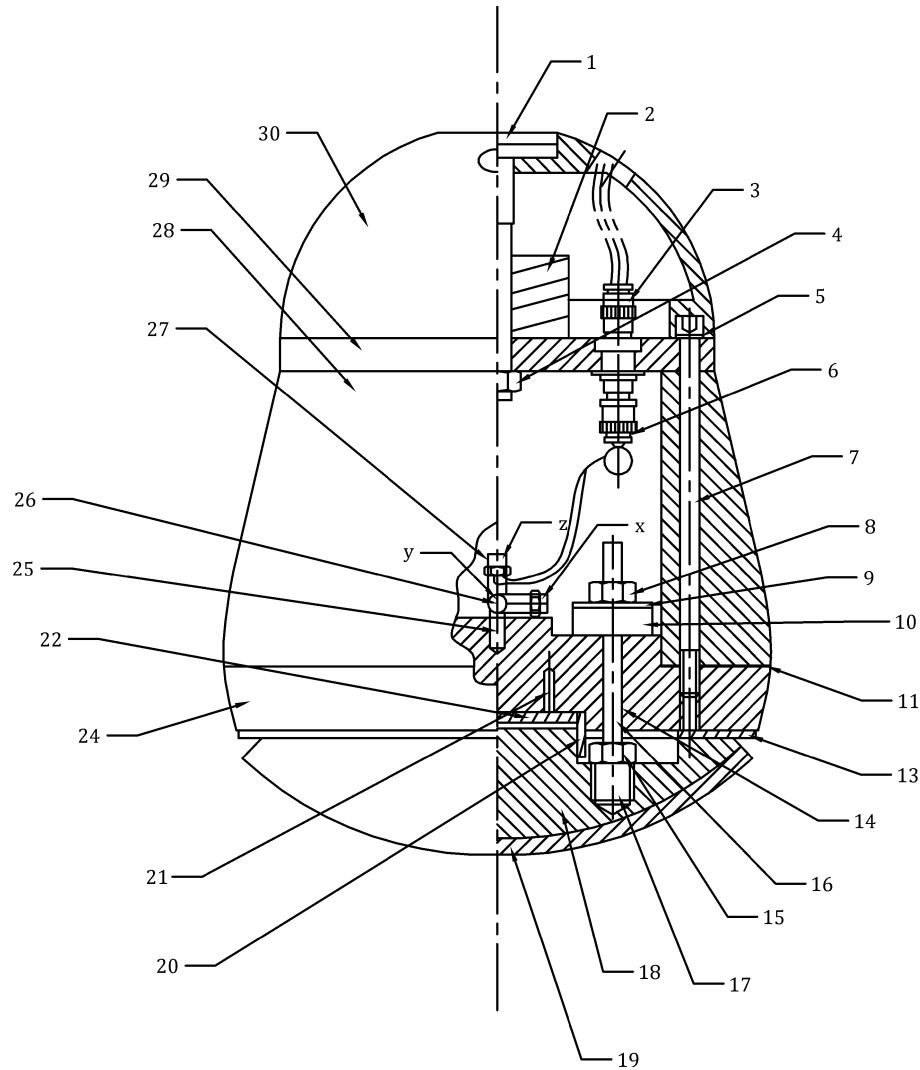
Bild 3 — Schematische Darstellung eines Prüfaufbaus für die Phantomfallprüfung mit Verzögerungsmessung

9.4.1 Phantomfallkörper. Phantomfallkörper (wie in Bild 4 gezeigt, für die Datenübertragung über Koaxialkabel mit BNC-Steckverbindern) mit einer Gesamtmasse von $10,0 \text{ kg} + 0,2/-0,0 \text{ kg}$, der eine gleichzeitige Bestimmung des HIC-Werts ermöglicht.

Die Bestandteile des Phantomfallkörpers nach Bild 4 sind in Tabelle 1 aufgeführt. In der Mitte der Grundplatte (24) ist der triaxiale Montageblock (26) zur Befestigung der Beschleunigungsaufnehmer (27) im Schwerpunkt angebracht. Die Beschleunigungsaufnehmer müssen senkrecht zueinander angeordnet sein.

Die Schale (18) und die Abdeckung (19), die sich unter der Grundplatte (24) befinden, haben weitgehend die gleichen elastischen Eigenschaften wie ein menschlicher Schädel. Die elastischen Eigenschaften des Phantomfallkörpers beim Aufprall sind abhängig von Härte und Dicke des Zwischenrings (13) und der Schale.

Falls die Datenübertragung kabellos statt mit Koaxialkabeln erfolgt, ist sicherzustellen, dass die dazu zusätzlich in den Phantomfallkörper eingebauten elektronischen Bauteile keinesfalls die Masse, den Schwerpunkt und die Federkraft des Phantomfallkörpers beeinflussen. Erforderliche elektronische Bauteile sind ausschließlich auf der Grundplatte (24) anzubringen. Eine gegebenenfalls erforderliche Massekorrektur ist ebenfalls ausschließlich an der Grundplatte vorzunehmen, und zwar auf der nach innen zum Hohlraum des Phantomkörpers gerichteten Oberfläche. Falls zusätzliche Mini-Bauteile für die Steuerung der Elektronik erforderlich sind (z. B. Mikroschalter, Ladebuchsen zur Spannungsversorgung), dürfen diese anstelle der Koaxialkabel eingebaut werden. In diesem Fall sind für Einbau und Verdrahtung die bereits vorhandenen Bohrungen in der Abdeckplatte (29) und der Schutzkappe (30) zu verwenden.



Legende

- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| 1 Magnethalterung | 16 Gewindebolzen |
| 2 Schwingungsdämpfer | 17 Einschraubmutter |
| 3 BNC-Steckverbinder | 18 Schale |
| 4 Sechskantmutter | 19 Abdeckung |
| 5 Scheibe | 20 Führungshülse |
| 6 Übergangsstück | 21 Senkkopfschraube |
| 7 Zylinderschraube | 22 Dämpfungsscheibe |
| 8 Sechskantmutter | 24 Grundplatte |
| 9 Scheibe | 25 Gewindestift mit Innensechskant |
| 10 Gummiring | 26 triaxialer Montageblock |
| 11 Dämpfungsring | 27 Beschleunigungsaufnehmer |
| 13 Zwischenring | 28 Holzteil |
| 14 Führungsrohr | 29 Abdeckplatte |
| 15 Sechskantmutter | 30 Schutzkappe |

Bild 4 — 10-Kilogramm-Phantomfallkörper

9.4.2 Messeinrichtung, für die Dokumentation und Bewertung der gemessenen Verzögerungskurven $a_{x(t)}$, $a_{y(t)}$ und $a_{z(t)}$, die von den Beschleunigungsaufnehmern im Phantomfallkörper kabellos oder kabelgebunden übertragen werden: Beschleunigungsaufnehmer, Mess- und Aufzeichnungsgeräte nach ISO 6487, Kanal-amplitudenklasse CAC 5 000 m/s² und Kanalfrequenzklasse CFC 1 000 Hz.

Tabelle 1 — Bauteilliste für den in Bild 4 gezeigten 10-Kilogramm-Phantomfallkörper

Nr.	Anzahl der Bauteile	Normbezeichnung	<i>Werkstoff</i>	<i>Bemerkungen</i>
1	1	Magnethalterung	Stahl EN 10025-2-E295GC	—
2	1	Schwingungsdämpfer	Gummi/Stahl	Durchmesser: 50 mm Dicke: 30 mm Gewinde: M10
3 ^a	4	BNC-Steckverbinder	—	Verbindungsstück (EN 122120)
4	1	Sechskantmutter ISO 10511-M10-05	—	—
5	6	Scheibe ISO 7090-6-200HV	—	—
6 ^a	3	Übergangsstück Pos.-Nr. 3 – Pos.-Nr. 27	—	—
7	6	Zylinderschraube ISO 4762-M6x140-8.8	—	Anzugsmoment etwa 12 Nm
8	3	Sechskantmutter ISO 10511-M8-05	—	Anzugsmoment etwa 4 Nm (siehe 9.5)
9	3	Scheibe	Stahl EN 10025-2-E295GC	Lochdurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 35 mm Dicke: 1,5 mm
10	3	Gummiring	Gummi, Härte 60 IRHD (ISO 48)	Lochdurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 30 mm Dicke: 10 mm
11	1	Dämpfungsring	Dichtungspapier	Lochdurchmesser: 120 mm Außendurchmesser: 199 mm Dicke: 0,5 mm
12	—	—	—	—
13	1	Zwischenring	Butadien-Kautschuk, Härte etwa 60 IRHD (ISO 48)	Lochdurchmesser: 129 mm Außendurchmesser: 192 mm Dicke: etwa 6 mm (siehe 9.5)
14	3	Führungsrohr	Polytetrafluorethylen (PTFE)	Innendurchmesser: 8 mm Außendurchmesser: 10 mm Länge: 40 mm
15	3	Sechskantmutter ISO 10511-M8-05	—	—
16	3	Gewindebolzen DIN 976-1- M8x90-B-8.8	—	—

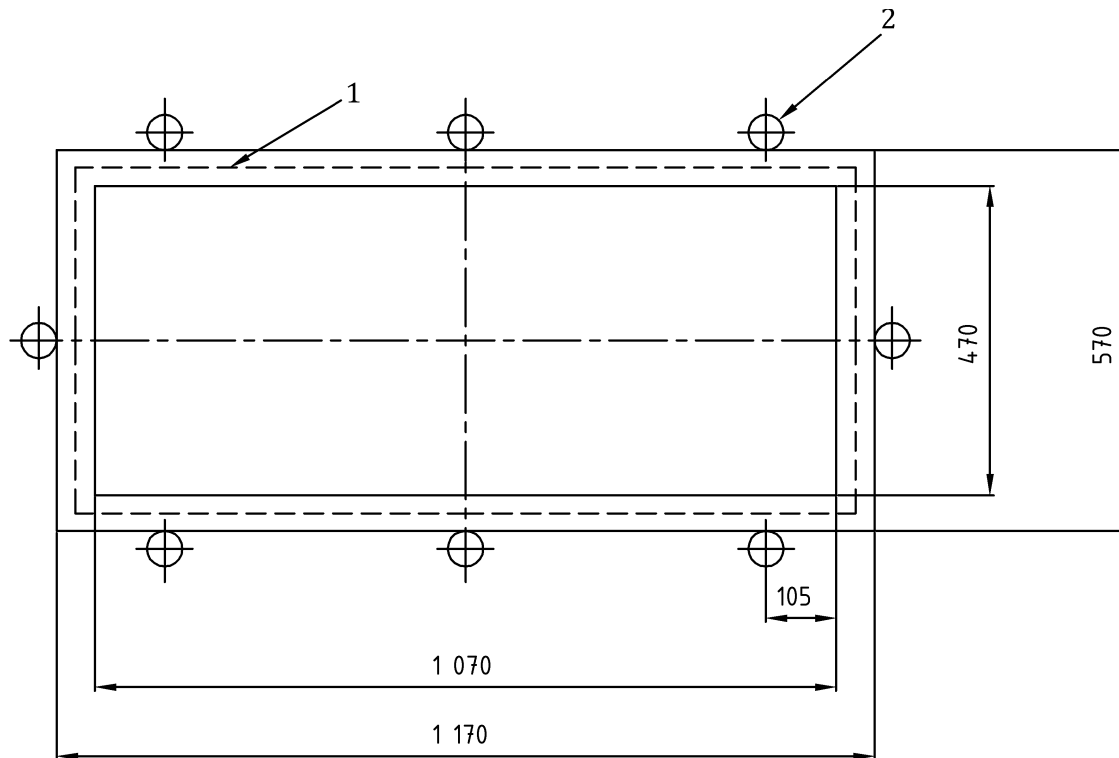
Nr.	Anzahl der Bauteile	Normbezeichnung	Werkstoff	Bemerkungen
17	3	Einschraubmutter	Gusslegierung EN 1982- CuZn39Pb1Al-C-GP	Abmessungen M8 × 12 (DIN 7965)
18	1	Schale	Polyamid 12 (ISO 1874-1)	—
19	1	Abdeckung	Butadien-Kautschuk	Dicke: 6 mm einseitig geriffelt
20	1	Führungshülse	Stahl EN 10025-2-E295GC	—
21	4	Senkkopfschraube ISO 2009-M5x10-5.8	—	—
22	1	Dämpfungsscheibe	Dichtungspapier	Durchmesser: 65 mm Dicke: 0,5 mm
23	—	—	—	—
24	1	Grundplatte	Stahl EN 10025-2-E295GC	—
25	1	Gewindestift mit Innensechskant	Zugfestigkeitsklasse 45H (ISO 898-5)	—
26	1	triaxialer Montageblock	—	—
27	3	Beschleunigungs- aufnehmer	—	siehe 9.4.2
28	1	Holzteil	Weißbuche, Schichtleimung	—
29	1	Abdeckplatte	Legierung EN 573-3; EN AW-5019 (EN AW-AlMg5)	—
30	1	Schutzkappe	Polyamid 12 (ISO 1874-1)	—

^a Diese Bauteile sind nicht erforderlich, wenn die Datenübertragung kabellos erfolgt. In diesem Fall werden zur Datenübertragung weitere Bauteile in den Phantomfallkörper eingebaut (z. B. Funksender) (siehe 9.4.1).

9.4.3 Prüfraumen für die Prüfung von planen Probekörpern, wie in Bild 5 gezeigt

Der Prüfraumen besteht aus zwei Stahlrahmen mit bearbeiteten Kanten, 50 mm breit, übereinander angeordnet und mit Gummidichtungen der Härte 70 IRHD nach ISO 48 mit einer Dicke von etwa $(3 \pm 0,5)$ mm und einer Breite von 50 mm +1/−0 mm ausgelegt. Der obere Rahmen wird von mindestens acht Schrauben gegen den unteren Rahmen gepresst; für M20-Schrauben wird ein Anzugsmoment von mindestens 30 Nm empfohlen. Alternativ sind andere Anpressverfahren, z. B. hydraulische oder pneumatische Techniken, zulässig (siehe 9.7).

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Gummidichtung
- 2 Schraube

ANMERKUNG Die gestrichelte Linie ist die Mittellinie des Gummistreifens, mittig auf der Kante des Prüfrahmens.

Bild 5 — Prüfrahmens für die Prüfung von planen Probekörpern

9.4.4 Prüfrahmens für die Prüfung von ganzen Scheiben

Der Prüfrahmens muss aus einem starren Teil bestehen, das der Form der Scheibe entspricht, so dass der Phantomfallkörper der inneren Oberfläche zugewandt ist. Die Scheibe ist mit geeigneten Halterungen am Prüfrahmens zu fixieren, mit dazwischen liegenden Streifen aus Gummi mit einer Härte von 70 IRHD nach ISO 48 und einer Dicke von etwa 3 mm, wobei die Breite der Kontaktfläche über den gesamten Umfang etwa 15 mm beträgt.

9.4.5 Geräte zur Kalibrierung des Phantomfallkörpers

Falleinrichtung, die es ermöglicht, Fallhöhen zwischen 50 mm und 254 mm auf 1 mm genau einzustellen. Ein Führungssystem ist für diese geringen Fallhöhen nicht erforderlich.

Aufprallplatte aus Stahl, Abmessungen 600 mm × 600 mm, Dicke mindestens 50 mm, Ebenheitstoleranz $t = 0,05$ mm nach ISO 1101.

9.5 Kalibrierung und Einstellung des Phantomfallkörpers

Vor jeder Prüfserie und spätestens nach jeweils 50 Prüfungen einer Serie ist der Phantomfallkörper zu kalibrieren und gegebenenfalls zu justieren.

Die Aufprallplatte muss sauber und trocken sein und während der Kalibrierung kraftschlüssig auf einem Betonfundament aufliegen. Alternativ darf die Aufprallplatte in einer massiven Halterung platziert werden, wenn diese Halterung mit einem Betonfundament verbunden ist.

Der Phantomfallkörper darf senkrecht auf die Aufprallplatte auftreffen. Die Fallhöhen (gemessen vom untersten Punkt des Phantomfallkörpers bis zur Oberfläche der Aufprallplatte) betragen 50 mm, 100 mm, 150 mm und 254 mm. Die Verzögerungskurven sind zu dokumentieren.

Die größte Verzögerung a_z bei den verschiedenen Fallhöhen in z-Richtung muss innerhalb der in Tabelle 2 aufgeführten Grenzen liegen.

Tabelle 2 — Größte zulässige Verzögerung a_z in z-Richtung bei der Kalibrierung, abhängig von der Fallhöhe

Fallhöhe mm	größte Verzögerung ^a a_z m/s ²
50	(82 ± 8) g
100	(128 ± 8) g
150	(167 ± 10) g
254	(227 ± 14) g
^a Die Werte der größten Verzögerung a_z sind Höchstwerte der Verzögerungskurven $a_z(t)$, ausgedrückt als Vielfache von g (Fallbeschleunigung: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).	

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

Falls die oben angegebenen Werte nicht eingehalten werden, sind die elastischen Eigenschaften des Phantomfallkörpers durch Veränderung der Dicke des Zwischenrings (13) der Grundplatte (24) anzupassen. Korrekturen können durch Anziehen oder Lösen der drei selbstsichernden Sechskantmutter (8) auf den Gewindebolzen (16) vorgenommen werden, mit denen die Schale (18) an der Grundplatte (24) befestigt ist. Die Gummiringe (10) unter den Sechskantmutter (8) sollten nicht spröde oder rissig sein.

Die Abdeckung (19) der Aufprallfläche und der Zwischenring (13) sollten bei Beschädigung ausgetauscht werden; sie sollten insbesondere immer dann ausgetauscht werden, wenn der Phantomfallkörper nicht mehr justiert werden kann.

9.6 Probekörper

Es sind plane Probekörper (1 170 mm + 0/−2 mm × 570 mm + 0/−2 mm) oder ganze Scheiben zu prüfen.

9.7 Prüfverfahren

Plane Probekörper sind im Prüfrahmen zu fixieren (siehe 9.4.3). Ganze Scheiben sind für die Prüfung in einer Halterung zu fixieren, deren Form der Scheibe entspricht (siehe 9.4.4).

Durch das Anzugsmoment der Schrauben bzw. den entsprechenden hydraulischen oder pneumatischen Druck ist sicherzustellen, dass die Kante eines Probekörpers während der Prüfung um nicht mehr als 2 mm verrutscht.

Die Fläche des Probekörpers muss weitgehend senkrecht zur Aufschlagrichtung des Phantomfallkörpers positioniert sein. Der Aufschlagpunkt des Phantomfallkörpers darf nicht weiter als 40 mm vom geometrischen Mittelpunkt des Probekörpers entfernt liegen und muss sich auf der Seite befinden, die im eingebauten Zustand die Innenseite der Sicherheitsscheibe darstellt, wobei nur ein Aufprall zulässig ist.

Wenn die Datenübertragung über Koaxialkabel erfolgt, ist der Phantomfallkörper an der Traverse des Führungssystems (siehe Bild 3) zu befestigen und auf die erforderliche Fallhöhe¹⁾ abhängig von der zu erreichenden Aufschlaggeschwindigkeit, zu bewegen. Für die Prüfung von ganzen Scheiben muss die Fallhöhe zwischen 1,5 m und 3 m betragen, sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen. Die Traverse mit dem Phantomfallkörper ist freizugeben. Nach dem Passieren der höhenverstellbaren Lichtschranke wird der Phantomfallkörper von der Traverse ausgeklinkt, der Fall der Traverse wird mittels Dämpfern abgefangen, und der Phantomfallkörper fällt auf den Probekörper.

Wenn die Datenübertragung kabellos erfolgt, kann auf das Führungssystem verzichtet werden. Der Phantomfallkörper ist an der oberen Ausklinkvorrichtung der Hebevorrichtung zu befestigen und auf die erforderliche Fallhöhe zu bewegen. Der Phantomfallkörper ist freizugeben, so dass er frei auf den Probekörper fällt.

Durch die Falleinrichtung oder durch die Datenübertragungskabel (falls vorhanden) darf dem Phantomfallkörper kein Impuls erteilt werden, so dass er nur durch die Schwerkraft beschleunigt wird und frei und senkrecht fällt.

Die beim Aufprall auf den Probekörper entstehenden Verzögerungskurven für a_x , a_y und a_z sind in Abhängigkeit von der Zeit t zu dokumentieren.

Nachdem der Phantomfallkörper auf dem Probekörper aufgeschlagen ist, ist zu prüfen, ob sich eine Kante der Sicherheitsscheibe um mehr als 2 mm in der Halterung bewegt hat und ob die Bedingung für den Aufschlagpunkt erfüllt war. Die Beschleunigungskomponenten a_x und a_y müssen beim senkrechten Aufprall kleiner als $0,1 a_z$ sein.

9.8 Angabe der Ergebnisse

Die Verzögerungskurven sind wie folgt zu bewerten:

Die resultierende Verzögerung $a_{\text{res}}(t)$ im Schwerpunkt, ausgedrückt in Metern je Sekundenquadrat (m/s^2), ist nach Gleichung (1) aus den gemessenen Verzögerungskurven $a_x(t)$, $a_y(t)$ und $a_z(t)$ als Vielfaches der Fallbeschleunigung g zu errechnen.

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

1) Die Fallhöhe ist der Abstand zwischen dem untersten Punkt des Phantomfallkörpers und der oberen Fläche des Probekörpers.

Der Zeitraum, währenddessen die Verzögerung a_{res} den Wert von 80 g dauerhaft überschreitet, und der größte Wert von a_{res} sind zu bestimmen. Der HIC-Wert²⁾ als Maß für das Risiko stumpfer Schädel-Hirn-Verletzungen ist nach Gleichung (2) zu errechnen:

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

Dabei ist

- $\max f(t)$ der Höchstwert der Funktion $f(t)$;
- t_1 der für die Berechnung gewählte Startzeitpunkt der Verzögerungsmessung in Sekunden;
- t_2 der für die Berechnung gewählte Endzeitpunkt der Verzögerungsmessung in Sekunden;
- a_{res} die resultierende Verzögerung nach Gleichung (1) als Vielfaches der Fallbeschleunigung g , ausgedrückt in Metern je Sekundenquadrat (m/s^2).

Die Integrationsgrenzen t_1 und t_2 sind so zu wählen, dass die Funktion $f(t)$ einen Höchstwert annimmt.

9.9 Angabe der Ergebnisse

Für jeden Aufschlagversuch ist die Fallhöhe zu dokumentieren.

Die Brucheigenschaften der Kunststoff-Sicherheitsscheibe sind zu bewerten, indem dokumentiert wird, ob der Probekörper nicht gebrochen ist und vom Phantomfallkörper nicht durchschlagen wurde, oder der Probekörper zwar gebrochen ist, aber vom Phantomfallkörper nicht durchschlagen wurde, oder der Probekörper gebrochen ist und vom Phantomfallkörper durchschlagen wurde. Wenn ein Bruch vorliegt, ist zu dokumentieren, ob der Probekörper in völlig voneinander getrennte große Stücke zerbrochen ist oder nicht.

Die folgenden numerischen Ergebnisse sind zu dokumentieren:

- der Zeitraum, währenddessen die resultierende Verzögerung a_{res} den Wert von 80 g dauerhaft überschritten hat;
- der größte Wert der resultierenden Verzögerung a_{res} ;
- der HIC-Wert.

10 Kugelfallprüfung

10.1 Kugelfallprüfung mit 227-Gramm-Kugel

10.1.1 Kurzbeschreibung

Bestimmung, ob die Kunststoff-Sicherheitsscheibe eine bestimmte Mindestfestigkeit und -kohäsion beim Aufprall eines kleinen, harten Objekts bei Umgebungs- und Niedertemperatur aufweist.

2) Die Einheit des HIC-Werts ist definiert als Einheit 1.

10.1.2 Prüfgerät

10.1.2.1 Gehärtete Stahlkugel, mit einer Masse von (227 ± 2) g und einem Durchmesser von etwa 38 mm.

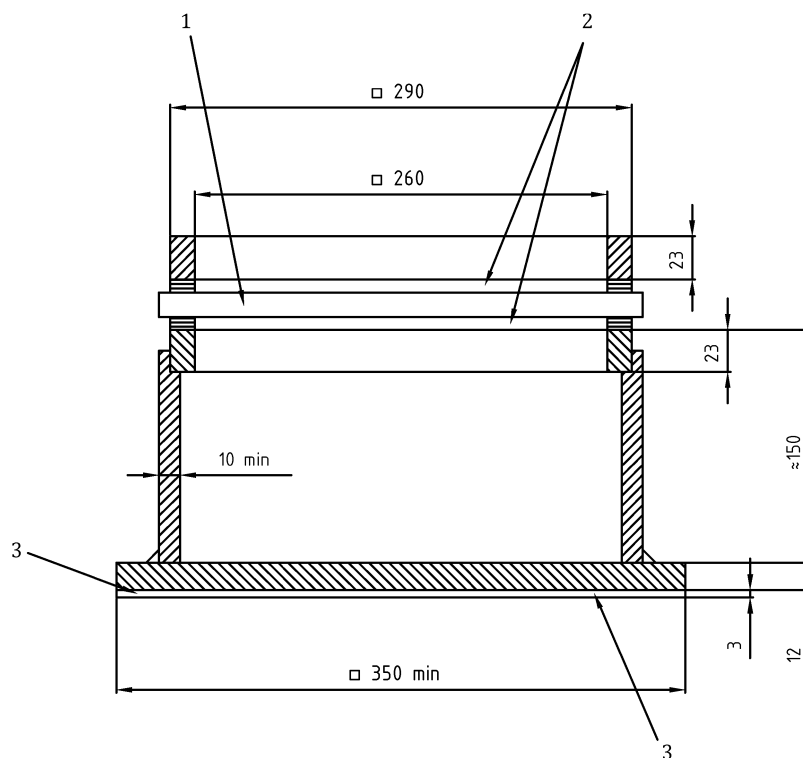
10.1.2.2 Einrichtung, um die Kugel aus einer zu bestimmenden Höhe frei fallen zu lassen oder um sie auf die dabei erreichte Freifallgeschwindigkeit zu beschleunigen.

Wird für die Beschleunigung der Kugel eine Wurfeinrichtung verwendet, muss für die Geschwindigkeit eine Grenزابweichung von ± 1 % der im freien Fall erreichten Geschwindigkeit gelten.

10.1.2.3 Prüfraahmen, wie in Bild 6 dargestellt, bestehend aus zwei Stahlrahmen mit bearbeiteten Kanten, 15 mm breit, übereinander angeordnet und mit Gummidichtungen der Härte 50 IRHD nach ISO 48 mit einer Dicke von etwa 3 mm und einer Breite von etwa 15 mm ausgelegt.

Der untere Rahmen ruht auf einem Stahlkasten von etwa 150 mm Höhe. Der Probekörper wird durch den oberen Rahmen eingespannt, der eine Masse von etwa 3 kg hat. Der Prüfraahmen ist auf eine Stahlplatte mit einer Dicke von etwa 12 mm aufgeschweißt, die auf dem Boden aufliegt, wobei zwischen Stahlplatte und Boden eine Gummimatte mit etwa 3 mm Dicke und einer Härte von 50 IRHD nach ISO 48 liegt.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Probekörper
- 2 Gummidichtung
- 3 Gummimatte

Bild 6 — Prüfraahmen für Kugelfallprüfung

10.1.3 Probekörper

Die Probekörper müssen plane Quadrate mit einer Kantenlänge von $300 \text{ mm } {}^{+10}_0 \text{ mm}$ sein.

10.1.4 Durchführung

Ein konditionierter Probekörper ist im Prüfrahmen zu fixieren, und der Aufschlagversuch ist sofort durchzuführen. Um die Temperaturänderung des Probekörpers so gering wie möglich zu halten, sollte die Prüfung so rasch wie möglich (innerhalb von 30 s nach der Entnahme des Probekörpers aus der Konditioniereinrichtung) erfolgen. Die Fläche des Probekörpers muss im rechten Winkel $\pm 3^\circ$ zur Aufschlagrichtung der Kugel positioniert sein. Ist eine Befestigung des Probekörpers im Prüfrahmen notwendig, so muss diese mittels Klemmen erfolgen, um sicherstellen, dass der Probekörper an keinem Punkt entlang der Innenkante des Prüfrahmens um mehr als 2 mm verrutscht.

Bei einer Fallhöhe bis höchstens 6 m darf der Aufschlagpunkt nicht weiter als 25 mm vom geometrischen Mittelpunkt des Probekörpers entfernt liegen, bei einer Fallhöhe von über 6 m nicht weiter als 50 mm.

Der Aufschlagpunkt der Kugel muss sich auf der Seite des Probekörpers befinden, die im eingebauten Zustand die Außenseite der Kunststoff-Sicherheitsscheibe darstellt, wobei nur ein Aufprall zulässig ist.

10.1.5 Angabe der Ergebnisse

Stärke, Typ und Ausmaß des Schadens am Probekörper sind zu bewerten. Für jeden Probekörper ist zu dokumentieren, welche Fallhöhe und Temperatur verwendet wurden und ob der Probekörper von der 227-Gramm-Kugel durchgeschlagen wurde oder nicht.

10.2 Kugelfallprüfung mit 2 260-Gramm-Kugel

10.2.1 Kurzbeschreibung

Bestimmung, ob die Kunststoff-Sicherheitsscheibe einen bestimmten Mindest-Eindringwiderstand beim Aufprall eines großen, harten Objekts bei Umgebungs- und Niedertemperatur aufweist.

10.2.2 Prüfgerät

10.2.2.1 Gehärtete Stahlkugel, mit einer Masse von $(2\,260 \pm 20)$ g und einem Durchmesser von etwa 82 mm.

10.2.2.2 Einrichtung, um die Kugel aus einer zu bestimmenden Höhe frei fallen zu lassen oder um sie auf die dabei erreichte Freifallgeschwindigkeit zu beschleunigen.

Wird für die Beschleunigung der Kugel eine Wurfeinrichtung verwendet, muss für die Geschwindigkeit eine Grenzabweichung von ± 1 % der im freien Fall erreichten Geschwindigkeit gelten.

10.2.2.3 Prüfrahmen, wie in Bild 6 dargestellt und in 10.1.2.3 festgelegt.

10.2.3 Probekörper

Die Probekörper müssen plane Quadrate mit $300\text{ mm }^{+10}_0\text{ mm}$ Kantenlänge sein oder aus dem Bereich mit der geringsten Krümmung einer Kunststoff-Sicherheitsscheibe herausgeschnitten sein.

10.2.4 Durchführung

Ein konditionierter Probekörper ist im Prüfrahmen zu fixieren, und der Aufschlagversuch ist sofort durchzuführen. Um die Temperaturänderung des bei Niedertemperatur konditionierten Probekörpers so gering wie möglich zu halten, sollte die Prüfung so rasch wie möglich (innerhalb von 30 s nach der Entnahme des Probekörpers aus der Konditioniereinrichtung) erfolgen. Die Fläche des Probekörpers muss im rechten Winkel $\pm 3^\circ$ zur Aufschlagrichtung der Kugel positioniert sein. Ist eine Befestigung des Probekörpers im Prüfrahmen notwendig, so muss diese mittels Klemmen erfolgen, um sicherstellen, dass der Probekörper an keinem Punkt entlang der Innenkante des Prüfrahmens um mehr als 2 mm verrutscht.

Bei einer Fallhöhe bis höchsten 6 m darf der Aufschlagpunkt nicht weiter als 25 mm vom geometrischen Mittelpunkt des Probekörpers entfernt liegen, bei einer Fallhöhe von über 6 m nicht weiter als 50 mm.

Der Aufschlagpunkt der Kugel muss sich auf der Seite des Probekörpers befinden, die im eingebauten Zustand die Innenseite der Kunststoff-Sicherheitsscheibe darstellt, wobei nur ein Aufprall zulässig ist.

10.2.5 Angabe der Ergebnisse

Die Fähigkeit der Kunststoff-Sicherheitsscheibe, die aufschlagende Kugel zu halten, ist für jede Geschwindigkeit und Temperatur zu bewerten. Durchbricht die Kugel innerhalb von 5 s nach dem Aufschlag den Probekörper vollständig, ist das Testergebnis als „Durchschlag“ zu bewerten. Bleibt die Kugel für mindestens 5 s auf dem Probekörper liegen oder in einem Loch stecken, ist das Prüfergebnis als „gehalten“ zu bewerten. Die Fallhöhe ist zu dokumentieren.

11 Prüfung der Abriebbeständigkeit

11.1 Kurzbeschreibung

Bestimmung, ob die Kunststoff-Sicherheitsscheibe bei Umgebungstemperatur eine bestimmte Beständigkeit gegen Abrieb aufweist.

11.2 Abriebbeständigkeit unter trockenen Bedingungen

11.2.1 Prüfgerät

11.2.1.1 Abriebprüfgerät³⁾, vgl. schematische Darstellung in Bild 7 a) und Bild 7 b), bestehend aus den folgenden Komponenten:

- einem waagerechten Drehteller mit Zentrierklemme, der sich mit einer konstanten Drehzahl von $(60 \pm 2) \text{ min}^{-1}$ oder $(72 \pm 2) \text{ min}^{-1}$ gegen den Uhrzeigersinn dreht;
- zwei mit Gewichten belastete parallele Ausleger, die jeweils ein spezielles Reibrad stützen, das sich frei auf einer kugelgelagerten horizontalen Spindel dreht. Jedes Reibrad lastet auf dem Probekörper mit einem Auflagedruck, der einer Masse von 500 g entspricht. Der Abstand zwischen den Innenflächen der Reibräder muss $52,4 \text{ mm} \pm 1,0 \text{ mm}$ betragen, und der waagerechte Versatz einer gedachten Linie, die durch beide Radachsen verläuft, von der Achse des Drehtellers muss $19,05 \text{ mm} \pm 0,30 \text{ mm}$ betragen (siehe zum Beispiel Bild D.1);
- ein Vakuumsaugsystem (nicht in Bild 7 dargestellt) mit Vakuumsaugdüse zur Entfernung von Reststücken und Schleifpartikeln von der Oberfläche des Probekörpers während der Prüfung. Die Vakuumsaugdüse muss höhenverstellbar sein, und die Düsenöffnungen müssen einen Durchmesser von 11 mm haben.

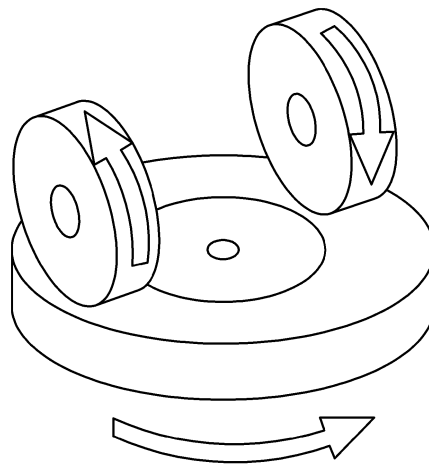
Beträgt die Nennweite der Düsenöffnungen 8 mm, müssen die Öffnungen entsprechend den Anleitungen in Anhang B auf 11 mm erweitert werden, oder die Absaugdüse muss durch eine Absaugdüse mit 11 mm weiten Öffnungen ersetzt werden.

3) Ein geeignetes Abriebprüfgerät gibt es von Taber Industries (USA). Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Internationalen Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar den Anforderungen des Verfahrens entsprechen.

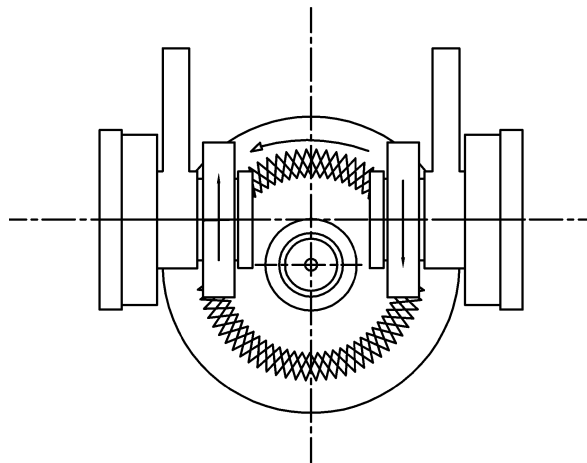
Der Drehteller des Abriebprüfgeräts muss sich gleichmäßig und weitgehend in einer Ebene drehen (die Grenzabweichung von der Ebene darf nicht größer sein als $\pm 0,05$ mm bei einem Abstand von 1,6 mm vom Außenrand des Drehtellers).

Die Reibräder sind über ihre gesamte Breite gleichmäßig auf dem Probekörper anzuordnen. Bei Kontakt mit dem drehenden Probekörper drehen sie sich in entgegengesetzte Richtungen, so dass bei jeder Umdrehung des Probekörpers zwei Druck- und Abriebvorgänge entlang gekrümmter Linien auf einer Ringfläche von etwa 30 cm² ausgeübt werden.

Die Kalibrierung des Abriebprüfgeräts ist entsprechend den Anweisungen des Herstellers zu prüfen. Anhang D enthält ein Beispiel für ein Abriebprüfgerät von Taber.



a) Schematische Darstellung eines Abriebprüfgeräts



b) Schematische Draufsicht eines Abriebprüfgeräts

Bild 7 — Abriebprüfgerät

11.2.1.2 Reibräder⁴⁾

Die Reibräder sind zylindrisch mit einem elastischen Bindemittel und darin eingebetteten Schleifkörnern, z. B. Aluminiumoxid oder Siliciumcarbid. Die Partikelgröße der Schleifkörner muss zwischen 20 µm und 102 µm liegen, und die Schleifkörner müssen gleichmäßig im elastischen Bindemittel verteilt sein. Jedes Reibrad muss auf einer Nabe mit einer Axialbohrung von 16,0 mm ± 0,1 mm befestigt sein, mittels derer die Reibräder an die Flanschaufnahme auf den Prüfgeräteausslegern montiert werden können. Die Flanken der Reibräder müssen parallel ausgerichtet sein und jedes Reibrad muss 12,7 mm ± 0,3 mm breit sein und einen äußeren Durchmesser von weniger als 52,5 mm, mindestens jedoch von 44,4 mm aufweisen. Bei Verwendung eines anderen Reibrads, für das nachgewiesen wurde, dass es zu gleichwertigen Ergebnissen führt, ist die Beschreibung des Reibrads zusammen mit den Ergebnissen in die Dokumentation aufzunehmen.

Das Reibrad muss so beschaffen sein, dass das vom Abrieb herrührende Streulicht (Endtrübung minus Anfangstrübung, siehe 11.6) einer jeden von drei abriebbeanspruchten Polycarbonat-Proben mit Hartbeschichtung vom Typ AS 4000S⁵⁾ innerhalb des Qualifizierungsbereichs⁶⁾ von 0 % bis 2,6 % nach 100 Zyklen, 0,5 % bis 6,3 % nach 500 Zyklen und 1,0 % bis 7,4 % nach 1 000 Zyklen liegt.

Die Oberflächen der Polycarbonat-Proben mit AS 4000S-Hartbeschichtung dürfen bei Sichtprüfung keine Inhomogenität aufweisen und müssen einen Lichttransmissionsgrad von mindestens 70 %, eine Grundierungsschichtdicke von 0,5 µm bis 1,5 µm und eine Decklack-Schichtdicke von 4,5 µm bis 8,5 µm nach 30-minütigem Aushärten bei 130 °C aufweisen. Für die Referenzproben mit AS-4000S-Hartbeschichtung muss eine Herstellerbescheinigung über die Qualitätsprüfung von Schichtdicken, Aushärtungszeit und Aushärtungstemperatur vorliegen. Die Verwendung von anderen Polycarbonat-Referenzproben mit Hartbeschichtung ist unter der Voraussetzung möglich, dass eine Korrelation gegenüber den standardmäßig zu verwendenden Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung entwickelt wurde. Andere Polycarbonat-Proben mit Hartbeschichtung müssen dieselben Anforderungen erfüllen wie die Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung.

Die Reibräder entsprechen den Anforderungen, wenn die gemessenen Werte für die Streuung der drei Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung pro Anzahl der Zyklen und für jede der drei Zyklenanzahlen innerhalb der Qualifizierungsbereiche liegen. Erst wenn diese Anforderungen erfüllt sind, wird die Prüfung mit diesen Reibrädern durchgeführt. Der Mittelwert der pro Anzahl der Zyklen gemessenen Werte für die drei Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung wird zur Berechnung eines Korrekturfaktors pro Zyklenanzahl für genau dieses Reibradpaar verwendet (siehe 11.6). Dieser Korrekturfaktor wird verwendet, um die bei einer mit dem jeweiligen Reibradpaar durchgeführten Prüfung eines Probekörpers gemessenen Werte zu korrigieren.

4) Beispielsweise Calibrase CS-10F-Reibräder von Taber Industries (USA). Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Internationalen Norm und bedeutet keine Anerkennung der genannten Produkte durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar den Anforderungen des Verfahrens entsprechen.

5) Polysiloxan-Hartbeschichtung vom Typ AS4000S (Beschichtung vom Typ AS4000-Decklack angepasst auf das Flutlackieren großer Platten) von Momentive (Deutschland).

6) Die Qualifizierungsbereiche haben eine Breite von $(4 \times s_R)$, wobei s_R die Vergleichstandardabweichung aus dem Ringversuch (siehe Anhang E) für jede Anzahl von Zyklen ist und der oben genannte Faktor die Wahrscheinlichkeit $P = 95 \%$ ist.

11.2.1.3 Regeneratorstein

Für das Regenerieren der Reibräder ist die feine Seite eines ST-11-Regeneratorsteins von Taber (oder eines gleichwertigen Produkts) zu verwenden. Es ist wichtig, dass der Drehteller rund auf dem Abriebprüfgerät läuft und dass der Regeneratorstein plan auf dem Drehteller aufliegt. Falls während der „Lebensdauer“ eines qualifizierten Reibradpaars ein neuer Regeneratorstein verwendet wird, ist eine neue Qualifizierung wie in 11.2.1.2 beschrieben durchzuführen, und der Korrekturfaktor (siehe 11.6) ist für dieses Reibradpaar erneut zu bestimmen.

11.2.1.4 Hazemeter⁷⁾, bestehend aus:

- Einer Lichtquelle und einem Photodetektor, deren Kombination zu filtern ist, um eine Ausgabe entsprechend der Lichtempfindlichkeit des CIE-1931-Normbeobachters mit CIE-Normlichtart C, alternativ Normlichtart A, zu erhalten. Die Ausgabe muss über den gesamten eingesetzten Lichtstrombereich in einem Bereich von bis zu 1 % proportional zum auffallenden Lichtstrom sein. Die photometrische Stabilität von Quelle und Detektor muss während der gesamten Prüfung des Probekörpers konstant sein.
- Einer Ulbrichtschen Kugel zur Sammlung des durchgelassenen Lichtstroms; der Kugeldurchmesser ist unerheblich, solange die Gesamtfläche der Öffnungen 4,0 % der inneren Reflexionsfläche der Kugel nicht übersteigt. Die Ein- und die Austrittsöffnung müssen auf dem gleichen Großkreis der Kugel liegen, und die Mittelpunkte der Öffnungen auf dem Kreisbogen müssen mindestens 2,97 rad (170°) voneinander entfernt liegen. Die Austrittsöffnung muss einen Winkel von 0,14 rad (8°) ausgehend vom Mittelpunkt der Eintrittsöffnung begrenzen. Bei angebrachter Lichtfalle und ohne eingespannten Probekörper muss die Achse des einfallenden Lichtstrahls durch den jeweiligen Mittelpunkt der Ein- und Austrittsöffnung verlaufen. Als Hazemeter sind die Photozelle oder Photozellen auf der Kugel im Abstand von $(1,57 \pm 0,17)$ rad ($90^\circ \pm 10^\circ$) von der Eintrittsöffnung anzubringen und gegen die Eintrittsöffnung vor direkter Belichtung abzuschirmen. Bei der drehbaren Variante, bei der die Kugellinnenfläche neben der Austrittsöffnung als Reflexionsreferenz dient, muss der Drehwinkel der Kugel $(0,140 \pm 0,008)$ rad ($8,0^\circ \pm 0,5^\circ$) betragen.

Der Probekörper ist mit einem im Wesentlichen gerichteten Strahlenbündel anzuleuchten; der höchstmögliche Winkel, den jeder einzelne Strahl dieses Bündels bei der Bündelachse beschreiben darf, darf 0,05 rad (3°) nicht überschreiten. Dieser Strahl darf an den Kugelöffnungen nicht vignettieren.

Wird der Probekörper an die Eintrittsöffnung der Ulbrichtschen Kugel angebracht, darf der Winkel zwischen der Senkrechten zur Oberfläche des Probekörpers und der Linie, die die beiden Mittelpunkte der Ein- und Austrittsöffnung verbindet, 0,14 rad (8°) nicht überschreiten.

Eine Blende (Diaphragma) muss mittig im Prüfgerät zur Streulichtmessung eingesetzt werden, um den Lichtstrahl auf der Abriebspur zu zentrieren und seinen Durchmesser auf (7 ± 1) mm am Probekörper zu begrenzen.

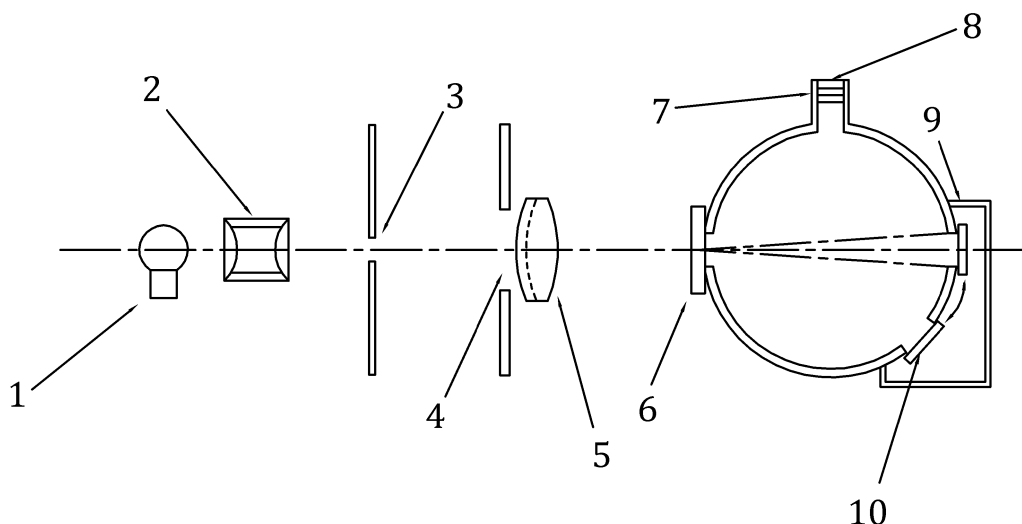
Wird das reduzierte Licht nicht von einem Probekörper abgelenkt, muss die Querschnittsfläche an der Austrittsöffnung in etwa kreisförmig und scharf konturiert, gleichmäßig hell und konzentrisch mit der Austrittsöffnung sein und dabei einen Ringraum von $(0,023 \pm 0,002)$ rad ($1,3^\circ \pm 0,1^\circ$) ausgehend von der Eintrittsöffnung begrenzen.

7) Ein geeignetes Hazemeter gibt es von Byk-Gardner (USA). Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Internationalen Norm und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar den Anforderungen des Verfahrens entsprechen.

Die Innenflächen der Ulbrichtschen Kugel und die Flächen der Abschirmungen und des Reflexionsbezugskörpers, sofern vorhanden, müssen den gleichen Reflexionsgrad aufweisen, gleich matt und im gesamten sichtbaren Spektrum gleich stark reflektierend sein.

Es muss eine Lichtfalle vorhanden sein, die in der Lage ist, den Strahl vollständig zu absorbieren, wenn kein Probekörper aufgespannt ist, es sei denn, der Aufbau der Anlage macht eine Lichtfalle überflüssig.

Vorwärtsstreuende Referenzgläser können herangezogen werden, um zu prüfen, ob das optische System des Hazemeter korrekt eingestellt ist.



Legende

- | | | | |
|---|------------------|----|-------------------------------|
| 1 | Lichtquelle | 6 | Probekörper |
| 2 | Kondensor | 7 | Filter |
| 3 | Eintrittsöffnung | 8 | Photodetektor |
| 4 | Blende | 9 | Lichtfalle (sofern verwendet) |
| 5 | Linse | 10 | Reflexionsbezugskörper |

Bild 8 — Hazemeter

11.2.1.1 Halter für Probekörper^{N2)}

Zur Befestigung des abriebbeanspruchten Probekörpers auf dem Hazemeter ist ein geeigneter Probenhalter zu verwenden, der sicherstellt, dass der Lichtstrahl mittig auf die Abriebspur trifft und der Probekörper bündig mit der Messöffnung abschließt.

Vor der Messung der Anfangstrübung ist das Hazemeter mit montiertem Probenhalter, aber ohne aufgespannten Probekörper, zu kalibrieren und die Nullpunkteinstellung des Hazemeters zu bestätigen.

Das gesamte Prüfgerät ist in regelmäßigen Abständen gegen Kalibrierstandards mit definierter Trübung zu prüfen.

Werden Trübungsmessungen mit anderen Prüfgeräten oder abweichenden Verfahren durchgeführt, so sind die Ergebnisse gegebenenfalls zu korrigieren, um Übereinstimmung mit den Ergebnissen bei Verwendung der vorstehend beschriebenen Einrichtungen zu erreichen.

N2) Nationale Fußnote: Dieser Unterabschnitt müsste eigentlich mit „11.2.1.5“ nummeriert sein, er wurde aber in der englischen Referenzfassung der ISO falsch bezeichnet. Die fehlerhafte Nummerierung wurde übernommen, damit eine gleichlautenden Zitierung – sowohl der englischen Referenzfassung der ISO, als auch der deutschen Übersetzung – weiterhin möglich ist.

11.3 Probekörper

Die Probekörper müssen plane Quadrate mit 100 mm Kantenlänge sein, deren beiden Oberflächen weitgehend plan und parallel sind und die in der Mitte optional eine Befestigungsbohrung von 6,3 mm Durchmesser aufweisen.

11.4 Abgleichen der Reibräder

Vor jeder Prüfung sind die Reibräder vorzubereiten, um eine konstante Abriebleistung der Reibräder sicherzustellen. Die Reibräder sind auf die entsprechenden Flanschsaufnahmen zu montieren. Dabei ist darauf zu achten, die Schleifflächen der Reibräder nicht zu berühren. Die zur Ausübung des Auflagedrucks zu verwendende Last ist zu wählen und am Abriebprüfgerät zu befestigen. Ist kein Auflagedruck festgelegt, ist eine Last von 500 g (pro Reibrad) zu wählen. Die feine Seite des Taber-ST-11-Regeneratorsteins ist einer Sichtprüfung zu unterziehen und darf nur verwendet werden, wenn keine Verunreinigungen sichtbar sind. Den visuell geprüften Taber-ST-11-Regeneratorstein (oder ein gleichwertiges Produkt) mit der feinen Seite nach oben auf dem Drehteller befestigen und mit der Mutter sichern.

Die Vakuumabsaugdüse ist abzusenken, und mithilfe einer Fühlerlehre von 1 mm Dicke oder eines Messstifts von 1 mm Durchmesser ist der Abstand der Düse zum Regeneratorstein auf 1 mm zu justieren. Nach der Höheneinstellung der Vakuumdüse ist sicherzustellen, dass die hintere Vakuumdüse den Regeneratorstein nicht berührt. Die Absaugleistung ist so einzustellen, dass der verbleibende Restdruck 13,7 kPa (137 mbar) nicht übersteigt. Die Ausleger des Abriebprüfgeräts sind abzusenken, bis die Reibräder die Oberfläche des ST-11-Regeneratorsteins berühren. Zur Regenerierung der Reibflächen sind 25 Zyklen zu durchlaufen.

Nach der Regenerierung sind die Reibflächen mit einer weichen, antistatischen Bürste vorsichtig von losen Partikeln zu säubern. Eine für geeignet befundene Bürste ist eine Bürste mit weichen und elektrostatisch ableitenden Fasern aus Acryl (Filamentdurchmesser 0,04 mm), die chemisch mit einer Schicht Kupfersulfid gebunden wurden, um einen elektrischen Widerstand von $3 - 5 \times 10^{-4}$ Ohm je Zentimeter zu erzielen.

Neue Reibräder oder Räder, die mit einem Diamantabrichter (z. B. dem Diamant-Scheibenabrichter von Taber oder einem gleichwertigen Produkt) behandelt wurden, müssen eingeschliffen werden. Dafür sind 100 Zyklen mit der feinen Seite des ST-11-Regeneratorsteins zu durchlaufen, und anschließend ist ein Probeabrieb auf dem zu prüfenden Werkstoff durchzuführen (die Ergebnisse sind zu verwerfen).

Die feine Seite des ST-11-Regeneratorsteins hat eine begrenzte Lebensdauer und muss alle 7 500 Zyklen (dies entspricht etwa 300 Regenerationsvorgängen) ausgetauscht werden.

Manchmal bildet sich im Zuge der Abnutzung des Radhauptkörpers an der linken Reibradkante ein feiner Grat. Zur Entfernung dieses Grats ist vor der Regenerierung mit dem behandschuhten Finger vorsichtig über die Kante des Reibrads zu reiben. Darauf achten, nicht die Lauffläche des Rads zu berühren.

Zwischen Regenerierung der Oberfläche und Durchführung der Prüfung dürfen nicht mehr als 2 min verstreichen.

11.5 Durchführung

Die Abriebprüfung muss sowohl an der Innen- als auch an der Außenseite der Kunststoff-Sicherheitsscheibe erfolgen.

11.5.1 Reinigung

Vor der Prüfung sind alle Schutzbeschichtungen von den Probekörpern zu entfernen. Erforderlichenfalls sind die Probekörper mit einem vom Hersteller empfohlenen Verfahren zu reinigen; wenn es keine solche Empfehlung gibt, sind die Probekörper folgendermaßen zu reinigen:

- a) Mit einem fusselfreien, in Propan-2-ol (Isopropylalkohol, IPA) getränkten Tuch sind beide Flächen des Probekörpers vorsichtig und mit linearen Bewegungen von anhaftenden Partikeln zu reinigen. Wo IPA die Oberflächenmerkmale des Werkstoffs verändert oder kein befriedigendes Resultat erbringt, ist stattdessen Wasser mit einer handelsüblichen Seifenlösung (z. B. Spülmittel) oder eine Reinigungslösung zu verwenden, die mit dem Probekörper kompatibel ist. Der Probekörper ist zunächst in vertikaler, dann in horizontaler Richtung zu reinigen, und abschließend sind die Kanten abzuwischen.
- b) Mit destilliertem, entionisiertem oder entmineralisiertem Wasser abspülen.
- c) Zum Trocknen vorsichtig zwischen zwei Leintücher pressen oder mit sauberer Luft oder Stickstoff trocken blasen.

Vor der Trübungs-messung ist sicherzustellen, dass die Oberflächen frei von Wasserflecken oder anderen Rückständen sind.

Eine Behandlung mit Ultraschall ist zu vermeiden.

Nach dem Reinigen dürfen die Probekörper nur an den Kanten angefasst werden, und sie sind so zu lagern, dass die Oberflächen weder beschädigt noch verunreinigt werden. Es wird empfohlen, während des gesamten Prüfvorgangs Latexhandschuhe zu tragen.

11.5.2 Konditionierung

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, sind die Probekörper für mindestens 48 h bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 5) \%$ relativer Luftfeuchte zu konditionieren. Innerhalb von 5 min nach Entnahme der Probekörper aus der Konditionierungsumgebung ist mit der Prüfung zu beginnen.

Wenn nicht im Einsatz, müssen die Reibräder hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchte unter den gleichen Umgebungsbedingungen wie die Probekörper gelagert werden.

11.5.3 Messung der Anfangstrübung

Der noch nicht abriebbehandelte Probekörper ist so in den Probekörperhalter des Hazemeters einzuspannen, dass die abzureibende Seite zur Eintrittsöffnung der Ulbrichtschen Kugel zeigt. Das Streulicht (Anfangstrübung) ist an mindestens vier gleich weit voneinander entfernten Punkten entlang der Abriebspur zu messen und nach Gleichung (5) zu berechnen. Aus den Prüfergebnissen für jeden Probekörper ist ein Mittelwert zu bilden. Der Winkel zwischen der Normalen zur Ebene des Probekörpers und der Lichtstrahlachse darf 8° nicht überschreiten. Anstatt der vier Messungen kann auch ein Mittelwert durch gleichmäßige Rotation des Probekörpers bei einer Drehzahl von mindestens 3 s^{-1} erzielt werden. Die vier in Tabelle 3 aufgeführten Messungen sind vorzunehmen.

11.5.4 Abriebprüfung

Der Probekörper ist mit der abzureibenden Seite nach oben auf den Drehteller aufzuspannen. Der Probekörper muss in einem Winkel von 45° bezogen auf die Maschinenvorderkante montiert werden (siehe Bild 9). Der Probekörper ist mithilfe der Klemmplatte und Mutter zu sichern. Die zur Ausübung des Auflagedrucks zu verwendende Last ist zu wählen und am Abriebprüfgerät zu befestigen. Die Vakuumabsaugdüse ist abzusenken und mithilfe einer Fühlerlehre von 1 mm Dicke oder eines Messstifts von 1 mm Durchmesser ist der Abstand der Düse zum Probekörper auf 1 mm zu justieren. Nach der Höheneinstellung der Vakuumdüse ist sicherzustellen, dass die hintere Vakuumdüse den Probekörper nicht berührt.

Die Absaugleistung ist so einzustellen, dass der verbleibende Restdruck 13,7 kPa (137 mbar) nicht übersteigt. Die Ausleger sind abzusenken, so dass die Reibräder (qualifiziert nach 11.2.1.2 mit den Polycarbonat-Referenzproben mit AS 4000S-Hartbeschichtung) die Oberfläche des Probekörpers berühren. Der Zähler ist auf Null zu setzen, und die entsprechende Anzahl an Zyklen ist zu programmieren.

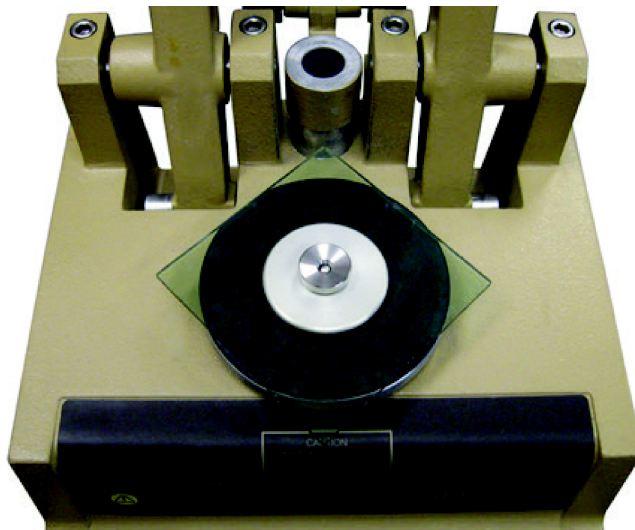


Bild 9 — Probekörper, im 45-Grad-Winkel montiert

Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, sind für jede Sicherheitsscheibe drei Prüfläufe mit jeweils der gleichen Last von 500 g durchzuführen.

Das Abriebprüfgerät ist einzuschalten und der Probekörper der gewählten Anzahl von Abriebzyklen zu unterziehen. Für die Prüfung von Außenflächen ist der Probekörper (abhängig von der Spezifikation des zu prüfenden Werkstoffs) mit 100, 500 oder 1 000 Zyklen zu beanspruchen.

Für die Prüfung von Innenflächen ist der Probekörper mit 100 Zyklen zu beanspruchen, wobei drei neue Probekörper zu verwenden sind.

Die Abriebprüfung von Sicherheitsscheiben ist unter den gleichen Bedingungen durchzuführen wie die vor der Abriebprüfung durchgeführte Konditionierung der Probekörper und Reibräder.

11.5.5 Nach der Abriebprüfung

Nach Abschluss der Abriebprüfung dürfen die Probekörper nur an den Kanten berührt werden, um eine Verunreinigung der Oberflächen zu vermeiden. Die Oberfläche der Probekörper ist mit einer weichen, antistatischen Bürste vorsichtig von anhaftenden Rückständen zu säubern; alternativ sind die Probekörper mit destilliertem, entionisiertem oder entmineralisiertem Wasser abzuspülen. Die Probekörper sind nach dem in 11.5.1 beschriebenen Verfahren zu reinigen.

Nach jedem Prüflauf ist die Vakuumdüse auf Rückstände zu untersuchen und gegebenenfalls mit einer Bürste, einem Staubsauger oder einem anderen geeigneten Hilfsmittel zu reinigen.

11.5.6 Messung der Endtrübung

Der abriebbehandelte Probekörper ist so in den Probenhalter des Hazemeters einzuspannen, dass die behandelte Seite zur Eintrittsöffnung der Ulbrichtschen Kugel zeigt. Das von der Abriebspur gestreute Licht (Endtrübung) ist an mindestens vier gleich weit voneinander entfernten Punkten entlang der Abriebspur zu messen und nach Gleichung (5) zu berechnen. Im Falle eines nicht homogenen Abriebergebnisses dürfen Messungen an bis zu 16 gleich weit voneinander entfernten Punkten entlang der Abriebspur vorgenommen werden. Aus den Prüfergebnissen für jeden Probekörper ist ein Mittelwert zu bilden. Der Winkel zwischen der Normalen zur Ebene des Probekörpers und der Lichtstrahlachse darf 8° nicht überschreiten. Anstatt der vier Messungen kann auch ein Mittelwert durch gleichmäßige Rotation des Probekörpers bei mindestens 3 s⁻¹ erzielt werden.

Für alle Trübungsmessungen sind die vier in Tabelle 3 aufgeführten Messungen vorzunehmen.

Tabelle 3 — Durchlassgradmessungen für Abriebbeständigkeitsprüfung

Messung	mit Probekörper	mit Lichtfalle	mit Reflexions-bezugskörper	dargestellte Größe
τ_1	Nein	Nein	Ja	auffallendes Licht
τ_2	Ja	Nein	Ja	gesamtes vom Probekörper durchgelassenes Licht
τ_3	Nein	Ja	Nein	durch das Prüfgerät gestreutes Licht
τ_4	Ja	Ja	Nein	durch das Prüfgerät und den Probekörper gestreutes Licht

Die Messungen für τ_1 , τ_2 , τ_3 und τ_4 sind mit weiteren festgelegten Positionen des Probekörpers zu wiederholen, um die Gleichmäßigkeit zu ermitteln.

Der Gesamtdurchlassgrad τ_t ist wie folgt zu berechnen:

$$\tau_t = \frac{\tau_2}{\tau_1} \quad (3)$$

Der Grad der gestreuten Transmission τ_d ist wie folgt zu berechnen:

$$\tau_d = \frac{\tau_4 - \tau_3 \left(\frac{\tau_2}{\tau_1} \right)}{\tau_1 - \tau_3} \quad (4)$$

Die prozentuale Trübung („haze“^{N3}) ist wie folgt zu berechnen:

$$\text{haze} = \frac{\tau_d}{\tau_t} \times 100 \quad (5)$$

11.6 Angabe der Ergebnisse

Durch Subtraktion des Mittelwerts der Anfangstrübung vom Mittelwert der Endtrübung lässt sich die Lichtstreuung ermitteln, die als Folge der Abriebbehandlung des Probekörpers entstanden ist, auch als Δhaze bezeichnet.

Außerdem ist der gemessene Wert für Δhaze durch einen Korrekturfaktor zu korrigieren, der auf dem Wert des Referenzmaterials basiert, das mit demselben Reibradpaar geprüft wurde.

N3) Nationale Fußnote: „haze“ kann übersetzt werden mit „Trübung“, allerdings ist der Begriff „Haze“ auch im Deutschen gebräuchlich. Damit die Bezeichnungen in den Gleichungen der Referenz möglichst entsprechen, wird in diesen Gleichungen und den Erläuterungen „haze“ verwendet.