

DIN ISO 18352

ICS 83.120

Einsprüche bis 2017-06-14

Entwurf

**Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe –
Ermittlung der Compression-After-Impact-Eigenschaften bei spezifischer
Aufprallenergie (ISO 18352:2009);
Text Deutsch und Englisch**

Carbon-fibre-reinforced plastics –
Determination of compression-after-impact properties at a specified impact-energy level
(ISO 18352:2009);
Text in German and English

Plastiques renforcés de fibres de carbone –
Détermination des propriétés de compression après impact à un niveau d'énergie spécifiée
(ISO 18352:2009);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-04-14 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 fnk@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 Kunststoffe (FNK), 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.

Gesamtumfang 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)



Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	8
5 Konditionierung von Probekörpern und Prüfumgebung.....	10
5.1 Standardisiertes Konditionierverfahren für Probekörper.....	10
5.2 Umweltprüfkammer für Schlagversuche und Druckfestigkeitsprüfungen	10
6 Prüfvorrichtung	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Schlagvorrichtung	10
6.3 Halterung für den Probekörper während des Schlagversuchs	10
6.4 Zerstörungsfreies Prüfinstrument.....	12
6.5 Maschine zur Druckfestigkeitsprüfung.....	12
6.5.1 Allgemeines	12
6.5.2 Prüfgeschwindigkeit und -anordnung.....	13
6.5.3 Angabe der Last.....	13
6.6 Druckversuchsvorrichtung.....	13
6.7 Messvorrichtung	14
6.7.1 Messschraube.....	14
6.7.2 Messschieber	15
6.8 Dehnungsmessstreifen	15
7 Probekörper	16
7.1 Maße.....	16
7.2 Vorbereitung des Probekörpers	16
7.3 Anzahl der Probekörper	17
8 Verfahren.....	17
8.1 Konditionierung des Probekörpers.....	17
8.2 Ermittlung der Maße des Probekörpers	17
8.3 Schlagversuch	18
8.4 Zerstörungsfreie Prüfung (NDT, en: non-destructive testing).....	18
8.5 Prüfung der Vertiefung in den Probekörpern	19
8.6 Prüfung der Druckfestigkeit.....	19
9 Validierung	22
10 Berechnung der Ergebnisse.....	23
10.1 CAI-Festigkeit.....	23
10.2 CAI-Modul	24
10.3 Maximale CAI-Dehnung	24
10.4 Rundung der Ergebnisse	24
10.5 Standardabweichung und Variationskoeffizient.....	24

11	Prüfbericht.....	25
Anhang A (normativ) Detaillierte Zeichnungen der Komponenten der		
	Druckversuchsvorrichtung.....	27
	Literaturhinweise.....	31

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (ISO 18352:2009) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“, Unterkomitee SC 13 „Composites and reinforcement fibres“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-02-02 AA „Verstärkte Kunststoffe und härtbare Harze“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

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 Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 14127	siehe	DIN ISO 14127
ISO 80000-1:—*)	siehe	DIN EN ISO 80000-1:2013-08

*) Beim Erscheinen der Referenzfassung im August 2009 lag das Erscheinungsdatum noch nicht fest. Die ISO-Norm ist jedoch im November desselben Jahres erschienen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN ISO 14127, *Kohlenstoffaserverstärkte Verbundwerkstoffe — Bestimmung des Harz-, Faser- und Blasengehaltes*

DIN EN ISO 80000-1:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2009 + Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-1:2013*

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees ist es, Internationale Normen zu erarbeiten. Die von den Technischen Komitees verabschiedeten Internationalen Normen werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Besonders zu beachten ist, dass einige der Elemente dieses Dokuments Gegenstand von Patentrechten sein können. ISO darf nicht für die Kennzeichnung einiger oder all dieser Patentrechte verantwortlich gemacht werden.

Die internationale Norm ISO 18352 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 13, *Composites and reinforcement fibres*, erstellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der Restdruckfestigkeit von multidirektionalen Polymermatrix-Verbundlaminatplatten fest, die durch einen Schlag vor Anwendung von Drucklast in der Ebene beschädigt wurden.

Das Prüfverfahren eignet sich für endlosfaserverstärkte Polymermatrix-Verbundstoffe. Die Anwendung des Verfahrens ist auf faserverstärkte Kunststofflamine mit multidirektionalen Verstärkungen, die aus unidirektionalen Prepreg-Bändern/Stoffen oder Geweben hergestellt sind, beschränkt.

Das Prüfverfahren wird als „Compression-after-Impact“ (CAI)-Prüfung bezeichnet, wenn es zur Bestimmung der Restdruckfestigkeit einer Platte, die einem Schlag ausgesetzt wurde, verwendet wird. Es kann verwendet werden, um Daten hinsichtlich Werkstoffspezifikation, Werkstoffbeurteilung, Forschung und Entwicklung oder Aufbau einer Verbundstoff-Datenbank zu erhalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 1268-4:2005, *Fibre-reinforced plastics — Methods of producing test plates — Part 4: Moulding of preregs*

ISO 5893, *Rubber and plastics test equipment — Tensile, flexural and compression types (constant rate of traverse) — Specification*

ISO 14127, *Carbon-fibre-reinforced composites — Determination of the resin, fibre and void contents*

ISO 80000-1:—¹⁾, *Quantities and units — Part 1: General*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Compression-after-Impact-Prüfung

CAI-Prüfung

Prüfung der Druckfestigkeit in der Ebene bei einem Verbundlaminat, das einer Last in der Ebene des Laminats ausgesetzt wird, nachdem eine konzentrierte Stoßbelastung aus der Ebene heraus unter festgelegten Bedingungen ausgeübt wurde

3.2

spezifische Schlagenergie

potentielle Energie des Fallgewichts, spezifiziert durch die Masse und die Fallhöhe des Eindringkörpers, der die Probekörper ausgesetzt werden, ausgedrückt in Joule

3.3

kaum sichtbare Schädigung durch Schlag

BVID (en: barely visible impact damage)

Schädigung durch Schlag, die einer Eindringtiefe von 0,3 mm entspricht

1) Noch zu veröffentlichen. (Überarbeitung von ISO 31-0:1992)

3.4

Energie zur Verursachung einer BVID

E_{BVID}

Schlagenergie, die zur Verursachung einer BVID erforderlich ist; ausgedrückt in Joule

3.5

Compression-after-Impact_Festigkeit

σ_{CAI}

maximale Drucklast, die der dem Schlag ausgesetzte Probekörper aufnimmt, dividiert durch den Ausgangsquerschnitt des Probekörpers, ausgedrückt in MN/m^2

3.6

Compression-after-Impact-Modul

E_{CAI}

Druckmodul des Probekörpers, berechnet mit einer Dehnung zwischen 0,05 % und 0,25 %, ausgedrückt in GN/m^2

3.7

maximale Stauchung

$\varepsilon_{\text{cmax}}$

maximaler Wert der vom Probekörper aufgenommenen Stauchung bei maximaler Drucklast

3.8

Eindringtiefe

verbleibende Tiefe der durch eine vom Eindringkörper nach dem Schlag verursachten Vertiefung, ausgedrückt als maximaler Abstand, in Millimetern, in einer Normalrichtung zur Fläche des Probekörpers vom niedrigsten Punkt der Vertiefung zur Ebene der unbeeinträchtigten Aufschlagfläche

3.9

Schädigungsparameter

Größen, die zur Charakterisierung des Ausmaßes der Schädigung durch Schlag, einschließlich des maximalen Durchmessers der Schichttrennung und der projizierten Fläche der Schichttrennung, verwendet werden

4 Kurzbeschreibung

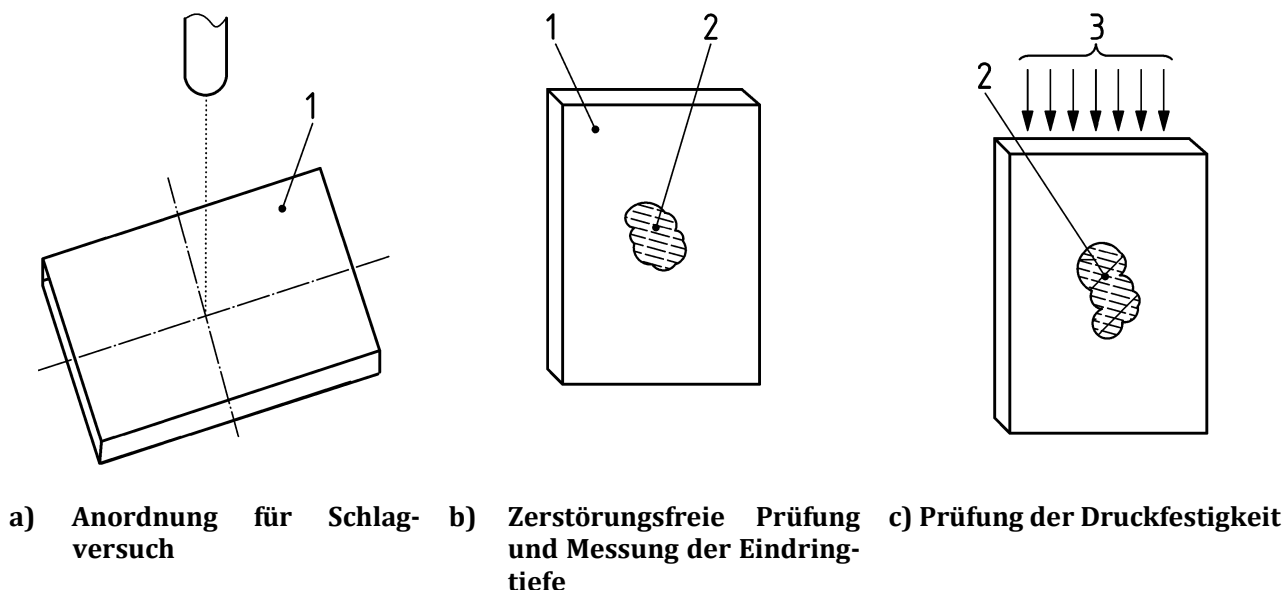
Die CAI-Prüfung, die in dieser Internationalen Norm ausführlich beschrieben wird, besteht aus drei Phasen, die in Bild 1 dargestellt werden.

In der ersten Phase wird die kaum sichtbare Schädigung durch Schlag (BVID) herbeigeführt, wobei ein Durchstoßen der Prüfplatte vermieden wird. Das bevorzugte Verfahren zur Herbeiführung der BVID basiert auf einer spezifischen Schlagenergie, die auf eine Fläche eines Probekörpers, der aus einem ausgewogenen und symmetrischen Verbundlaminat gefertigt ist, ausgeübt wird.

ANMERKUNG Ein alternatives Verfahren ermöglicht es dem Prüfer, die Schlagenergie zu variieren, um die erforderliche Energie zur Herbeiführung der BVID zu bestimmen. Ein zusätzliches Verfahren nach ISO wird vorgeschlagen und entworfen, um dieses Verfahren zur Festlegung der Schlagenergie einzuschließen.

Die zweite Phase besteht in der Bewertung der Schädigung durch Schlag mittels zerstörungsfreier Prüfung (NDT, en: non-destructive testing) [auch als zerstörungsfreie Inspektion (NDI, en: non-destructive inspection) bezeichnet] und Messung der Eindringtiefe auf der dem Aufprall ausgesetzten Fläche. Die Fläche und Geometrie der durch den Schlag verursachten Schädigung muss mittels eines geeigneten zerstörungsfreien Prüfverfahrens gemessen werden, und die Eindringtiefe muss mit einer geeigneten Vorrichtung gemessen werden.

Die Messung der verbleibenden Druckfestigkeitseigenschaften in der Ebene erfolgt in der dritten Phase. Auf den dem Schlag ausgesetzten Probekörper wird die Drucklast ausgeübt, bis es zum Versagen kommt. CAI-Festigkeit, Modul und Dehnung werden, wie in Abschnitt 10 ausgeführt, anhand der erfassten Dehnungsdaten berechnet.



Legende

- 1 Probekörper
- 2 Schichttrennung
- 3 Drucklast, F

Bild 1 — Kurzbeschreibung der Compression-after-Impact-Prüfung

Eine flache, rechteckige Verbundstoffplatte wird in Querrichtung einem konzentrierten Schlag unter Verwendung einer Fallgewicht-Vorrichtung mit einem halbkugelförmigen Eindringkörper ausgesetzt. Die Energie des Schlags, bestimmt durch die Masse und die Fallhöhe des Eindringkörpers, ist spezifiziert. Ausrüstung und Verfahren zur Messung der Kontaktkraft und der Geschwindigkeit des Eindringkörpers während des Schlags sind vorgeschrieben. Die Schadensresistenz wird anhand des Ausmaßes und der Art der vorliegenden Schädigung des Probekörpers nach dem Schlag quantifiziert.

Nach dem Schlag wird der Probekörper einer Drucklast in der Ebene ausgesetzt, bis es zum Versagen kommt, und Compression-after-Impact-Festigkeit, Modul und Dehnung werden anhand der aufgezeichneten Last-Stauchungs-Reaktion berechnet.

Die Eigenschaften, die bei diesem Prüfverfahren gemessen werden, sind stark von verschiedenen Faktoren abhängig, zu denen die Geometrie des Probekörpers, der Aufbau des Laminats, die Geometrie des Eindringkörpers, die Masse des Eindringkörpers, die Schlagenergie, die Aufschlagkraft, das Größenmaß der Beschädigung sowie Standort- und Auflagerbedingungen zählen. Daher sind die Ergebnisse im Allgemeinen nicht mit anderen CAI-Prüfanordnungen vergleichbar, sondern stehen für die spezifische Kombination der verwendeten geometrischen und physikalischen Prüfungsparameter. Die Prüfung stellt keine Daten zur Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich struktureller Integrität und Sicherheit zur Verfügung. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, geeignete Grenzwerte hinsichtlich der strukturellen Integrität sowie Sicherheitsfaktoren in Erwägung zu ziehen und anzuwenden.

5 Konditionierung von Probekörpern und Prüfumgebung

5.1 Standardisiertes Konditionierverfahren für Probekörper

Probekörper müssen bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 10) \%$ relativer Luftfeuchte konditioniert werden, sofern von den interessierten Parteien keine anderen Bedingungen vereinbart wurden.

5.2 Umweltprüfkammer für Schlagversuche und Druckfestigkeitsprüfungen

Für Prüfumgebungen mit Bedingungen, die von jenen bei Raumtemperatur abweichen, ist eine Umweltprüfkammer erforderlich. Die Kammer muss die Möglichkeit bieten, den Probekörper während der gesamten Prüfung gleichbleibend der erforderlichen Temperatur und Luftfeuchte auszusetzen. Die Prüfungen müssen in derselben Umgebung durchgeführt werden, in der auch die Konditionierung vorgenommen wurde. Nach Vereinbarung der interessierten Parteien ist es zulässig, Schlagversuche und Druckfestigkeitsprüfungen nach Verfahren zur Heiß-feucht-Konditionierung durchzuführen.

ANMERKUNG Die Schlag- und Druckfestigkeitseigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen werden von der Feuchtigkeitsaufnahme beeinflusst.

6 Prüfvorrichtung

6.1 Allgemeines

Die Prüfvorrichtung besteht aus einer Schlagvorrichtung, einer Probekörperhalterung, einer geeigneten zerstörungsfreien Prüfeinrichtung, einer Maschine zur Druckfestigkeitsprüfung, einer zugehörigen Halterung, Werkzeugen zur Messung der Probenmaße und einem System zur Dehnungsmessung. Einzelheiten zu diesen Elementen sind in den folgenden Unterabschnitten angegeben.

6.2 Schlagvorrichtung

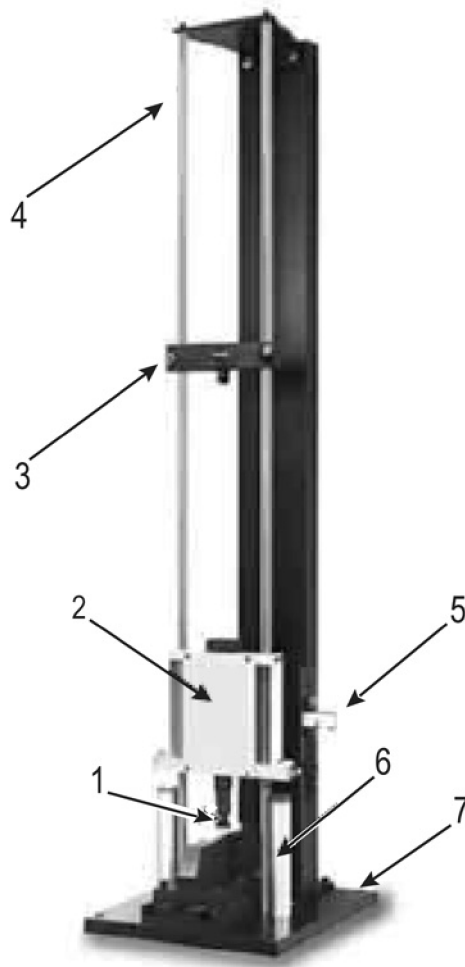
Die Schlagvorrichtung muss mit einem Eindringkörper in Form eines Fallgewichts aus Stahl ausgestattet sein, dessen halbkugelförmiger Kopf einen Durchmesser von $(16 \pm 0,1)$ mm aufweist. Die Schlagvorrichtung muss an einer starren Basis montiert werden und, wie in Bild 2 dargestellt, über einen geeigneten Führungsmechanismus für den Fallgewicht-Eindringkörper verfügen. Der Eindringkörper muss durch Fallen unter Einfluss der Schwerkraft mit möglichst geringer Reibung an den Führungsschienen auf die Mitte der Oberseite des Probekörpers prallen. Ein Mechanismus zur Verhinderung eines wiederholten Aufschlages muss eingesetzt werden um sicherzustellen, dass der Eindringkörper nur einmal auf den Probekörper prallt, d. h. um ein Abprallen und erneutes Aufprallen des Eindringkörpers und damit ein mehrfaches Aufschlagen zu verhindern. Die empfohlene Masse des Eindringkörpers beträgt 5 kg bis 6 kg, und die Härte der Eindringkörperspitze muss zwischen 60 HRC und 62 HRC (Rockwell, Diamantkegel, 150 kg) liegen. Die Mindestfallhöhe wird, wie in 8.3 angegeben, durch die Masse des Eindringkörpers, die Dicke des Probekörpers und die spezifische Schlagenergie bestimmt.

ANMERKUNG Die Verwendung einer mit Messgeräten versehenen Schlagvorrichtung, mit der die Geschwindigkeit des Eindringkörpers und der Eindrückkräfte gemessen werden kann und die über ein Datenerfassungssystem verfügt, wird bevorzugt. ISO 6603-1 und ISO 6603-2 werden als Referenzen empfohlen.

6.3 Halterung für den Probekörper während des Schlagversuchs

Die Probekörperhalterung muss dafür sorgen, dass der Probekörper beim Aufprall flach an der Halterung aufliegt, indem sie ihn mit ausreichender, aber nicht zu großer Kraft an allen vier Ecken mit Hilfe von mit Gummispitzen versehenen Knebelklemmen herunterdrückt. Die Halterung muss aus einer 18 mm dicken, aus Stahl gefertigten Basis bestehen, die bis zu einem Abstand von 0,1 mm von der Kontaktregion mit dem Probekörper flach ist. Diese Grundplatte muss über ein Fenster mit einer Länge von (125 ± 1) mm und einer Breite von (75 ± 1) mm verfügen. Ein Beispiel einer geeigneten Halterung ist in Bild 3 dargestellt.

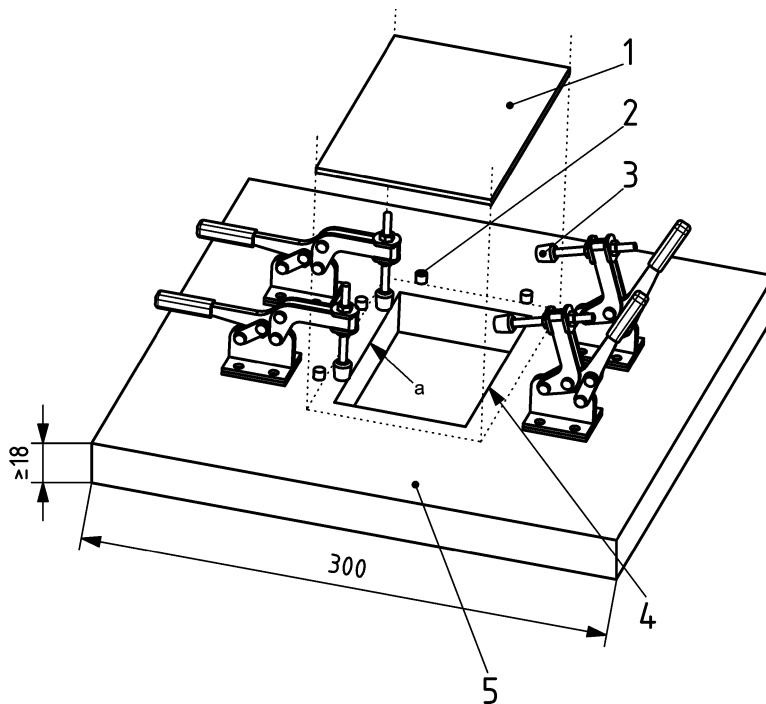
Die Halterung muss sich ihrerseits auf eine stabile Basis wie z. B. die Schlagvorrichtung oder den Boden des Raums stützen.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|
| 1 | Eindringkörper | 5 | Geschwindigkeitssensor |
| 2 | Querhaupt | 6 | Anschlagblock |
| 3 | Verriegelungsmechanismus | 7 | Grundplatte |
| 4 | Führungsschiene | | |

Bild 2 — Mit Messgeräten versehene Fallgewicht-Schlagvorrichtung mit doppelten Führungsschienen



Legende

- | | | | |
|---|---------------|---|---|
| 1 | Probekörper | 4 | Fenster mit den Maßen $(75 \pm 1) \text{ mm} \times (125 \pm 1) \text{ mm}$ |
| 2 | Führungsstift | 5 | Grundplatte |
| 3 | Gummitülle | a | Abschrägung mit den Maßen $1 \text{ mm} \times 45^\circ$ |

Bild 3 — Beispiel einer Probekörperhalterung

6.4 Zerstörungsfreies Prüfinstrument

Die zerstörungsfreie Prüfung muss mittels eines Verfahrens durchgeführt werden, das geeignet ist, Beschädigungen in Form von Schichttrennung festzustellen, die durch das Aufeinanderprallen der Laminatschichten im Probekörper entstanden sind. Obwohl das empfohlene Verfahren eine C-Scan-Ultraschallprüfung (unter Anwendung nachverfolgbarer Verfahren, wie in Referenz [1] ausführlich dargestellt) ist, können auch andere bewährte Verfahren, einschließlich der Röntgenradiografie mit Eindring- oder Impulsthermografie, verwendet werden, um das Ausmaß der Schichttrennung zu ermitteln, wogegen die Röntgenradiografie mit Eindringkörper üblicherweise dazu verwendet wird, Faserbrüche und Matrixrisse in den Laminatschichten zu ermitteln. Im Bild ist der Rand der Schichttrennung zu erkennen. Im Handel erhältliche Impulsthermografie-Systeme, die zur Feststellung von Schichttrennung verwendet werden können, bieten fast dieselbe Zuverlässigkeit wie die C-Scan-Ultraschallprüfung.

6.5 Maschine zur Druckfestigkeitsprüfung

6.5.1 Allgemeines

Die Prüfmaschinen müssen ISO 5893 entsprechen und die in 6.5.2 und 6.5.3 angegebenen Spezifikationen erfüllen.

6.5.2 Prüfungsgeschwindigkeit und -anordnung

Die Prüfmaschine muss die Aufrechterhaltung der erforderlichen Prüfungsgeschwindigkeit (siehe 8.6.3) ermöglichen. Ein kurzer Lasteinzug und Lasteinwirkplatten mit flachem Ende müssen verwendet werden. Die Prüfmaschine muss mit ordnungsgemäß ausgerichteten, (im Gegensatz zu sphärisch gelagerten) fixierten Platten montiert werden. Die Plattenoberflächen müssen über die gesamte Länge der oberen Platte der Prüfvorrichtung von 100 mm mit einer Toleranz von 0,03 mm parallel zu dieser sein. Falls die Platten nicht ausreichend ausgehärtet sind, oder auch nur zum Schutz der Plattenoberflächen, kann eine gehärtete Platte (mit parallelen Oberflächen) zwischen den Enden der Prüfvorrichtung und der entsprechenden Platte eingesetzt werden. Die untere Platte sollte am besten gekennzeichnet werden, um die Zentrierung der Prüfvorrichtung zwischen den Platten zu erleichtern.

6.5.3 Angabe der Last

Der Fehler bei der Lastangabe darf nicht mehr als $\pm 1 \%$ betragen.

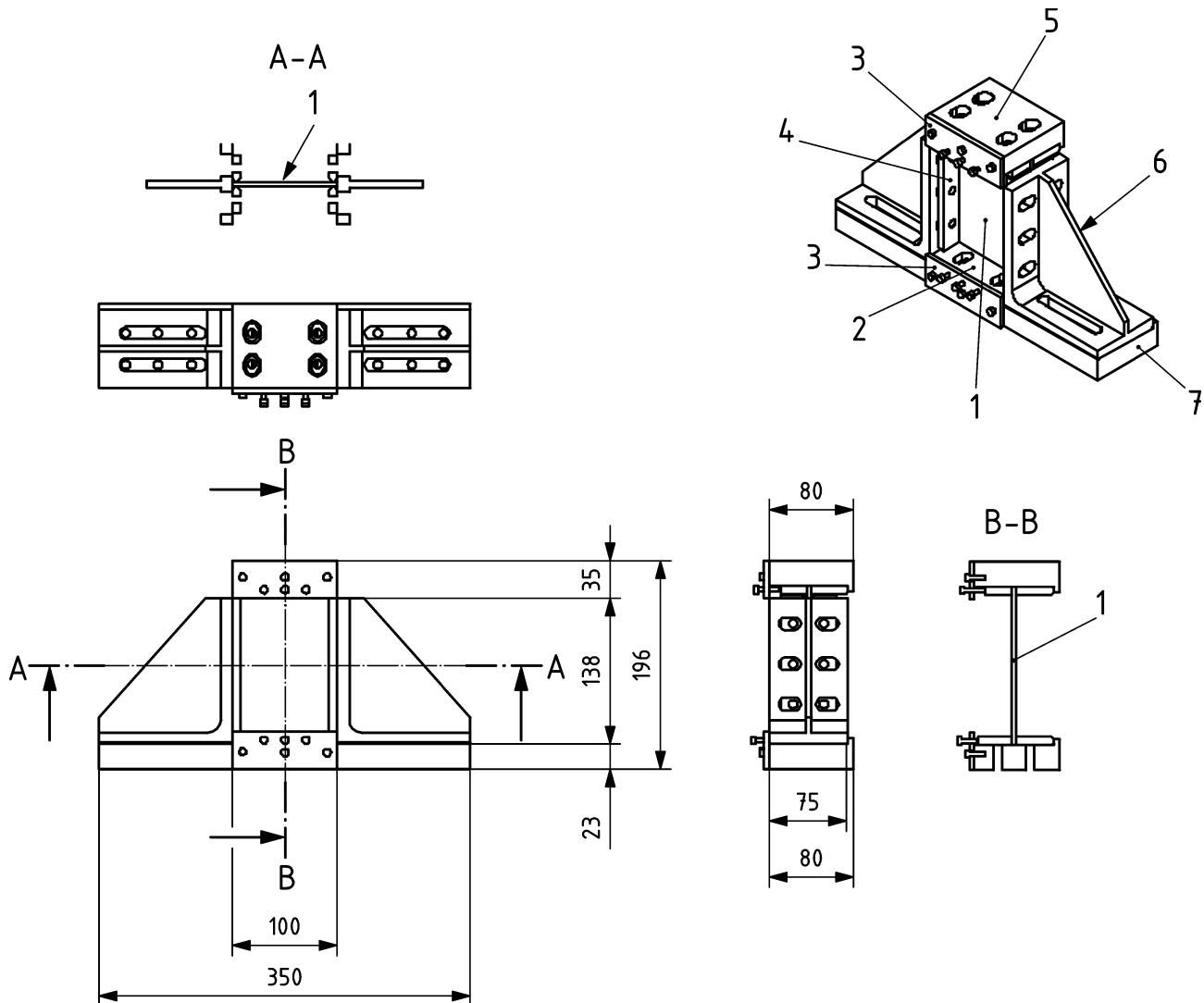
6.6 Druckversuchsvorrichtung

Die Druckversuchsvorrichtung (siehe Bild 4) muss darauf ausgelegt sein, eine Halterung für den Probekörper bereitzustellen und die Ausübung einer Drucklast in der Ebene senkrecht zum oberen und unteren Rand zu ermöglichen. Die Halterungsbedingungen an den vier Rändern des Probekörpers müssen wie folgt beschaffen sein: Der Probekörper muss so gehalten werden, dass dies einer einfachen Halterung mit Hilfe von Messerklingen entlang der Längsseiten entspricht (translatorische Bewegung des Probekörpers aus der Ebene heraus wird verhindert, Drehung aber zugelassen), und die oberen und unteren Ränder müssen so eingespannt werden, dass sowohl translatorische Bewegung aus der Ebene heraus als auch Drehbewegungen der Probekörper-Ränder möglichst vermieden werden. Die Vorrichtung muss hinsichtlich geringfügiger Abweichungen bezüglich Probekörperlänge, -breite und -dicke angepasst werden können. Die Gleitkanten müssen ausreichend kurz sein um sicherzustellen, dass während der Prüfung zwischen den einzelnen seitlichen Winkelhalterungen und der oberen Platte ein Spalt verbleibt. Ein Beispiel einer geeigneten Druckversuchsvorrichtung ist in Bild 4 dargestellt. Detaillierte Zeichnungen der einzelnen Komponenten, einschließlich Maßtoleranzen, können Anhang A entnommen werden. Prüfvorrichtungen für Prüfungen bei Umgebungstemperatur können aus Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt gefertigt sein. Bei Umgebungsbedingungen, die von jenen bei Raumtemperatur abweichen, wird als Werkstoff für die Vorrichtung nicht wärmebehandelter ferritischer Stahl oder ausscheidungsgehärteter, nichtrostender Stahl empfohlen (Wärmebehandlung zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit ist akzeptabel, aber nicht erforderlich).

Vor der Prüfung müssen die Vorrichtungen auf Einhaltung der in Anhang A angegebenen Maße geprüft werden. Die Position der seitlichen Winkelhalterungen muss so eingestellt werden, dass ein Abstand von 0,8 mm bis 1,5 mm zwischen der jeweiligen Halterung und der Längskante des Probekörpers besteht. Die Vorrichtung muss zwischen den Platten positioniert und an den Enden Druckbeanspruchung ausgesetzt werden.

ANMERKUNG Das Ergebnis dieser Prüfung ist von der Parallelität der Probekörper-Enden sowie von der exakten Rechtwinkligkeit der verschiedenen Komponenten der Druckversuchsvorrichtung abhängig. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Vorrichtungen im Gebrauch beschädigt werden können, so dass eine regelmäßige Prüfung der Maße und Toleranzen der Vorrichtung wichtig ist.

Maße in Millimeter



Legende

- | | | | |
|---|--------------------|---|---------------------------|
| 1 | Probekörper | 5 | obere Platte |
| 2 | untere Klemmplatte | 6 | seitliche Winkelhalterung |
| 3 | Klemme | 7 | Grundplatte |
| 4 | Gleitkante | | |

Bild 4 — Beispiel einer Druckversuchsvorrichtung

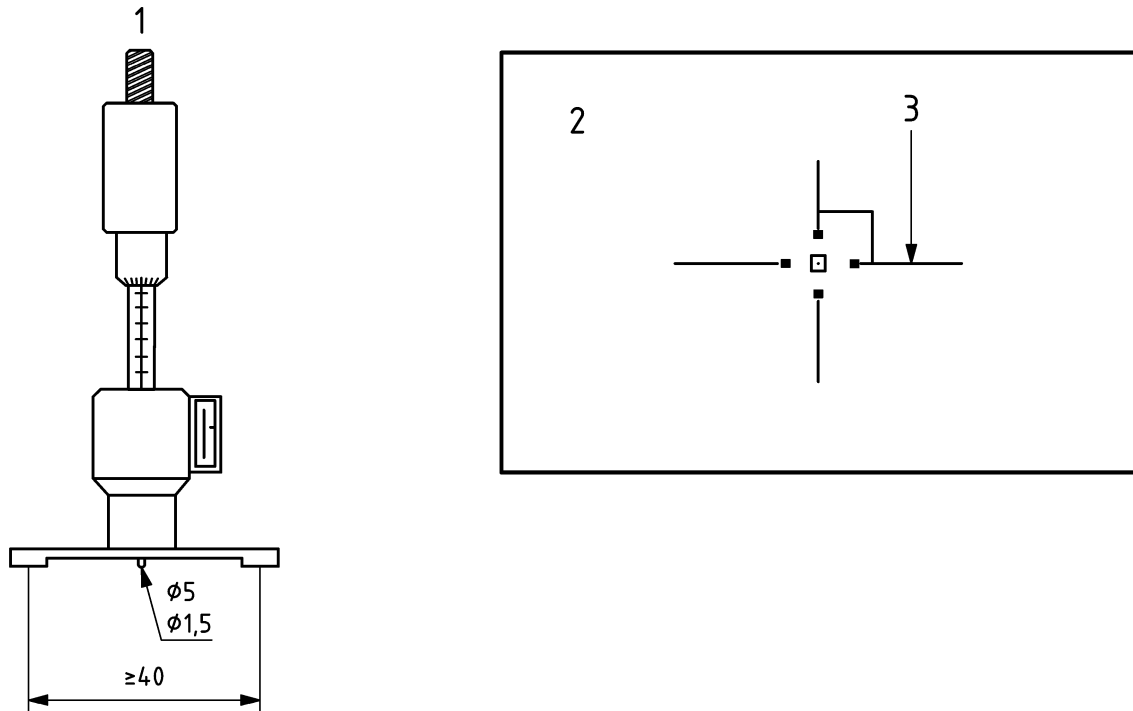
6.7 Messvorrichtung

6.7.1 Messschraube

Eine Messschraube oder ein ähnliches Gerät mit einer Fehlergrenze von 0,01 mm muss verwendet werden, um die Dicke und Breite des Probekörpers zu bestimmen. Der Kopf der Messschraube muss über Flächen verfügen, die für die zu messende Oberfläche geeignet sind (d. h. flache Seiten für flache, polierte Oberflächen und halbkugelförmige Flächen für unregelmäßige Oberflächen).

Eine Messschraube mit einem geeigneten Zubehör kann, wie in 8.5 beschrieben, auch zur Messung der durch den Eindringkörper beim Schlag verursachten Vertiefung verwendet werden (siehe Bild 5). Bei diesen Messungen muss der Messschraubenkopf halbkugelförmig sein und einen Durchmesser von 1,5 mm bis 5,0 mm aufweisen. Die Länge des Zubehörs darf nicht weniger als 40 mm betragen.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Tiefenmessschraube
- 2 Probekörper
- 3 Tiefe wird zweimal gemessen (in zwei Richtungen im rechten Winkel zueinander)

Bild 5 — Schematische Darstellung der Messschraube mit Zubehör zur Tiefenmessung und Anordnung des Zubehörs auf dem Probekörper

6.7.2 Messschieber

Messschieber oder gleichwertige Geräte mit einer Fehlergrenze von 0,05 mm müssen verwendet werden, um die Probekörperlänge und die Abstände der Dehnungsmessstreifen (6.8) von den Rändern des Probekörpers zu messen.

6.8 Dehnungsmessstreifen

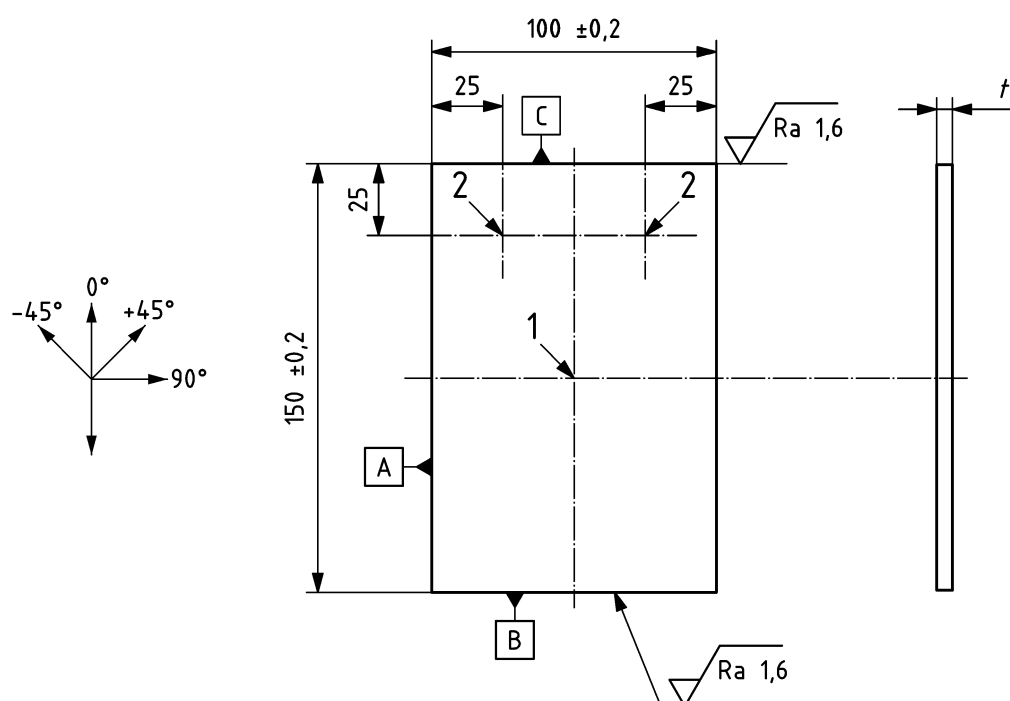
Die Längsdehnung muss während der Drucklastphase mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen an zwei Stellen (siehe Bild 6) an jeder Probekörperfläche gemessen werden. Die Länge des Sensorelements des Dehnungsmessstreifens darf nicht mehr als 3 mm betragen. Der Fehler bei der Dehnungsangabe darf nicht mehr als $\pm 1 \%$ betragen. Die Messstreifen, Oberflächenbehandlung und Bindemittel, die verwendet werden, müssen so gewählt werden, dass eine angemessene Leistungsfähigkeit mit dem geprüften Werkstoff gewährleistet ist, und eine geeignete Ausrüstung zur Aufzeichnung der Dehnung muss verwendet werden. Die Dehnungsmessungen müssen an allen geprüften Probekörpern durchgeführt werden.

7 Probekörper

7.1 Maße

Bei jedem Probekörper muss es sich um eine flache, rechteckige Platte mit einer Länge von $(150 \pm 0,2)$ mm und einer Breite von $(100 \pm 0,2)$ mm handeln. Für Lamine aus unidirektionalem und Gewebe-Prepreg-Werkstoff wird eine Probekörperdicke von (5 ± 1) mm empfohlen. Eine gewisse Schwankung hinsichtlich der Probekörperdicke ist je nach Dichte pro Flächeneinheit der Prepreg-Faser und der Anzahl der Lagen im Laminat zulässig. Die Geometrie und Maße des Probekörpers sind in Bild 6 dargestellt, zusammen mit den Positionen der Dehnungsmessstreifen, die zur Überwachung der Dehnung und der Biegestärke während der Druckfestigkeitsprüfung verwendet werden. Es ist zu beachten, dass die Richtung der Kante „A“ mit der Faserrichtung von 0° übereinstimmen muss (siehe ISO 1268-4:2005, Anhang A). Die Parallelität zwischen den Kanten „B“ und „C“ muss besser als 0,02 mm und jene zwischen den beiden Längskanten „A“ besser als 0,2 mm sein. Die Rechtwinkligkeit zwischen den Kanten „A“ und jeder der Kanten „B“ und „C“ muss besser als 0,2 mm sein.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Stoßstelle
- 2 Positionen der Dehnungsmessstreifen (paarweise mit einander zugewandter Rückseite angebracht)

Bild 6 — Geometrie und Maße des Probekörpers sowie Positionen der Dehnungsmessstreifen

7.2 Vorbereitung des Probekörpers

7.2.1 Die Probekörper müssen aus einer laminierten Platte hergestellt werden, die mittels eines Autoklavs oder einer Heißpresse, wie in ISO 1268-4 oder wie zwischen den interessierten Parteien vereinbart, gefertigt wurde. Die Platte muss so bemessen sein, dass nach Entfernung eines 25 mm breiten Streifens entlang der Kanten die gewünschte Anzahl von Probekörpern daraus geschnitten werden kann. Der volumenbezogene Fasergehalt der einzelnen Platten muss in Übereinstimmung mit ISO 14127 oder wie zwischen den interessierten Parteien vereinbart gemessen werden.

Falls unidirektionales Prepreg-Band als Bestandteil verwendet wird, muss ein quasi-isotropes [45/0/-45/90]-Laminat die Grundkomponente sein (siehe ISO 1268-4:2005, Anhang A zu Einzelheiten des Laminatschicht-Bezeichnungssystems, das in diesem Unterabschnitt verwendet wird) und muss n Male wiederholt und symmetrisch zur mittleren Ebene laminiert werden. Die Platte muss sich außerdem in Bezug auf die Eigenschaften in der Ebene im Gleichgewicht befinden. Für die Probekörper kann eine Schichtfolge verwendet werden, die sich leicht vom quasi-isotropen $[45_i/-45_i/0_j/90_k]_{ms}$ -Laminat unterscheidet, wobei i , j und k so bestimmt werden, dass die Gesamtschichtdicke in jede der vier Richtungen mehr als 10 % der Plattendicke beträgt.

ANMERKUNG Falls die Dichte pro Flächeneinheit der Fasern im Prepreg 190 g/m^2 beträgt, ergibt sich $n = 3$ im empfohlenen Dickenbereich. Somit ist das entsprechende Laminat $[45/0/-45/90]_{3s}$ mit 24 Lagen. Falls die Dichte pro Flächeneinheit im Prepreg 145 g/m^2 beträgt, ist das Laminat $[45/0/-45/90]_{4s}$ mit 32 Lagen. Falls die Dichte pro Flächeneinheit im Prepreg 95 g/m^2 beträgt, ist das Laminat $[45/0/-45/90]_{6s}$ mit 48 Lagen.

Falls Gewebe-Prepreg als Bestandteilwerkstoff verwendet wird, muss die Grundkomponente $[(\pm 45), (0/90)]$ sein sowie wiederholt und symmetrisch laminiert werden. Wie beim oben genannten Band kann unter denselben Bedingungen eine Schichtfolge von $[(\pm 45)_i, (0/90)_j]_{ms}$ verwendet werden.

7.2.2 Probekörper müssen aus der Platte hergestellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Probekörper-Kanten nicht beschädigt werden. Von der gefertigten Platte ist ein 25 mm breiter Rand abzuschneiden. Die hergestellten Oberflächen müssen glatt und frei von Kerben, Kratzern, Graten und anderen Fehlern sein. Zur Ausübung einer exakten Last in der Ebene ohne jegliche Verschiebung müssen die obere und die untere Fläche „B“ und „C“ mit ausreichender Genauigkeit hinsichtlich Rauheit und Parallelität (siehe 7.1) hergestellt werden. Die Rechtwinkligkeit des Probekörpers ist durch Messen der Diagonalenlängen zu prüfen.

7.2.3 Da der Zustand der Oberfläche des Probekörpers das Ergebnis des Schlags beeinflussen kann, muss entweder die obere oder die untere Fläche hinsichtlich der Härtung während des Bearbeitungsverfahrens identifiziert werden, um die Unterscheidung der Werkzeugoberfläche von der Formoberfläche zu ermöglichen.

7.3 Anzahl der Probekörper

Die Anzahl der Probekörper, die bei einer bestimmten Schlagenergie oder unter einer Reihe bestimmter experimenteller Bedingungen geprüft werden, muss mindestens fünf betragen. Prüfungen mit stark abweichenden Ergebnissen und einer ungültigen Versagensart sind zu vernachlässigen. Bei der Bestimmung der Anzahl der vorzubereitenden Probekörper darf nicht vergessen werden, die Möglichkeit zur Wiederholung von Prüfungen vorzusehen. Die Abnahme des Prüfergebnisses und die Kriterien für Wiederholungsprüfungen werden in Abschnitt 9 behandelt.

8 Verfahren

8.1 Konditionierung des Probekörpers

Die Probekörper für den zu prüfenden Werkstoff sind wie in der Internationalen Norm angegeben zu konditionieren. Falls keine derartigen Daten vorliegen, ist eine Reihe der am besten geeigneten Bedingungen aus ISO 291 zu verwenden, sofern seitens der interessierten Parteien keine anderweitigen Vereinbarungen getroffen wurden, z. B. bei der Prüfung bei erhöhten oder niedrigen Temperaturen.

8.2 Ermittlung der Maße des Probekörpers

Die Probekörperdicke t ist an vier weit voneinander entfernten Punkten im Abstand von 25 mm von den Kanten des Probekörpers mit einer Genauigkeit von 0,01 mm zu messen, und die durchschnittliche Dicke ist aufzuzeichnen. Die Probekörperbreite b ist an der Mittellinie mit einer Genauigkeit von 0,01 mm zu messen.