

DIN EN ISO 8256

ICS 83.080.01

Ersatz für
DIN EN ISO 8256:1997-02**Kunststoffe –
Bestimmung der Schlagzugzähigkeit (ISO 8256:2004);
Deutsche Fassung EN ISO 8256:2004**

Plastics –
Determination of tensile-impact strength (ISO 8256:2004);
German version EN ISO 8256:2004

Plastiques –
Détermination de la résistance au choc-traction (ISO 8256:2004);
Version allemande EN ISO 8256:2004

Gesamtumfang 24 Seiten

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN



Nationales Vorwort

Die Mitarbeit des DIN im CEN/TC 249 „Kunststoffe“ wird unter anderem über den Normenausschuss Kunststoffe (FNK) wahrgenommen.

An der Erstellung dieser Europäischen Norm war seitens des DIN der folgende Arbeitsausschuss beteiligt:

FNK-AA 102.1 „Mechanische Eigenschaften und Probekörperherstellung“

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 179-1	siehe DIN EN ISO 179-1
ISO 179-2	siehe DIN EN ISO 179-2
ISO 180	siehe DIN EN ISO 180
ISO 291	siehe DIN EN ISO 291
ISO 293	siehe DIN EN ISO 293
ISO 294-1	siehe DIN EN ISO 294-1
ISO 294-2	siehe DIN EN ISO 294-2
ISO 294-3	siehe DIN EN ISO 294-3
ISO 295	siehe DIN EN ISO 295
ISO 472	siehe DIN EN ISO 472
ISO 2818	siehe DIN EN ISO 2818
ISO 3167	siehe DIN EN ISO 3167
ISO 10350-1	siehe DIN EN ISO 10350-1
ISO 11403-3	siehe DIN EN ISO 11403-3

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 8256:1997-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt der Europäischen Norm vollständig übernommen;
- b) in Tabelle 2 einheitliche Grenzabweichungen für den Vorzugswert für das Maß x eingeführt;
- c) in Abschnitt 6.3.2 die Grenzabweichungen für den Radius im Kerbgrund auf 0,05 mm festgelegt;
- d) Abschnitt 6.5 ‚Anisotropie‘ neu aufgenommen (war 6.4.2);
- e) Anhang C in Anhang A eingebunden.

Frühere Ausgaben

DIN 53448: 1966-10, 1977-05
DIN EN ISO 8256: 1997-02, 2002-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 179-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 1: Nicht-instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 179-1:2000.*

DIN EN ISO 179-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften — Teil 2: Instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-2:1997); Deutsche Fassung EN ISO 179-2:1999.*

DIN EN ISO 180, *Kunststoffe — Bestimmung der Izod-Schlagzähigkeit (ISO 180:2000); Deutsche Fassung EN ISO 180:2000.*

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung (ISO 291:1997); Deutsche Fassung EN ISO 291:1997.*

DIN EN ISO 294-1, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben (ISO 294-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 294-1:1998.*

DIN EN ISO 294-2, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 2: Kleine Zugstäbe (ISO 294-2:1996); Deutsche Fassung EN ISO 294-2:1998.*

DIN EN ISO 294-3, *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten — Teil 3: Kleine Platten (ISO 294-3:1996); Deutsche Fassung EN ISO 294-3:1998.*

DIN EN ISO 295, *Kunststoffe — Pressen von Probekörpern aus duroplastischen Werkstoffen (ISO 295:2004); Deutsche Fassung EN ISO 295:2004.*

DIN EN ISO 472, *Kunststoffe — Fachwörterverzeichnis (ISO 472:1999); Deutsche Fassung EN ISO 472: 2001.*

DIN EN ISO 2818, *Kunststoffe — Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung (ISO 2818:1994); Deutsche Fassung EN ISO 2818:1996.*

DIN EN ISO 3167, *Kunststoffe — Vielzweckprobekörper (ISO 3167:2002); Deutsche Fassung EN ISO 3167:2003.*

DIN EN ISO 10350-1, *Kunststoffe — Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte — Teil 1: Formmassen (ISO 10350-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 10350-1:2000.*

DIN EN ISO 11403-3, *Kunststoffe — Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Vielpunkt-Kennwerte — Teil 3: Umgebungseinflüsse auf Eigenschaften (ISO 11403-3:1999); Deutsche Fassung EN ISO 11403-3:2001.*

— Leerseite —

ICS 83.080.01

Deutsche Fassung

Kunststoffe — Bestimmung der Schlagzugzähigkeit
(ISO 8256:2004)

Plastics — Determination of tensile impact strength
(ISO 8256:2004)

Plastiques — Détermination de la résistance au
choc-traction (ISO 8256:2004)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 01. Juni 2004 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 8256:2004) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom IBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 8256:1996.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 8256:2004 wurde vom CEN als EN ISO 8256:2004 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	5
5 Prüfeinrichtung	6
5.1 Prüfmaschine	6
5.2 Pendel und Hammer	6
5.3 Querjoch	6
5.4 Klemmvorrichtungen/Spannbacken	6
5.5 Messschrauben und -schieber	7
6 Probekörper.....	7
6.1 Form und Maße	7
6.2 Herstellung	9
6.2.1 Formmassen.....	9
6.2.2 Tafeln	9
6.2.3 Langfaserverstärkte Harze.....	9
6.3 Kerbung von Probekörpern	9
6.4 Anzahl der Probekörper	9
6.5 Anisotropie	10
6.6 Vorbehandlung.....	10
7 Durchführung	10
8 Bestimmung der Arbeitskorrekturen	11
8.1 Verfahren A — Korrektur E_q infolge der plastischen Verformung und der kinetischen Energie des Querjochs.....	11
8.2 Verfahren B — Querjoch-Rückprallenergie E_b	11
9 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	12
9.1 Berechnung der korrigierten Schlagzugzähigkeit.....	12
9.1.1 Allgemeines.....	12
9.1.2 Arbeitskorrektur für Verfahren A	12
9.1.3 Arbeitskorrektur für Verfahren B	12
9.2 Berechnung der Schlagzugzähigkeit.....	12
9.3 Statistische Größen	13
9.4 Anzahl der bedeutsamen Ziffern	13
10 Präzision	13
11 Prüfbericht.....	13
Anhang A (normativ) Bestimmung des Korrekturfaktors für das Verfahren A	14
A.1 Verwendete Ausdrücke zu Energie/Arbeit	14
A.2 Bestimmung von $E_{cr, kin}$	15
A.3 Bestimmung von $E_{cr, pl}$	15
A.4 Arbeitskorrektur.....	16
Anhang B (normativ) Bestimmung des Rückprall-Korrekturfaktors für Verfahren B.....	17
Literaturhinweise	20

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm legt zwei Verfahren (Verfahren A und Verfahren B) zur Bestimmung der Schlagzugzähigkeit von Kunststoffen unter festgelegten Bedingungen fest. Die Prüfungen können als Zugversuche mit verhältnismäßig hoher Verformungsgeschwindigkeit bezeichnet werden. Diese Verfahren können bei steifen Werkstoffen (Definition siehe ISO 472) angewendet werden, sie sind jedoch besonders bei Werkstoffen von Nutzen, die für die Schlagbiegeprüfungen nach ISO 179 und ISO 180 zu flexibel oder zu dünn sind.

1.2 Diese Verfahren werden benutzt, um das Verhalten festgelegter Probekörper bei festgelegten Schlaggeschwindigkeiten zu untersuchen und die Sprödigkeit oder Zähigkeit von Probekörpern innerhalb der Grenzen der Prüfbedingungen festzustellen.

1.3 Diese Verfahren sind sowohl für Probekörper geeignet, die aus Formmassen hergestellt sind, als auch für Probekörper, die Formteilen und Halbzeugen entnommen sind (zum Beispiel aus Spritzgussteilen, Schichtstoffen oder aus extrudierten oder gegossenen Tafeln).

1.4 Ergebnisse, die bei der Prüfung von geformten Probekörpern unterschiedlicher Maße gewonnen wurden, müssen nicht notwendigerweise gleich sein. Ebenso müssen aus Formteilen ausgearbeitete Probekörper nicht zu den gleichen Ergebnissen führen wie direkt aus der Formmasse geformte Probekörper gleicher Maße. An aus Formmassen hergestellten Probekörpern erhaltene Prüfergebnisse können nicht unmittelbar auf Formteile irgendeiner Form übertragen werden, da die Messwerte von der Formteilgestalt und den Bedingungen der Formgebung abhängen können. Ergebnisse nach den Verfahren A und B können vergleichbar sein oder nicht.

1.5 Diese Verfahren sind nicht als Datenquelle für Konstruktionsberechnungen von Teilen geeignet. Informationen über das spezifische Werkstoffverhalten können jedoch erhalten werden durch die Prüfung unterschiedlicher Probekörpertypen, die unter verschiedenen Bedingungen hergestellt wurden, und durch Prüfung bei verschiedenen Temperaturen. Die beiden verschiedenen Verfahren sind sowohl zur Produktionskontrolle als auch zur Qualitätskontrolle geeignet.

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 179-1, *Plastics — Determination of Charpy impact properties — Part 1: Non-instrumented impact test.*

ISO 179-2, *Plastics — Determination of Charpy impact properties — Part 2: Instrumented impact test.*

ISO 180, *Plastics — Determination of Izod impact strength.*

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing.*

ISO 293, *Plastics — Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials.*

ISO 294-1, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens.*

ISO 294-2, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 2: Small tensile bars.*

ISO 294-3, *Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials — Part 3: Small plates.*

ISO 295, *Plastics — Compression moulding test specimens of thermosetting materials.*

ISO 472, *Plastics — Vocabulary.*

ISO 1268 (alle Teile), *Fibre reinforced plastics — Method of producing test plates.*

ISO 2602, *Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval.*

ISO 2818, *Plastics — Preparation of test specimens by machining.*

ISO 3167, *Plastics — Multipurpose test specimens.*

ISO 10350-1, *Plastics — Acquisition and presentation of comparable single-point data — Part 1: Moulding materials.*

ISO 11403-3, *Plastics — Acquisition and presentation of comparable multipoint data — Part 3: Environmental influences on properties.*

ISO 13802, *Plastics — Verification of pendulum impact-testing machines — Charpy, Izod and tensile-impact-testing.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Schlagzugzähigkeit ungekerbter Probekörper

a_{iU}

Arbeit, die beim Bruch eines ungekerbten Probekörpers unter festgelegten Bedingungen verbraucht wird, bezogen auf die Anfangs-Querschnittsfläche des Probekörpers

ANMERKUNG Sie wird in Kilojoule je Quadratmeter (kJ/m^2) angegeben.

3.2

Schlagzugzähigkeit gekerbter Probekörper

a_{iN}

Arbeit, die beim Bruch eines gekerbten Probekörpers unter festgelegten Bedingungen verbraucht wird, bezogen auf die Anfangs-Querschnittsfläche des Probekörpers an der Kerbe

ANMERKUNG Sie wird in Kilojoule je Quadratmeter (kJ/m^2) angegeben.

4 Kurzbeschreibung

Der Bruch des Probekörpers erfolgt durch einen einmaligen Schlag im Tiefpunkt der Bewegung des Pendels einer Schlagzugmaschine. Zum Zeitpunkt des Bruches befindet sich der Probekörper in horizontaler Lage. Ein Ende des Probekörpers wird während des Schlages entweder vom Rahmen oder vom Pendel, das andere vom Querjoch gehalten. Die beiden beschriebenen Verfahren beruhen auf zwei unterschiedlichen Arten der Lage des vom Querjoch gehaltenen Probekörpers; der Probekörper darf entweder stationär an der Einspannvorrichtung angebracht sein (Verfahren A) oder sich gemeinsam mit dem Pendel nach unten bewegen (Verfahren B).

Die für den Bruch erforderliche Arbeit wird durch die kinetische Energie vorgegeben, die beim Brechen des Probekörpers vom Pendel abgegeben wird. Für das Wegschleudern (Verfahren A) oder Zurückprallen (Verfahren B) des Querjochs werden Arbeitskorrekturen gemacht.

5 Prüfeinrichtung

5.1 Prüfmaschine

Die Prinzipien, Kenngrößen und Verifikation geeigneter Prüfmaschinen sind ausführlich in ISO 13802 angegeben.

5.2 Pendel und Hammer

5.2.1 Das Pendel muss aus einem ein- oder mehrteiligen Pendelarm bestehen, der den Hammer hält, in dem die größte Masse konzentriert ist. Ein steifes Pendel ist wesentlich, um die richtigen Abstände und geometrischen Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen beizubehalten und die Energieverluste auf ein Minimum herabzusetzen, die immer im gemessenen Wert der Schlagarbeit enthalten sind.

5.2.2 Die Hämmer für die Verfahren A und B sind ausführlich in ISO 13802 beschrieben.

5.3 Querjoch

5.3.1 Wie in ISO 13802 dargelegt, muss der für das Querjoch verwendete Werkstoff (z. B. Aluminium) zu einem im Wesentlichen unelastischen Stoß führen, um das Zurückprallen des Metallhammers aufgrund des Auftreffens auf ein Querjoch aus Metall zu verringern. Die Masse des Querjochs sowohl für Verfahren A als auch B muss aus den in Tabelle 1 angegebenen Werten gewählt werden.

5.3.2 Es muss/müssen Einspannlehre oder andere Einrichtungen angewendet werden, die das Spannen des Querjochs in der festgelegten Lage im rechten Winkel zur Längsachse des Probekörpers unterstützt/unterstützen.

Tabelle 1 — Querjoch-Massen

Arbeitsvermögen J	Querjoch-Masse g	
	Verfahren A	Verfahren B
2,0	15 ± 1 oder 30 ± 1	15 ± 1
4,0	15 ± 1 oder 30 ± 1	15 ± 1
7,5	30 ± 1 oder 60 ± 1	30 ± 1
15,0	30 ± 1 oder 60 ± 1	120 ± 1
25,0	60 ± 1 oder 120 ± 1	120 ± 1
50,0	60 ± 1 oder 120 ± 1	120 ± 1

ANMERKUNG Für Verfahren A ist nach Möglichkeit das jeweils leichtere Querjoch zu verwenden.

5.4 Klemmvorrichtungen/Spannbacken

Klemmen und Spannbacken für die Schlagzugprüfung sind in ISO 13802 beschrieben.

5.5 Messschrauben und -schieber

Es werden Messschrauben und -schieber benötigt, mit denen sich die Maße der Probekörper mit einer Unsicherheit von 0,01 mm bestimmen lassen. Bei der Messung der Dicke des Probekörpers muss der Messkopf einen Druck von 0,01 MPa bis 0,05 MPa ausüben. Hinsichtlich gekerbter Probekörper siehe die Anforderungen in 7.4.

6 Probekörper

6.1 Form und Maße

Es dürfen fünf Probekörpertypen benutzt werden, wie sie in Tabelle 2 festgelegt und in Bild 1 dargestellt sind. Im Allgemeinen können bei beiden Verfahren alle Typen verwendet werden.

Verfahren A: in Übereinstimmung mit ISO 10350-1 und ISO 11403-3 sollten die bevorzugten Probekörpertypen sein: Typ 1 (der dem Vielzweckprobekörper nach ISO 3167 entnommen oder unmittelbar nach ISO 294-1 spritzgegossen werden kann) und Typ 4 (der unmittelbar nach ISO 294-2 spritzgegossen oder aus nach ISO 294-3 spritzgegossenen Tafeln hergestellt werden kann).

Verfahren B: die bevorzugten Probekörpertypen sind Typ 2 und Typ 4.

Das Prüfergebnis hängt vom verwendeten Probekörpertyp sowie dessen Herstellung und Dicke ab. Für wiederholbare Ergebnisse oder in Schiedsfällen müssen der Probekörpertyp sowie dessen Herstellung und Dicke vereinbart werden.

Die Probekörper werden bis einschließlich einer Dicke von 4 mm in Originaldicke geprüft. Die bevorzugte Dicke des Probekörpertyps 1 beträgt $(4 \pm 0,2)$ mm und die des Probekörpertyps 4 $(3 \pm 0,2)$ mm. Innerhalb der gemessenen Fläche darf die zulässige Abweichung der Dicke nicht mehr als $\pm 5\%$ betragen. Bei einer Dicke von mehr als 4 mm sind die in dieser Internationalen Norm beschriebenen Prüfverfahren nicht anwendbar, und zur Bestimmung der Schlagzähigkeitseigenschaften der Probekörper muss ISO 179 oder ISO 180 angewendet werden.

Tabelle 2 — Probekörpertypen und Maße

Maße in Millimeter

Probekörpertyp	Länge l	Breite b	Vorzugswert für die Maße x	Vorzugswert für das Maß l_0	Einspannlänge l_e	Radius r
1	80 ± 2	$10 \pm 0,2$	$6 \pm 0,2$	—	30 ± 2	—
2	60 ± 2	$10 \pm 0,2$	$3 \pm 0,2$	$10 \pm 0,2$	25 ± 2	10 ± 1
3	80 ± 2	$15 \pm 0,2$	$10 \pm 0,2$	$10 \pm 0,2$	30 ± 2	20 ± 1
4	60 ± 2	$10 \pm 0,2$	$3 \pm 0,2$	—	25 ± 2	15 ± 1
5 ^a	80 ± 2	$15 \pm 0,2$	$5 \pm 0,2$	$10 \pm 0,2$	50 ± 2	20 ± 1

^a Für Typ 5: $b' = (23 \pm 2)$ mm, $r' = (4 \pm 0,5)$ mm, $l' = (11 \pm 1)$ mm

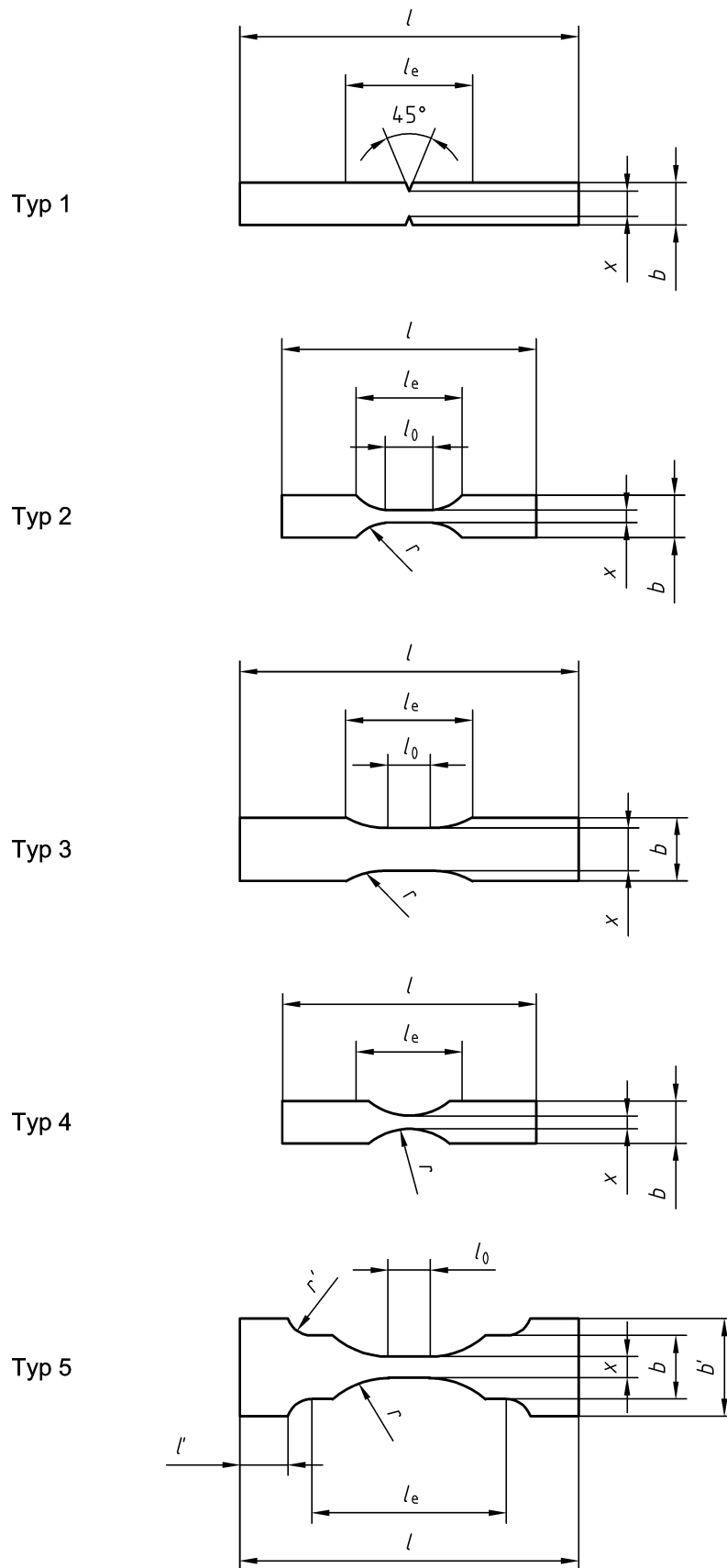


Bild 1 — Probekörpertypen

6.2 Herstellung

6.2.1 Formmassen

Die Probekörper müssen nach der entsprechenden Werkstoff-Spezifikation hergestellt werden. Wenn diese nicht existiert oder falls nicht anders festgelegt, müssen die Probekörper unmittelbar durch Extrudieren (nach den für den Werkstoff zutreffenden Normen) oder durch Pressen oder Spritzgießen nach ISO 293, ISO 294-1, ISO 294-2 oder ISO 295 hergestellt werden oder nach ISO 2818 aus Tafeln oder Platten gefertigt werden, die aus der Formmasse gepresst oder spritzgegossen wurden. Der Probekörper vom Typ 1 kann aus dem Vielzweckprobekörper Typ A, beschrieben in ISO 3167, hergestellt werden.

6.2.2 Tafeln

Probekörper aus Tafeln müssen nach ISO 2818 gefertigt werden.

6.2.3 Langfaserverstärkte Harze

Aus der Formmasse muss nach dem zutreffenden Teil von ISO 1268 eine Tafel gefertigt werden, und die Probekörper sind nach ISO 2818 auszuarbeiten.

6.3 Kerbung von Probekörpern

6.3.1 Kerben (bei Probekörpern vom Typ 1) müssen maschinell nach ISO 2818 an nach 6.2 hergestellten ungekerbten Probekörpern eingearbeitet werden.

6.3.2 Der Radius im Kerbgrund muss $(1,0 \pm 0,05)$ mm betragen, der Kerbwinkel $(45 \pm 1)^\circ$ (siehe Bild 1). Das Profil des Schneidzahns muss derart gestaltet sein, dass in rechten Winkeln zu den Hauptachsen im Probekörper zwei Kerben der Form und Tiefe nach Bild 1 erzeugt werden. Der Abstand zwischen den beiden durch die Scheitelpunkte der Kerben senkrecht zur Längsachse des Probekörpers gezogenen Linien darf nicht mehr als 0,2 mm betragen. Die Genauigkeit des Maßes x muss mit besonderer Sorgfalt eingehalten werden (siehe Tabelle 2). Für Profil und Radius der Kerben müssen bei den meisten Formmassen enge Toleranzen eingehalten werden, weil diese Faktoren weitgehend den Grad der Spannungskonzentration im Kerbgrund während des Versuchs bestimmen. Die Wahrung eines scharfen Schneidwerkzeuges mit sauberen Kanten ist besonders wichtig, weil geringe Fehler im Kerbgrund große Abweichungen in den Prüfergebnissen bewirken können. Das mit Hilfe eines bestimmten Schneidwerkzeugs erzeugte Kerbprofil muss in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden.

6.3.3 Probekörper mit eingeformten Kerben dürfen verwendet werden, falls dies für den zu untersuchenden Werkstoff festgelegt ist. Probekörper mit eingeformten Kerben führen im Allgemeinen zu anderen Ergebnissen als Probekörper mit maschinell hergestellten Kerben, und dieser Unterschied sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Probekörper mit maschinell hergestellten Kerben werden im Allgemeinen bevorzugt, weil Hauteffekte und/oder örtlich auftretende Anisotropie minimiert werden. Das erzeugte Kerbprofil muss in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden.

6.3.4 Bei ausgestanzten Probekörpern darf die Kerbe nicht gestanzt werden, sondern sie muss in einem zweiten Schritt maschinell hergestellt werden.

6.4 Anzahl der Probekörper

Wenn in der Norm für den zu prüfenden Werkstoff nichts anderes festgelegt ist, muss ein Satz aus zehn Probekörpern geprüft werden. Wenn der Variationskoeffizient (siehe ISO 2602) unter einem Wert von 5 % liegt, reicht eine Anzahl von mindestens fünf Probekörpern aus.

6.5 Anisotropie

Die Schlagzähigkeitseigenschaften bestimmter Arten von Tafelwerkstoffen dürfen sich in Abhängigkeit von der Messrichtung in der Tafelebene unterscheiden. In solchen Fällen ist es üblich, zwei Gruppen von Probekörpern mit den Hauptachsen entsprechend parallel und senkrecht zur Richtung einer Eigenschaft der Tafel zu entnehmen, die entweder augenscheinlich ist oder aus der Kenntnis des Herstellungsverfahrens abgeleitet werden kann.

6.6 Vorbehandlung

Soweit nicht anders in der Norm für den zu prüfenden Werkstoff festgelegt, müssen die Probekörper nach ISO 291 konditioniert werden, falls nicht andere Bedingungen zwischen den Beteiligten vereinbart sind. Im Fall von gekerbten Probekörpern beginnt die Konditionierzeit nach dem Einbringen der Kerben.

7 Durchführung

7.1 Die Prüfung ist im gleichen Klima wie bei der Vorbehandlung durchzuführen, wenn keine anderen Bedingungen von den Beteiligten vereinbart wurden (z. B. für Prüfungen bei hohen oder niedrigen Temperaturen).

7.2 Es ist zu überprüfen, ob das Pendelschlagwerk in der Lage ist, die Prüfung mit der festgelegten Aufschlaggeschwindigkeit durchzuführen und ob die aufgenommene Arbeit im richtigen Bereich liegt, d. h. zwischen 20 % und 80 % des Arbeitsvermögens zum Zeitpunkt des Aufschlages. Wenn mehr als ein Pendel diese Anforderungen erfüllt, muss das Pendel mit dem höchsten Arbeitsvermögen Anwendung finden.

7.3 Die Reibungsverluste sind nach ISO 13802 zu bestimmen.

7.4 Die Dicke h und die Breite x des mittleren parallelen Abschnitts des Probekörpers werden auf 0,02 mm gemessen. Bei gekerbten Probekörpern wird das Maß x sorgfältig mit einer Messschraube gemessen, die mit einer Messspitze ausgerüstet ist, deren Breite 2 mm bis 3 mm beträgt und die ein geeignetes, der Form der Kerbe angepasstes Profil hat.

Im Fall von spritzgegossenen Probekörpern ist es nicht notwendig, die Maße aller Probekörper zu bestimmen. Es genügt, einen Probekörper einer Gruppe auszumessen um sicherzustellen, dass die Maße den Anforderungen entsprechen. Bei Vielfach-Spritzformen ist sicherzustellen, dass die Probekörper aus allen Formhohlräumen übereinstimmende Maße haben.

7.5 Das Pendel ist auf die vorgeschriebene Höhe zu heben und einzuklinken. Der Probekörper ist in die Klemme einzuführen und festzuspannen: beim Verfahren A wird ein Ende des Probekörpers in die Spannbacke des Rahmens und das andere in die Klemme des Querjochs gelegt; beim Verfahren B wird ein Ende des Probekörpers in die befestigte Probekörperklemme und das andere in die unbefestigte Probekörperklemme des Querjochs gelegt (Einzelheiten siehe ISO 13802).

7.6 Das Pendel ist auszuklinken. Die vom Probekörper aufgenommene Schlagarbeit E_s ist aufzuzeichnen; durch Reibungsverluste bedingte notwendige Korrekturen sind gegebenenfalls nach ISO 13802 vorzunehmen.

7.7 Liegt die sich ergebende korrigierte Schlagzugarbeit unter 20 % des Arbeitsvermögens des 2,0-J-Pendels, sollte dem Verdacht nachgegangen werden, dass die Daten fehlerhaft sind.

Für den Fall, dass die Probekörper zu dünn oder ohne ausreichende Festigkeit sind, dürfen steife, mehrschichtige Probekörper verwendet werden. Die Anwendung dieser Probekörper muss zwischen den Beteiligten vereinbart und im Prüfbericht eindeutig angegeben werden.

7.8 Sind verschiedene Werkstoffe miteinander zu vergleichen, müssen bei allen Werkstoffen Pendel mit derselben Auftreffgeschwindigkeit eingesetzt werden. In Schiedsfällen ist zu empfehlen, dass die Prüfergebnisse nur mit Ergebnissen verglichen werden, die mit Pendeln mit gleichem Nenn-Arbeitsvermögen und an Probekörpern mit gleicher Geometrie erhalten wurden.

7.9 Sofort nach Beendigung der Prüfung muss durch eine Kontrolle sichergestellt werden, dass der Probekörper fest eingespannt war oder ob er in einer der beiden Klemmen gerutscht ist und dass das Versagen im schmalen parallelen Teil des Probekörpers aufgetreten ist. Wenn einzelne der geprüften Probekörper diesen Anforderungen nicht entsprechen, müssen die Ergebnisse dieser Probekörper verworfen werden, und weitere Probekörper sind zu prüfen.

8 Bestimmung der Arbeitskorrekturen

8.1 Verfahren A — Korrektur E_q infolge der plastischen Verformung und der kinetischen Energie des Querjochs

Die Korrektur E_q wird nach folgender Gleichung berechnet (zu Einzelheiten siehe Anhang A):

$$E_q = \frac{E_{\max} \times \mu \times (3 + \mu)}{2 \times (1 + \mu)} \approx \frac{3}{2} \times E_{\max} \times \mu \quad (1)$$

Dabei ist

E_q die Arbeitskorrektur infolge der plastischen Verformung und der kinetischen Energie des Querjochs, in Joule;

E_{\max} die maximale Schlagarbeit des Pendels, in Joules;

μ die Masse des Querjochs geteilt durch die reduzierte Masse des Pendels (d. h. m_{cr}/m_p).

Die reduzierte Masse des Pendels m_p ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$m_p = \frac{E_{\max}}{g \times L_p \times (1 - \cos \alpha)} \quad (2)$$

Dabei ist

g die Fallbeschleunigung, in $m \cdot s^{-2}$;

L_p die Länge des Pendels, bestimmt nach ISO 13802, in Meter;

α der Winkel zwischen der höchsten und der niedrigsten Pendelstellung.

8.2 Verfahren B — Querjoch-Rückprallenergie E_b

Die Querjoch-Rückprallenergie E_b ist für jeden Probekörper und jedes Pendel der Querjoch-Rückprallenergie-Kurve zu entnehmen. Diese Kurve wird nur einmal für jede Querjoch-Pendel-Kombination bestimmt (siehe Anhang B).

9 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

9.1 Berechnung der korrigierten Schlagzugzähigkeit

9.1.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der Schlagzugzähigkeit der Probekörper muss zuerst die verbrauchte Schlagarbeit E_s um die Schleuderarbeit E_q beim Verfahren A und um die Querjoch-Rückprallenergie E_b beim Verfahren B korrigiert werden.

9.1.2 Arbeitskorrektur für Verfahren A

Die korrigierte Schlagzuarbeit E_c , in Joule, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$E_c = E_s - E_q \quad (3)$$

Dabei ist

E_s die beim Aufprall verbrauchte und mit einem Gerät gemessene Schlagarbeit (siehe 7.6), in Joule;

E_q die Schleuderarbeit infolge der plastischen Verformung und der kinetischen Energie des Querjochs, berechnet nach 8.1, in Joule.

9.1.3 Arbeitskorrektur für Verfahren B

Die korrigierte Schlagzuarbeit E_c , in Joule, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$E_c = E_s + E_b \quad (4)$$

Dabei ist

E_s die mit einem Gerät gemessene Schlagarbeit (siehe 7.6), in Joule;

E_b die Querjoch-Rückprallenergie, bestimmt aus dem gemessenen Wert für E_s und der für das speziell verwendete Pendelschlagwerk nach 8.2 und Anhang B erstellten Kurve, in Joule.

9.2 Berechnung der Schlagzugzähigkeit

Die Schlagzugzähigkeit a_{tU} oder die Kerb-Schlagzugzähigkeit a_{tN} , angegeben in Kilojoule je Quadratmeter, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$a_{tU} (a_{tN}) = \frac{E_c}{x \times h} \times 10^3 \quad (5)$$

Dabei ist

E_c die korrigierte Schlagarbeit, berechnet nach 9.1, in Joule;

x die Breite des schmalen, parallelen Teils des Probekörpers (hinsichtlich der Probekörpertypen 2, 3, 4, 5 auf Bild 1) oder der Abstand zwischen den Kerben (hinsichtlich Probekörpertyp 1 auf Bild 1), in Millimeter;

h die Dicke des schmalen, parallelen Teils des Probekörpers [oder bei mehrschichtigen Probekörpern (siehe 7.7) die Gesamtdicke], in Millimeter.

9.3 Statistische Größen

Falls erforderlich, sind der arithmetische Mittelwert der Prüfergebnisse, die Standardabweichung des Mittelwertes und der Variationskoeffizient nach der in ISO 2602 angegebenen Vorgehensweise zu berechnen.

9.4 Anzahl der bedeutsamen Ziffern

Sämtliche errechneten Mittelwerte sind mit zwei bedeutsamen Ziffern anzugeben.

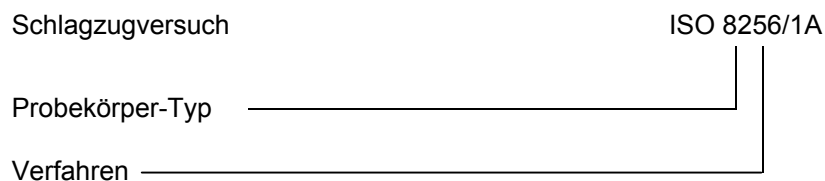
10 Präzision

Die Präzision dieses Prüfverfahrens ist nicht bekannt, weil keine Ergebnisse von Ringversuchen zur Verfügung stehen. Sobald Ergebnisse aus Ringversuchen erhalten werden, wird bei der nächsten Überarbeitung eine Angabe zur Präzision aufgenommen.

11 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die folgenden Angaben enthalten:

- a) eine Verweisung auf diese Internationale Norm;
- b) das angewandte Verfahren (A oder B) und der verwendete Probekörpertyp (siehe Tabelle 2);



- c) sämtliche zur Identifikation des geprüften Werkstoffes notwendigen Angaben, einschließlich Art, Herkunft, Produktbezeichnung des Herstellers, Güteklasse und Vorgeschichte, soweit diese bekannt sind;
- d) eine Beschreibung der Beschaffenheit und Form des Werkstoffes, d. h. Fertigteil, Halbzeug, Tafel oder Probekörper, einschließlich Hauptmaße, Gestalt, Herstellungsverfahren usw., soweit diese bekannt sind;
- e) die Dicke der geformten Probekörper oder bei Tafeln die Dicke der Tafel und, falls zutreffend, die Richtungen der Hauptachsen der Probekörper im Zusammenhang mit einem Merkmal der Tafel;
- f) das Verfahren der Probekörperherstellung;
- g) das bei der Vorbehandlung und Prüfung angewandte Normalklima sowie jede spezielle Vorbehandlung, wenn sie von der Norm für den Werkstoff oder das Fertigteil verlangt wird;
- h) das Nenn-Arbeitsvermögen des Pendels;
- i) die Masse des verwendeten Querjochs;
- j) die Schlagzugzähigkeit a_{tN} oder a_{tU} des Werkstoffes, angegeben in Kilojoule je Quadratmeter, als arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse von gekerbten und/oder ungekerbten Probekörpern;
- k) die einzelnen Prüfergebnisse, falls erforderlich;
- l) die Standardabweichung und den Variationskoeffizient der Ergebnisse, falls erforderlich;
- m) die Art des bei den Probekörpern aufgetretenen Versagens;
- n) Datum der Prüfung.

Anhang A (normativ)

Bestimmung des Korrekturfaktors für das Verfahren A

A.1 Verwendete Ausdrücke zu Energie/Arbeit

Bei der Berechnung der Korrektur E_q werden die folgenden Ausdrücke zu Energie/Arbeit verwendet:

$$E_{\max} = \frac{1}{2} \times m_p \times v_0^2 \quad (\text{A.1})$$

$$E_p = \frac{1}{2} \times m_p \times v_p^2 \quad (\text{A.2})$$

$$E_s = E_{\max} - E_p \quad (\text{A.3})$$

$$E_{\text{cr, kin}} = \frac{1}{2} \times m_{\text{cr}} \times v_{\text{cr}}^2 \quad (\text{A.4})$$

Wenn die elastische Energie des Schlages vernachlässigt werden kann (wie nach 5.3.1 gefordert), ist der Schlag im Wesentlichen unelastisch, $v_{\text{cr}} = v_p$, und die kinetische Energie des Querjochs beträgt:

$$E_{\text{cr, kin}} = \frac{1}{2} \times m_{\text{cr}} \times v_p^2 \quad (\text{A.5})$$

Dabei ist

- E_{\max} die maximale Schlagarbeit des Pendels, in Joule;
- E_p die Restenergie des Pendels nach dem Schlag, in Joule;
- E_s die gemessene, beim Schlag verbrauchte Arbeit, in Joule;
- $E_{\text{cr, kin}}$ die kinetische Energie des fortgeschleuderten Querjochs, in Joule;
- m_p die reduzierte Masse des Pendels (siehe 8.1), in Kilogramm;
- v_0 die Geschwindigkeit des Pendels unmittelbar vor dem Aufschlag, in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- v_p die Geschwindigkeit des Pendels unmittelbar nach dem Aufschlag, in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- m_{cr} die Masse des Querjochs, in Kilogramm;
- v_{cr} die Geschwindigkeit des Querjochs unmittelbar nach dem Aufschlag, in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;

und zusätzlich:

- E_c die für die Verformung und den Bruch des Probekörpers notwendige Arbeit, in Joule, (ist zu berechnen);
- $E_{\text{cr, pl}}$ die durch die plastische Verformung des Querjochs verbrauchte Arbeit, in Joule.

A.2 Bestimmung von $E_{cr, kin}$

Die Energiegleichung des Schlages lautet:

$$E_s = E_c + E_{cr, pl} + E_{cr, kin} \quad (A.6)$$

Weiterhin folgt aus den Gleichungen (A.2) und (A.4):

$$\frac{E_{cr, kin}}{E_p} = \mu \quad (A.7)$$

Die Kombination dieser Gleichung mit Gleichung (A.3) ergibt:

$$E_{cr, kin} = \mu \times (E_{max} - E_s) \quad (A.8)$$

Dabei ist

$$\mu = \frac{m_{cr}}{m_p} \quad (A.9)$$

A.3 Bestimmung von $E_{cr, pl}$

Zur Berechnung der bei der plastischen Verformung des Querjochs verbrauchten Arbeit $E_{cr, pl}$ ist es notwendig, die Impulsgleichung beim Schlag ohne Probekörper zu berücksichtigen (d. h. $E_c = 0$).

Dieser Fall wird mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Die Impulsgleichung (unter Berücksichtigung dessen, dass der Schlag im Wesentlichen unelastisch ist) kann wie folgt angegeben werden:

$$m_p \times v_0 = (m_p + m_{cr}) \times v_p^* \quad (A.10)$$

Die Anwendung von Gleichung (A.9),

$$v_p^* = \frac{1}{1 + \mu} \times v_0 \quad (A.11)$$

Die Berücksichtigung von Gleichung (A.3),

$$E_s^* = E_{max} - E_p^* \quad (A.12)$$

Dabei ist

$$E_p^* = m_p \times v_p^{*2} \quad (A.13)$$

und durch Einsetzen der Gleichungen (A.1) und (A.13) in Gleichung (A.12) und unter Anwendung von Gleichung (A.11) ergibt sich die verbrauchte Arbeit, gemessen ohne Probekörper, aus:

$$E_s^* = E_{max} \times \frac{\mu \times (2 + \mu)}{(1 + \mu)^2} \quad (A.14)$$

Bei $E_c = 0$ ergibt sich aus Gleichung (A.6):

$$E_s^* = E_{cr, pl}^* + E_{cr, kin}^* \quad (A.15)$$

Aus den Gleichungen (A.5), (A.11) und (A.9) folgt:

$$E_{cr, kin}^* = E_{max} \times \frac{\mu}{(1 + \mu)^2} \quad (A.16)$$

Schließlich ergibt sich aus den Gleichungen (A.14), (A.15) und (A.16) die Arbeit durch die plastische Verformung des Querjochs ohne Probekörper:

$$E_{cr, pl}^* = E_{max} \times \frac{\mu}{(1 + \mu)} \quad (A.17)$$

Weil das Querjoch mit und ohne Probekörper gleichermaßen plastisch verformt wird, ist:

$$E_{cr, pl} = E_{cr, pl}^*$$

A.4 Arbeitskorrektur

Unter Berücksichtigung der Gleichung (A.6) kann die Arbeitskorrektur wie folgt angegeben werden:

$$E_q = E_s - E_c = \mu \times \left[\frac{E_{max}}{(1 + \mu)} + (E_{max} - E_s) \right] \quad (A.19)$$

Diese Korrektur besteht aus einem vorherrschenden konstanten Anteil (der die durch die plastische Verformung des Querjochs verbrauchte Arbeit $E_{cr, pl}$ repräsentiert) und einem kleineren Teil ($E_{max} - E_s$), der mit ansteigender verbrauchter Arbeit von μE_{max} auf Null abfällt (wenn $E_s \sim E_{max}$). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit kann eine konstante Korrektur als eine ausreichende Annäherung verwendet werden, unter der Annahme, dass

$$E_s = \frac{E_{max}}{2} \quad (A.20)$$

ergibt sich eine Korrektur

$$E_q = E_s - E_c = \frac{E_{max} \times \mu \times (3 + \mu)}{2 \times (1 + \mu)} \quad (A.21)$$

Der korrigierte Wert der verbrauchten Arbeit beim Schlag mit dem Probekörper ist deshalb:

$$E_c = E_s - E_q = E_s - \frac{E_{max} \times \mu \times (3 + \mu)}{2 \times (1 + \mu)} \approx E_s - \frac{3}{2} \times \mu \times E_{max} \quad (A.22)$$

Anhang B (normativ)

Bestimmung des Rückprall-Korrekturfaktors für Verfahren B

Nach dem Schlag und Rückprall des Querjochs wird der Probekörper von zwei sich bewegenden Körpern gezogen, dem Pendel mit einer Energie von $0,5MV^2$ und dem Querjoch mit einer Energie von $0,5mv^2$. Wenn der Probekörper bricht, wird nur die Arbeit auf der Skale des Pendelschlagwerks angezeigt, die das Pendel verloren hat. Deshalb ist es notwendig, die zusätzliche Arbeit, die vom Querjoch beigesteuert wird, für die Bestimmung der wahren, für den Bruch des Probekörpers aufgewendeten Arbeit hinzuzufügen. Die Korrektur (d. h. die zusätzliche Arbeit, die vom Querjoch beigesteuert wird) kann wie folgt berechnet werden:

Durch Definition ist

$$E = \frac{1}{2} \times M (V^2 - V_2^2) \quad (\text{B.1})$$

und

$$e = \frac{1}{2} \times m (v_1^2 - v_2^2) \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist

- M die Masse des Pendels, in Kilogramm;
- m die Masse des Querjochs, in Kilogramm;
- V die maximale Geschwindigkeit des Aufschlagzentrums des Querjochs, in Meter je Sekunde;
- V_2 die Geschwindigkeit des Aufschlagzentrums des Pendels zum Zeitpunkt des Bruches des Probekörpers, in Meter je Sekunde;
- v_1 die Geschwindigkeit des Querjochs unmittelbar nach dem Rückprall, in Meter je Sekunde;
- v_2 die Geschwindigkeit des Querjochs zum Zeitpunkt des Bruches des Probekörpers, in Meter je Sekunde;
- E die auf der Skale des Pendelschlagwerkes abgelesene Arbeit, in Joule;
- e_r der Arbeitsbeitrag des Querjochs, d. h. der Rückprall-Korrekturfaktor, der dem an der Skale des Pendelschlagwerkes abgelesenen Wert hinzuzufügen ist.

Sobald der Rückprall des Querjochs stattgefunden hat, bleibt der Impuls des Systems (in horizontaler Richtung) konstant. Unter Vernachlässigung senkrechter Komponenten kann die Impulsgleichung für den Schlag wie folgt geschrieben werden:

$$MV - mv_1 = MV_2 - mv_2 \quad (\text{B.3})$$

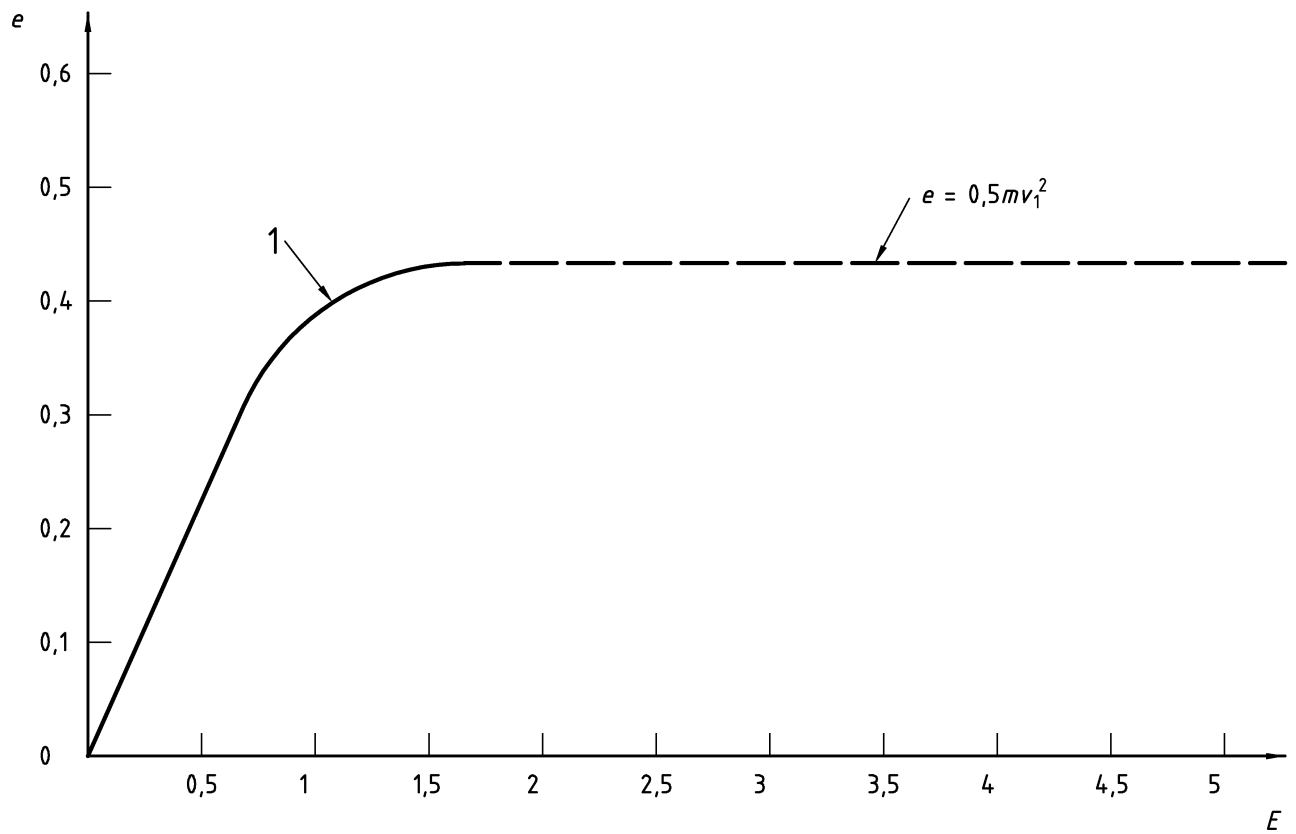
Die Gleichungen (B.1), (B.2) und (B.3) ergeben zusammengefasst:

$$e = \frac{1}{2} \times m \left\{ v_1^2 - \left[v_1 - \frac{M}{m} \times \left(V - \sqrt{V^2 - \frac{2 \times E}{M}} \right)^2 \right] \right\} \quad (\text{B.4})$$

In Gleichung (B.4) ist die Geschwindigkeit des Querjochs nach dem Rückprall v_1 die einzige unbekannte Größe. Wie in der Norm ASTM D 1822 [1] angegeben, ist die anfängliche Rückprallgeschwindigkeit v_1 des Querjochs bei einer tatsächlichen, am Probekörper durchgeführten Prüfung dieselbe, wie sie ohne Probekörper am Pendel gemessen wird. Für das speziell angewendete Pendelschlagwerk kann v_1 nach dem in der vorstehend angeführten ASTM-Norm beschriebenen Verfahren entweder experimentell durch photographische Analyse oder theoretisch mit dem Koeffizienten des Restitutionsverfahrens bestimmt werden.

Wenn e als Funktion von E dargestellt wird (für feste Werte von V , M , m und v_1), steigt e von Null an, geht durch ein Maximum (gleich $0,5mv_1^2$) und fällt anschließend ab, geht wieder durch Null und wird negativ. Der einzige Bereich dieser Kurve, für den eine einigermaßen genaue Analyse gemacht wurde, ist der Anfangsbereich zwischen $e = 0$ und $e = 0,5mv_1^2$.

Sobald sich die Bewegungsrichtung des Querjochs umgekehrt hat, wird die Korrektur weniger klar definiert und, nachdem ein zweiter Kontakt mit der Messspitze stattgefunden hat, ist die Korrektur sehr viel schwieriger zu berechnen. Der Einfachheit halber wird deshalb angenommen, dass, sobald e seinen Höchstwert erreicht hat, der Korrekturfaktor bei einem Wert von $0,5mv_1^2$ konstant bleibt. Es sollte klar erkannt werden, dass die Anwendung des Teils der Kurve auf Bild B.1, in dem e konstant ist, keine genaue Korrektur ergibt. Jedoch wird der Korrekturfaktor mit ansteigendem E weniger wichtig, und aus der Annahme, dass die maximale Korrektur $0,5mv_1^2$ ist, ergibt sich kein großer Verlust hinsichtlich der Gesamtgenauigkeit.



Legende

- 1 Gleichung (B.4)

Bild B.1 — Typische Korrekturfaktor-Kurve für einmaligen Rückprall des Querjochs in einem Schlagzugerät mit Aufnahme des Probekörpers im Querjoch

Literaturhinweise

- [1] ASTM D 1822-99, *Standard test method for tensile-impact energy to break plastics and electrical insulating materials.*