

**DIN EN ISO 1716**

ICS 13.220.50; 91.100.01

Einsprüche bis 2017-08-23  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN ISO 1716:2010-11

**Entwurf**

**Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten –  
Bestimmung der Verbrennungswärme (des Brennwertes)  
(ISO/DIS 1716:2017);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 1716:2017**

Reaction to fire tests for products –  
Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO/DIS 1716:2017);  
German and English version prEN ISO 1716:2017

Essais de réaction au feu de produits –  
Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique) (ISO/DIS 1716:2017);  
Version allemande et anglaise prEN ISO 1716:2017

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-23 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [nabau@din.de](mailto:nabau@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 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 69 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 1716:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 92 „Fire safety“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-52-01 AA „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen — Baustoffe (SpA zu CEN/TC 127/WG 4 sowie Teilbereichen von CEN/TC 127/WG 7 und ISO/TC 92/SC 1)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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 13943 siehe DIN EN ISO 13943  
ISO 5725-2 siehe DIN ISO 5725-2

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 1716:2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) allgemeine redaktionelle Änderungen;
- b) Anwendungsbereich präzisiert;
- c) Begriffsdefinitionen ergänzt;
- d) Abschnitt 7 überarbeitet;
- e) Abschnitt 8 überarbeitet;
- f) Tabelle 1 überarbeitet;
- g) neuer Abschnitt B.2;
- h) neuer Abschnitt D.4.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 13943, *Brandschutz — Vokabular (ISO 13943:2008)*

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 (ISO 5725-2:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2002)*

## **Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten — Bestimmung der Verbrennungswärme (des Brennwertes) (ISO/DIS 1716:2017)**

*Essais de réaction au feu de produits — Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique) (ISO/DIS 1716:2017)*

*Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO/DIS 1716:2017)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokumentstufe: parallele Umfrage  
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

## Inhalt

|                                                                   | Seite |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                        | 4     |
| Vorwort .....                                                     | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                         | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                    | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                  | 6     |
| 4 Kurzbeschreibung .....                                          | 8     |
| 5 Prüfgerät .....                                                 | 8     |
| 5.1 Allgemeines .....                                             | 8     |
| 6 Reagenzien und Material .....                                   | 10    |
| 7 Proben .....                                                    | 11    |
| 7.1 Allgemeines .....                                             | 11    |
| 7.2 Probenahme .....                                              | 11    |
| 7.2.1 Allgemeines .....                                           | 11    |
| 7.2.2 Lose Füllbaustoffe .....                                    | 11    |
| 7.2.3 Flüssig aufgebrachte Produkte .....                         | 11    |
| 7.2.4 Dünnschichtprodukte .....                                   | 12    |
| 7.3 Bestimmung der flächenbezogenen Masse .....                   | 12    |
| 7.4 Mahlvorgang .....                                             | 12    |
| 7.5 Probenart .....                                               | 12    |
| 7.6 Konditionierung .....                                         | 12    |
| 7.7 Anzahl der Proben .....                                       | 13    |
| 7.8 Bestimmung der Masse .....                                    | 13    |
| 7.9 „Tiegel“-Verfahren .....                                      | 13    |
| 7.10 „Zigaretten“-Verfahren .....                                 | 13    |
| 8 Durchführung der Prüfung .....                                  | 14    |
| 8.1 Allgemeines .....                                             | 14    |
| 8.2 Kalibrierverfahren .....                                      | 14    |
| 8.2.1 Bestimmung des Wasseräquivalents .....                      | 14    |
| 8.2.2 Bedingungen für erneute Kalibrierung .....                  | 14    |
| 8.3 Norm-Prüfverfahren .....                                      | 15    |
| 9 Auswertung .....                                                | 16    |
| 9.1 Korrekturen für manuelle Geräte .....                         | 16    |
| 9.2 Korrekturen für isotherme Mantelgefäße (siehe Anhang C) ..... | 16    |
| 9.3 Berechnung der Brutto-Verbrennungswärme der Probe .....       | 17    |
| 9.4 Berechnung der Brutto-Verbrennungswärme für das Produkt ..... | 18    |
| 9.4.1 Allgemeines .....                                           | 18    |
| 9.4.2 Homogenes Produkt .....                                     | 18    |
| 9.4.3 Nichthomogenes Produkt .....                                | 19    |
| 10 Prüfbericht .....                                              | 19    |
| 11 Gültigkeit der Prüfergebnisse .....                            | 20    |
| Anhang A (normativ) Berechnung der Netto-Verbrennungswärme .....  | 25    |

|                                                                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Anhang B (informativ) Präzision des Prüfverfahrens .....</b>                                                                                                  | <b>26</b> |
| <b>B.1 CEN-TC-127-Ringversuch .....</b>                                                                                                                          | <b>26</b> |
| <b>B.2 EGOLF Ringversuch, 2008-2009.....</b>                                                                                                                     | <b>28</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Graphische Ermittlung des Korrekturwerts <math>c</math> zur Berücksichtigung der<br/>Abkühlung des Kalorimeters .....</b>               | <b>30</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Beispiel für die Bestimmung der Brutto-Verbrennungswärme für ein<br/>nichthomogenes Produkt.....</b>                                    | <b>31</b> |
| <b>D.1 Zu prüfendes nichthomogenes Produkt.....</b>                                                                                                              | <b>31</b> |
| <b>D.2 Probenahme für das nichthomogene Produkt .....</b>                                                                                                        | <b>31</b> |
| <b>D.2.1 Delaminierung des Produkts .....</b>                                                                                                                    | <b>31</b> |
| <b>D.2.2 Bestimmung der flächenbezogenen Masse eines jeden Bestandteils .....</b>                                                                                | <b>32</b> |
| <b>D.3 Bestimmung der Brutto-Verbrennungswärme eines jeden Bestandteils .....</b>                                                                                | <b>32</b> |
| <b>D.4 Probenahme, wenn sowohl substanzielle und nichtsubstanzielle Bestandteile als auch<br/>innere und äußere Bestandteile übereinander gelegt werden.....</b> | <b>33</b> |
| <b>D.4.1 Zu prüfendes nichthomogenes Produkt.....</b>                                                                                                            | <b>33</b> |
| <b>D.4.2 Probenahme für das nichthomogene Produkt .....</b>                                                                                                      | <b>34</b> |
| <b>Literaturhinweise.....</b>                                                                                                                                    | <b>36</b> |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 1716:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 92 „Fire safety“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 1716:2010-11 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 1716:2017 wurde von CEN als prEN ISO 1716:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## 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.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC Direktiven Teil 2 gestaltet.

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

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.

ISO 1716 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 92, *Fire safety*, Subkomitee SC 1, *Fire initiation and growth*, erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 1716:2010), die technisch überarbeitet wurde.

**WARNHINWEIS** — Alle Personen, die mit der Planung und Durchführung dieser Brandprüfung befasst sind, werden hiermit darauf aufmerksam gemacht, dass Brandprüfungen gefährlich sein können und dass die Freisetzung von toxischen und/oder schädlichen Gasen während der Prüfung möglich ist. Es können ebenfalls Gefahren während der Prüfung von Proben, die u. U. eine Explosion zur Folge haben könnten, sowie während der Beseitigung von Prüfrückständen auftreten.

**WARNHINWEIS** — Eine Abschätzung aller möglichen Gefahren und Gesundheitsrisiken sollte durchgeführt werden und die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen sollten getroffen werden. Schriftliche Sicherheitsanweisungen sollten bereitgestellt werden. Das betroffene Personal sollte entsprechend geschult werden. Das Laborpersonal sollte darauf achten, dass schriftliche Anweisungen jederzeit befolgt werden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der Brutto-Verbrennungswärme ( $Q_{PCS}$ ) von Produkten bei konstantem Volumen in einem Bombenkalorimeter fest.

Dieses Verfahren ist zur Anwendung für feste Produkte vorgesehen.

**ANMERKUNG** Flüssigkeiten müssen mit ähnlicher Ausrüstung unter Bedingungen nach ASTM D240 [1] geprüft werden oder wie in IEC 61039 [2] beschrieben unter Verwendung der Prüfausrüstung nach ISO 1928 [3].

Für den Fall, dass die Netto-Verbrennungswärme ( $Q_{PCI}$ ) ermittelt werden muss, enthält Anhang A ein entsprechendes Berechnungsverfahren.

Anhang B enthält Angaben zur Präzision des Prüfverfahrens.

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

ISO 13943, *Fire safety — Vocabulary*

EN 13238, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten — Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13943 und die folgenden Begriffe.

### 3.1

#### **Produkt**

Baustoff, Verbundbaustoff oder ein Bestandteil, über den Informationen verlangt werden

### 3.2

#### **Baustoff**

Material, das aus einem einzigen Stoff oder aus einem fein verteilten Gemisch besteht

**BEISPIEL** Stein, Holz, Beton, Mineralwolle mit fein verteiltem Bindemittel und Polymere.

### 3.3

#### **homogenes Produkt**

Produkt, das durchweg aus einem einzigen Stoff gleicher Rohdichte und Zusammensetzung besteht

### 3.4

#### **nichthomogenes Produkt**

Produkt, das aus mehr als einem Bestandteil, unabhängig ob substantiell oder nichtsubstantiell, besteht und keine gleichmäßige Rohdichte und Zusammensetzung aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kann ein nichthomogenes Produkt nicht einfach in seine Bestandteile zerlegt werden, müssen die einzelnen Bestandteile getrennt zur Verfügung gestellt werden.

### 3.5

#### **nichtsubstanzieller Bestandteil**

Baustoff, der keinen bedeutenden Anteil eines nichthomogenen Produkts bildet und eine Schicht mit einem Verhältnis von Masse zur Fläche von  $< 1,0 \text{ kg/m}^2$  und einer Dicke von  $< 1,0 \text{ mm}$  aufweist, wird als nichtsubstanzieller Bestandteil betrachtet.

Zwei oder mehr aneinanderliegende nichtsubstanzielle Schichten (d. h. ohne substanzielle(n) Bestandteil(e) zwischen den Schichten) werden als ein substanzieller Bestandteil betrachtet, wenn sie gemeinsam die Anforderungen an eine Schicht als substantieller Bestandteil erfüllen.

### 3.66

#### **substanzieller Bestandteil**

Baustoff, der einen bedeutenden Anteil eines nichthomogenen Bauproduktes bildet und dabei ein Verhältnis von Masse zur Fläche von  $\geq 1,0 \text{ kg/m}^2$  oder eine Dicke von  $\geq 1,0 \text{ mm}$  aufweist wird als substanzieller Bestandteil angesehen.

Erfüllen nichtsubstanzielle Schichten nicht die vorher aufgeführten Bedingungen, müssen sie gemeinsam als substanziell angesehen werden.

### 3.7

#### **innenliegender nichtsubstanzieller Bestandteil**

nichtsubstanzieller Bestandteil, der beidseitig mindestens von einem substanziellen Bestandteil bedeckt ist

### 3.8

#### **außenliegender nichtsubstanzieller Bestandteil**

nichtsubstanzieller Bestandteil, der auf einer Seite nicht von einem substanziellen Bestandteil bedeckt ist

### 3.9

#### **Verbrennungswärme**

Wärmeenergie, die bei der Verbrennung einer bestimmten Masse eines Stoffs freigesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verbrennungswärme wird in Megajoule je Kilogramm angegeben.

[QUELLE: ISO 13943:2008]

### 3.10

#### **Brutto-Verbrennungswärme**

$Q_{\text{PCS}}$

Verbrennungswärme einer Substanz unter festgelegten Bedingungen, nachdem die Verbrennung vollständig erfolgt und das freigesetzte Wasser vollständig kondensiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Brutto-Verbrennungswärme wird in Megajoule je Kilogramm angegeben.

### 3.11

#### Netto-Verbrennungswärme

$Q_{\text{PCI}}$

Verbrennungswärme einer Substanz unter festgelegten Bedingungen, nachdem die Verbrennung vollständig erfolgt ist und das freigesetzte Wasser sich im Dampfstadium befindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Netto-Verbrennungswärme kann von der Brutto-Verbrennungswärme abgeleitet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Netto-Verbrennungswärme wird in Megajoule je Kilogramm angegeben.

### 3.12

#### latente Verdampfungswärme von Wasser

$q$

Wärme, die erforderlich ist, um Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand zu überführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die latente Verdampfungswärme von Wasser wird in Megajoule je Kilogramm angegeben.

### 3.13

#### Oberflächendichte

flächenbezogene Masse

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberflächendichte wird in Kilogramm je Quadratmeter angegeben.

## 4 Kurzbeschreibung

In dieser Prüfung wird ein Probekörper einer festgelegten Masse unter standardisierten Bedingungen bei konstantem Volumen in einer Sauerstoffatmosphäre in einem Bombenkalorimeter, das zuvor durch Verbrennung einer zertifizierten Benzoesäure kalibriert wurde, verbrannt. Die unter diesen Bedingungen bestimmte Verbrennungswärme wird auf der Grundlage des beobachteten Temperaturanstiegs unter Berücksichtigung des Wärmeverlusts und der latenten Verdampfungswärme von Wasser berechnet.

Mit diesem Prüfverfahren wird der absolute Wert der Verbrennungswärme eines Produkts bestimmt. Dabei wird die Veränderlichkeit des Produkts nicht berücksichtigt.

## 5 Prüfgerät

### 5.1 Allgemeines

Das Prüfgerät (Bombenkalorimeter) muss Bild 1 und 5.2 bis 5.5 entsprechen. Zusätzliche Geräte müssen den Festlegungen nach 5.6 bis 5.11 entsprechen.

### 5.2 Kalorimetrische Bombe, mit den folgenden Merkmalen

Die kalorimetrische Bombe muss wie folgt konstruiert sein:

- a) Volumen:  $(300 \pm 50)$  ml;
- b) Masse: höchstens 3,25 kg;
- c) Dicke des Gehäuses: mindestens 1/10 des Innendurchmessers des Bombenkalorimeters.

Der Deckel ist dafür vorgesehen, den Tiegel und die elektrische Zündeinrichtung aufzunehmen. Der Deckel einschließlich der Dichtung muss bis 21 MPa Innendruck beständig sein.

**ANMERKUNG** Diese genannte Druckbedingung entspricht einer kalorimetrischen Bombe, in der 1 g Kohle unter einem anfänglichen Sauerstoffdruck von höchstens 3 MPa (Manometerverfahren) verbrennen kann und die dabei in der Lage ist, bei Berücksichtigung eines ausreichenden Sicherheitsbeiwerts den bei der Verbrennung erzeugten Maximaldruck aufzunehmen, ohne selbst eine übermäßig große Masse besitzen zu müssen.

Die Innenfläche der Bombe muss gegen den Angriff von Verbrennungsprodukten beständig sein, auch bei Verwendung schwefelreicher „Brennstoffe“ muss sie beständig gegen Lochfraß und interkristalline Korrosion sein, der/die auftritt, wenn bei der Verbrennung Säure entsteht.

### 5.3 Kalorimeter

**5.3.1 Mantelgefäß**, aus einem doppelwandigen, wärmegeprägten Behälter mit wärmegeprägtem Deckel. Es wird mit Wasser gefüllt. Seine Maße sind so zu wählen, dass um das Kalorimetergefäß ein Zwischenraum von mindestens 10 mm entsteht. Das Kalorimetergefäß ist auf einer möglichst kleinen Fläche aus wärmedämmendem Material, vorzugsweise auf einer 3-Punkt-Auflage, aufzustellen.

Bei einem adiabatischen Kalorimetersystem sind eine Heizvorrichtung und ein Thermometersystem in das Mantelgefäß einzubauen, um die Temperatur des Wassers im Mantel und im Kalorimetergefäß auf gleichem Niveau zu halten.

Bei einem isothermen Kalorimetersystem ist die Wassertemperatur im Mantelgefäß konstant zu halten und die erforderlichen Korrekturen müssen erfolgen (siehe 9.2).

**5.3.2 Kalorimetergefäß**, aus einem mit Deckel versehenen polierten Metallbehälter, der so groß ist, dass die Bombe dort hineinpasst. Die Maße sind so zu wählen, dass die Bombe vollständig in das Wasser eingetaucht werden kann (siehe 8.3.7).

**5.3.3 Rührer**, der von einem Motor mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben wird. Um die Wärmeübertragung zum und vom Kalorimeter zu verhindern, muss die Antriebswelle des Rührers zwischen dem Deckel des Kalorimetergefäßes und dem Mantelgefäß mit einem wärmedämmenden Abschnitt, der sich in einer Dichtungsmanschette befindet, versehen sein. Alternativ hierzu darf ein Magnetrührwerk mit gleicher Leistungsfähigkeit verwendet werden.

**5.4 Temperaturmessgerät**, mit dem Ablesungen auf 0,005 K möglich sind.

Wird ein Quecksilberthermometer eingesetzt, muss dieses einen Skalenteilungswert von mindestens 0,01 K aufweisen, wobei mit einer Vorrichtung, z. B. einer Lupe, auf 0,005 K abgelesen wird. Ein mechanischer Vibrator muss dazu eingesetzt werden, durch leichtes Antippen des Thermometers sicherzustellen, dass die Quecksilbersäule nicht an der Röhre hängen bleibt.

**5.5 Tiegel**, aus Metall wie Platin, Nickel, nichtrostendem Stahl oder aus Quarz; mit einer ebenen Grundfläche sowie einen Durchmesser von 25 mm (Größtmaß für Tiegel in Form eines Kegelstumpfes) und eine Höhe von 14 mm bis 19 mm.

**ANMERKUNG 1** Empfohlene Wanddicken sind für Tiegel aus:

- Metall: 1,0 mm;
- Quarz: 1,5 mm.

**ANMERKUNG 2** Es gibt verschiedene bewährte Tiegelformen.

**5.6 Zeitmessgerät**, mit dem die Anzeige der abgelaufenen Zeit auf 1 s möglich ist; die Messunsicherheit darf höchstens 1 s in 1 h betragen.

**5.7 Versorgung mit elektrischem Strom**, wobei die Zündspannung 20 V nicht überschreiten darf. Ein Amperemeter muss in den Stromkreis eingebaut werden, um einen Bruch des Zünddrahts anzuzeigen. Ein Überlastschalter im Stromkreis ist ebenfalls hilfreich.

**5.8 Druckmessgerät und Nadelventil**, die in der Sauerstoffzufuhr angebracht sind, um den Druck in der Bombe während des Füllens mit Sauerstoff auf 0,1 MPa anzuzeigen.

**5.9 Zwei Waagen** mit folgenden Eigenschaften werden benötigt:

- eine Analysenwaage mit einer Auflösung von 0,1 mg;
- eine Waage mit einer Auflösung von 0,1 g.

**5.10 Presse zur Herstellung der „Zigarette“**

Das Verfahren zur Herstellung von „Zigaretten“ ist in Bild 2 dargestellt. Das Gerät besteht aus einer Pressform und einem Metaldorn (jedoch nicht aus Aluminium).

**5.11 Presse zur Herstellung der Tablette**

Wenn keine fertigen Tabletten verfügbar sind, ist eine geeignete Presse zur Herstellung der Tablette zu verwenden.

## 6 Reagenzien und Material

**6.1 Destilliertes oder entmineralisiertes Wasser.**

**6.2 Sauerstoff unter Überdruck**, frei von sämtlichen weiteren brennbaren Produkten (Reinheit  $\geq 99,5\%$ ).

**WARNHINWEIS** — Durch Elektrolyse erzeugter Sauerstoff kann geringe Mengen an Wasserstoff enthalten, sodass er für diese Anwendung ungeeignet ist.

**6.3 Benzoesäure als Pulver oder in Tablettenform**, als „kalorimetrische Bezugssubstanz“ mit garantierter Brutto-Verbrennungswärme.

**6.4 Verbrennungshilfe** mit bekannter Verbrennungswärme, z. B. Paraffinöl.

**6.5 Zigarettenpapier**, vorgeklebt, mit Mindestmaßen von 55 mm × 50 mm und mit bekannter Verbrennungswärme.

**ANMERKUNG** Ein handelsübliches Zigarettenpapier von 55 mm × 100 mm hat sich bewährt, wenn es in zwei gleich große Stücke geschnitten wird.

**6.6 Zünddraht aus reinem Eisen** mit einem Durchmesser von 0,1 mm, z. B. ein Klaviersaitendraht. Andere Metalldrähte (z. B. aus Platin, Nickel oder Chrom) dürfen unter der Voraussetzung eingesetzt werden, dass sie unter ihrer eigenen Zugspannung brechen, wenn der Schalter am Zündstromkreis geschlossen wird, und die Verbrennungswärme des Drahts genau bekannt ist. Bei Verwendung eines Tiegels aus Metall (5.5) dürfen sich Zünddraht und Tiegel nicht berühren. Es ist es deshalb ratsam, den Zünddraht mit einem Baumwollfaden zu umwickeln.

**6.7 Faden** aus weißer Baumwolle (siehe 6.6).

## 7 Proben

### 7.1 Allgemeines

Zur Beurteilung eines Produkts muss jeder seiner Bestandteile entsprechend den Regeln für nicht-substanzielle Produkte beurteilt werden. Kann ein nichthomogenes Produkt nicht leicht in seine Bestandteile zerlegt werden, müssen die einzelnen Bestandteile vom Auftraggeber der Prüfung getrennt zur Verfügung gestellt werden. Ein Delaminieren eines Produkts ist dann möglich, wenn zwei Bestandteile derart voneinander getrennt werden können, dass kein Bestandteil des anderen an dem zu beurteilenden haften bleibt.

**ANMERKUNG** Einige substanzielle Bestandteile können nicht ohne Kaschierung hergestellt werden. Können die Kaschierungen nicht delaminieren, muss aus der Mitte des Inneren ein Teil herausgeschnitten werden, dabei sind die Kaschierung, jeglicher Klebstoff oder andere nichtsubstanzielle Bestandteile auf der Oberfläche zu vermeiden.

Liegen zwei oder mehrere nichtsubstanzielle Schichten aneinander und wenn diese zusammenaddiert der Definition eines substanziellen Bestandteils entsprechen, ist jede Schicht einzeln zu prüfen und die einzelnen Schichten sind zusammen als substanzieller Bestandteil zu beurteilen. Die Gesamtverbrennungswärme der aneinanderliegenden, als substanzieller Bestandteil angesehenen Schichten ist durch Addieren des relativen Prozentsatzes der gemessenen Verbrennungswärme jedes Bestandteils zu berechnen (siehe Anhang D).

Liegen zwei oder mehrere nichtsubstanzielle Schichten aneinander und wenn diese zusammenaddiert der Definition eines nichtsubstanziellen Bestandteils entsprechen, ist jede Schicht einzeln zu prüfen und die einzelnen Schichten sind zusammen als nichtsubstanzieller Bestandteil zu beurteilen. (Siehe Anhang D.)

**WARNHINWEIS — Produktbestandteile aus Aluminium oder aus einem anderen Metall dürfen nicht im Bombenkalorimeter geprüft werden, da die Gefahr von schweren Verletzungen der bedienenden Person infolge Überhitzung und/oder Überdruck des Bombenkalorimeters und der daraus resultierenden Explosionsgefahr besteht.**

Besteht das geprüfte Produkt aus nichtzerlegbaren Mehrschichten, in denen eine Schicht Aluminium oder andere Metallfolien enthält, müssen die Empfehlungen des Literaturhinweises [4] angewendet werden.

### 7.2 Probenahme

#### 7.2.1 Allgemeines

Von einem repräsentativen Teil eines homogenen Produkts oder eines Bestandteils eines nichthomogenen Produktes werden mindestens fünf Stichproben, über die Bauteildicke verteilt, entnommen und zu einer Probe zusammengestellt. Dabei muss die Masse der Probe eines homogenen Produkts oder eines substanziellen Bestandteils eines nichthomogenen Produkts mindestens 50 g betragen. Die Masse der Probe eines nichtsubstanziellen Bestandteils eines nichthomogenen Produkts muss mindestens 10 g betragen.

#### 7.2.2 Lose Füllbaustoffe

Eine Stichprobe mit einer Masse von mindestens 50 g ist dem Produkt zu entnehmen.

#### 7.2.3 Flüssig aufgebrachte Produkte

Eine Probe mit einer Masse von mindestens 10 g des abgebundenen Materials ist zu entnehmen. Die Probe darf vorbereitet werden durch Aufbringen einer dünnen Schicht des flüssig aufgetragenen Produktes auf eine Glasscheibe und Entnahme der Probe für die Prüfung durch Brechen des abgebundenen Produkts von der Glasscheibe.

Das Material ist in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers nachzubehandeln oder zu trocknen. Beim Trocknen von flüssig aufgetragenen Produkten ist auf Grund des möglichen Vorhandenseins von Lösemitteln Vorsicht geboten. Das Nachbehandlungsverfahren ist im Prüfbericht zu beschreiben.

#### 7.2.4 Dünnschichtprodukte

Die Probe muss eine Masse von mindestens 10 g besitzen. Die Schicht muss für die Prüfung in kleine Teile geschnitten werden, die entweder in einer Zigarette (7.10) oder im Tiegel geprüft werden müssen. Für das Tiegelverfahren wird empfohlen, 0,5 g der Paraffinöl-Verbrennungshilfe über die Oberfläche der Schicht zu geben, um zu verhindern, dass die Schicht aus dem Tiegel ausgestoßen wird.

#### 7.3 Bestimmung der flächenbezogenen Masse

Wenn die flächenbezogene Masse zu bestimmen ist, ist diese für jeden einzelnen Bestandteil des Produkts mit einer Messunsicherheit von  $\pm 0,5$  % für Flächen von mindestens 250 mm × 250 mm zu ermitteln.

Die flächenbezogene Masse eines flüssig aufgetragenen Produkts ist im abgeordneten Zustand zu ermitteln.

#### 7.4 Mahlvorgang

Die in 7.2 festgelegten Proben sind stufenweise zu zerkleinern, bis die Endproben vorliegen. Der Mahlvorgang ist dabei so durchzuführen, dass keine thermische Zersetzung stattfindet. Die Probe wird vermahlen und nach dem Verfahren der stufenweisen Zerkleinerung so reduziert, dass im Verlauf des Mahlens ein jeweils feineres Pulver anfällt.

Falls die Probe nicht gemahlen werden kann, sind nach einem geeigneten Verfahren kleine Granulate oder Stücke, die so klein wie möglich sein sollten, zu erzeugen; die so gewonnenen Proben werden wie Pulver behandelt.

Bei homogenem Material, das beim Mahlen eindeutig in Bestandteile unterschiedlicher Dichte getrennt wird, sodass eine Materialprobe von 0,5 g, die dem gemahlenen Pulver entnommen wird, hinsichtlich der Materialanteile des Produkts nicht für das Ausgangsprodukt repräsentativ ist, ist die Probe mit einem geeigneten Verfahren, z. B. durch Sägen der Probe in dünne Scheiben oder durch Schneiden der Probe in kleine Stücke mit einem Messer, zu verkleinern. Sollte eine solche Probenherstellung nicht möglich sein, ist die Prüfung an den einzelnen Bestandteilen, die zur Herstellung des Produkts verwendet werden, durchzuführen. Die  $Q_{PCS}$ -Werte für die einzelnen Bestandteile sind mit dem jeweiligen Massenanteil der Bestandteile im Endprodukt zu verwenden, um den Gesamt- $Q_{PCS}$ -Wert für das Produkt zu berechnen.

#### 7.5 Probenart

Wenn die Proben zu einem feinen Pulver gemahlen werden können (siehe 7.4), ist das „Tiegel“-Verfahren (siehe 7.9) zur Herstellung der Probe anzuwenden. Wenn keine Zerkleinerung der Proben zu feinem Pulver möglich ist und/oder wenn durch Anwendung des „Tiegel“-Verfahrens keine vollständige Verbrennung erreicht werden kann, ist die Prüfung entweder nach dem „Zigaretten“-Verfahren (siehe 7.10) oder nach dem „Tiegel“-Verfahren unter Verwendung einer Verbrennungshilfe, z. B. Paraffinöl, durchzuführen.

#### 7.6 Konditionierung

Die pulverisierte Probe, die Benzoesäure und das „Zigaretten“-Papier sind vor Beginn der Prüfung nach EN 13238 oder ISO 554 zu konditionieren.

## 7.7 Anzahl der Proben

Drei Proben sind nach dem Verfahren nach 8.3 zu prüfen. Zwei weitere Proben müssen dann geprüft werden, wenn die Anforderungen an die Gültigkeit der Prüfergebnisse (siehe Abschnitt 11) nicht erfüllt werden. In Abhängigkeit vom Klassifizierungssystem kann es erforderlich sein, mehr als drei Proben zu prüfen.

## 7.8 Bestimmung der Masse

Die folgenden Bestandteile sind zu wiegen:

- etwa 0,5 g Material mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 mg;
- etwa 0,5 g Benzoesäure mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 mg;
- Verbrennungshilfe mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 mg;
- Zünddraht, und falls erforderlich Baumwollfaden und „Zigaretten“-Papier mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 mg.

**ANMERKUNG** Um eine vollständige Verbrennung zu erreichen, kann es für einige Materialien mit niedriger Verbrennungswärme notwendig sein, die Brutto-Verbrennungswärme der Probe zu erhöhen; dazu ist das Massenverhältnis zwischen Probenmaterial und Benzoesäure zu verändern oder eine Verbrennungshilfe, z. B. Paraffinöl, hinzuzufügen. Die Benzoesäure und/oder die Verbrennungshilfe können reduziert oder ausgeschlossen werden, wenn sie für die Verbrennung des Materials nicht notwendig sind.

## 7.9 „Tiegel“-Verfahren

Das Verfahren ist wie folgt durchzuführen (siehe Bild 3).

- a) Das zuvor gewogene Gemisch aus Probe und Benzoesäure wird in den Tiegel eingefüllt.
- b) Der zuvor gewogene Zünddraht wird mit den beiden Elektroden verbunden.
- c) Der Zünddraht wird so tief abgesenkt, dass er das Gemisch im Tiegel berührt.

**ANMERKUNG** Einige automatische Geräte werden mit einem feststehenden Zünddraht geliefert. Bei solchen Geräten wird ein zuvor gewogener Baumwollfaden abgesenkt, bis er das Gemisch im Tiegel berührt.

## 7.10 „Zigaretten“-Verfahren

Das Verfahren ist wie folgt durchzuführen (siehe Bild 2).

- a) Ein zuvor gewogener Zünddraht wird mittig durch den Dorn gesteckt.
- b) Das zuvor gewogene „Zigaretten“-Papier wird um den Dorn gewickelt; die beiden überlappenden Ränder des Papiers werden miteinander verklebt. Da das „Zigaretten“-Papier einen vorgefertigten Klebestreifen besitzt, darf kein zusätzlicher Klebstoff benutzt werden. An den beiden Enden der „Zigarette“ muss so viel Papier übrigbleiben, dass es um den Zünddraht herum zusammengedreht werden kann.
- c) Das Papier wird nun am unteren Ende des Dorns um den Zünddraht herum zusammengedreht und zusammen mit dem Dorn in die Form eingeführt. Der Zünddraht muss so eingebracht werden, dass er unten aus der Pressform herausragt.

**ANMERKUNG** Ein Spiel von 0,5 mm zwischen Dorn und Pressform erleichtert die Positionierung des papierumwickelten Dorns.

- d) Der Dorn wird herausgezogen.
- e) Das aus der Probe und Benzoesäure bestehende, zuvor gewogene Gemisch wird in das „Zigaretten“-Papier eingefüllt.
- f) Die gefüllte „Zigarette“ wird aus der Form genommen; die Enden des Papiers werden zusammen-  
gedreht, damit das eingefüllte Gemisch nicht herausfällt.
- g) Die „Zigarette“ wird gewogen, um sicherzustellen, dass die Gesamtmasse und die Massen der Bestand-  
teile höchstens 10 mg voneinander abweichen.
- h) Die „Zigarette“ wird in den Tiegel eingeführt.
- i) Der Zünddraht wird mit den beiden Elektroden verbunden.

## 8 Durchführung der Prüfung

### 8.1 Allgemeines

Die Prüfung sollte in einem Raum mit konstanter Temperatur ( $\pm 2$  K) durchgeführt werden. Die Kalibrierung des Geräts und die anschließende Prüfung sollten unter ähnlichen Temperatur- und Druckbedingungen erfolgen. Bei manuellen Geräten darf die Differenz zwischen der Raumtemperatur und der Wasser-  
temperatur im Kalorimetergefäß höchstens  $\pm 2$  K betragen.

### 8.2 Kalibrierverfahren

#### 8.2.1 Bestimmung des Wasseräquivalents

Das Wasseräquivalent  $E$ , in Megajoule je Kelvin, des Kalorimeters, der Bombe und ihrer Zubehöerteile ist zu errechnen, indem mindestens fünf gleiche Bestimmungen der Brutto-Verbrennungswärme an 0,4 g bis 1,0 g der zertifizierten Benzoesäure in Tablettenform durchgeführt werden.

Das Kalibrierverfahren ist dabei auf folgende Weise durchzuführen:

- a) Die zuvor gewogene pulverförmige Benzoesäure wird mit einer Maschine zur Herstellung von Tabletten zu einer Tablette verpresst oder es wird eine vorgefertigte Tablette benutzt. Vorgefertigte zertifizierte Benzoesäure-Tabletten dürfen als Alternative zur pulverförmigen Benzoesäure benutzt werden. Zur Berechnung der Brutto-Verbrennungswärme ist der zertifizierte Wert zu verwenden.
- b) Die Tablette wird mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 mg gewogen.
- c) Die Tablette wird in den Tiegel gegeben.
- d) Der Zünddraht wird mit den beiden Elektroden verbunden.
- e) Der zuvor gewogene Zünddraht wird so tief eingeführt, dass er die Tablette berührt.

Die Prüfung ist nach 8.3 durchzuführen. Das Wasseräquivalent  $E$ , das in Megajoule je Kelvin angegeben wird, ist der Mittelwert aus den fünf Bestimmungen. Kein Einzelergebnis darf mehr als 0,5 % vom Wasser-  
äquivalent  $E$  abweichen.

#### 8.2.2 Bedingungen für erneute Kalibrierung

Das Verfahren nach 8.2.1 ist in regelmäßigen Abständen durchzuführen, bei kontinuierlichem Gebrauch des Geräts jedoch spätestens nach zwei Monaten oder dann, wenn wesentliche Teile des Prüfgeräts geändert werden.

### 8.3 Norm-Prüfverfahren

**WARNHINWEIS — Produktbestandteile aus Aluminium oder aus einem anderen Metall dürfen nicht im Bombenkalorimeter geprüft werden, da die Gefahr von schweren Verletzungen des Bedieners infolge Überhitzung und/oder Überdruck des Bombenkalorimeters und der daraus resultierenden Explosionsgefahr besteht.**

Das Gerät wird eingeschaltet und vor der Prüfung wird mindestens 1 h oder bis zum Erreichen der Stabilisierung gewartet.

**8.3.1** Die Probe wird in den Tiegel gegeben.

**8.3.2** Der Tiegel wird in die Halterung eingesetzt.

**8.3.3** Der Zünddraht wird angebracht und so abgesenkt, dass er die Probe berührt.

**8.3.4** Der elektrische Kontakt zwischen den beiden Elektroden und dem Zünddraht wird überprüft.

**8.3.5** Die Halterung wird in den Körper der kalorimetrischen Bombe eingesetzt.

Es darf 1 ml entionisiertes Wasser dem Körper der kalorimetrischen Bombe zugefügt werden, um eventuell entstandene saure Gase zu absorbieren. Absaugen der Säuregase kann helfen, den Lochfraß innerhalb des Bombengefäßes zu vermindern.

**8.3.6** Der Deckel wird aufgesetzt und am Körper der kalorimetrischen Bombe fest angezogen. Die Bombe wird mit der Sauerstoffflasche verbunden, dann wird das Flaschenventil vorsichtig geöffnet und die Bombe ohne Austreiben der vorhandenen Luft mit Sauerstoff gefüllt, bis ein Druck von 3,0 MPa bis 3,5 MPa erreicht ist (sofern dies nicht automatisch erfolgt).

**8.3.7** Die Bombe wird in das Kalorimetergefäß gestellt.

**8.3.8** In das Kalorimetergefäß wird destilliertes oder entmineralisiertes Wasser eingefüllt, bis die obere Fläche des Bombendeckels bedeckt ist, dann wird das wassergefüllte Gefäß gewogen. Diese Wassermenge muss auf 1 g der Menge entsprechen, die beim Kalibrierungsverfahren (siehe 8.2.1) angewendet wurde (sofern dies nicht automatisch erfolgt).

**8.3.9** Die Bombe wird auf Dichtheit geprüft (kein kontinuierlicher Luftblasenstrom).

**8.3.10** Das Kalorimetergefäß wird in das wassergefüllte Mantelgefäß eingebracht.

**8.3.11** Anschließend wird wie folgt verfahren:

- a) Das Temperaturmessgerät wird positioniert; der Rührer und das Zeitmessgerät werden eingeschaltet (sofern dies nicht automatisch erfolgt).
- b) Das Wasser im Kalorimetergefäß wird auf eine Temperatur gebracht, die etwa der Temperatur des Wassers im Mantelgefäß entspricht. Die Wassertemperatur im Kalorimetergefäß wird mindestens minütlich aufgezeichnet, bis aufeinanderfolgende Ablesungen während mindestens 10 min innerhalb einer Abweichung von  $\pm 0,01$  K identisch sind (sofern dies nicht automatisch erfolgt). Diese erreichte Temperatur wird als Anfangstemperatur ( $T_i$ ) aufgezeichnet.

**ANMERKUNG 1** Bei einigen automatischen Geräten kann der Hersteller eine Zeit von weniger als 10 min als ausreichend angeben. Sollte dies der Fall sein, kann die verkürzte Zeit angewendet werden, vorausgesetzt, dass die Angaben des Herstellers vom Labor überprüft und dokumentiert werden.

- c) Der elektrische Stromkreis wird geschlossen, um die Verbrennung einzuleiten.

- d) Nur für adiabatische Kalorimeter gilt: Während der Phase, in der eine rasche Temperaturerhöhung des Wassers im Kalorimetergefäß erfolgt, ist dafür zu sorgen, dass die Wassertemperatur im Mantelgefäß möglichst der Wassertemperatur im Kalorimetergefäß entspricht; die Abweichung zwischen den beiden Temperaturen darf bei Annäherung an die maximale Temperatur höchstens  $\pm 0,01$  K betragen. Die Wassertemperatur im Kalorimetergefäß wird mindestens minütlich aufgezeichnet, bis aufeinanderfolgende Ablesungen während mindestens 10 min innerhalb einer Abweichung von  $\pm 0,01$  K identisch sind. Diese erreichte Temperatur wird als die Maximaltemperatur ( $T_m$ ) aufgezeichnet.

ANMERKUNG 2 In handelsüblichen Geräten kann dieser Ablauf automatisiert sein.

- e) Die Bombe wird aus dem Kalorimetergefäß genommen, dann wird der Druck langsam vermindert. Die Bombe wird geöffnet. Es wird nachgewiesen, dass eine vollständige Verbrennung stattgefunden hat, d. h. dass weder Rußablagerungen im Innern der Bombe noch Spuren von Restkohlenstoff an den Tiegelwänden zu finden sind. Die Bombe wird gespült und getrocknet.
- f) Falls die Verbrennung unvollständig verlief, könnte ein anderes Verfahren zur Probenherstellung unter Zuhilfenahme einer Verbrennungshilfe oder einer erhöhten Menge Benzoesäure ausprobiert werden. Bei einigen Materialien ist ein systematisches Ausprobieren erforderlich, um das beste Verfahren zu finden.

## 9 Auswertung

### 9.1 Korrekturen für manuelle Geräte

Sämtliche abgelesenen Temperaturen werden entsprechend des Kalibrierungsprotokolls für das Thermometer unter Berücksichtigung des freiliegenden Teils der Thermometerröhre korrigiert.

### 9.2 Korrekturen für isotherme Mantelgefäße (siehe Anhang C)

Die Temperaturkorrektur ist auf Grund der Wärmeübertragung zur Außenseite erforderlich (siehe Anmerkungen 1, 2 und 3).

Der Korrekturfaktor  $c$  wird nach Gleichung (1) errechnet:

$$c = (t - t_1) \times T_2 - t_1 \times T_1 \quad (1)$$

Dabei ist

- $t$  die Zeit in Minuten und Bruchteilen einer Minute ab dem Beginn der Hauptperiode (siehe Bild 4) bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Maximaltemperatur erreicht ist. Dieser Zeitpunkt wird durch Ermittlung des Mittelwerts für die Zeitpunkte bestimmt, an denen die Temperatur nicht mehr steigt und zu fallen beginnt;
- $t_1$  die Zeit in Minuten und Bruchteilen einer Minute ab dem Beginn der Hauptperiode bei der Temperatur  $T_0$  (siehe Bild 4) bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Temperaturerhöhung  $6/10$  der gesamten Temperaturspanne ( $T_m - T_1$ ) beträgt (siehe 9.3). Dieser Zeitpunkt wird durch Interpolation zwischen den beiden am dichtesten beieinanderliegenden Temperaturablesungen errechnet;
- $T_2$  der mittlere Temperaturabfall, in Kelvin je Minute, in der Endperiode (siehe Bild 4);
- $T_1$  die mittlere Temperaturerhöhung, in Kelvin je Minute, in der Anfangsperiode (siehe Bild 4).

ANMERKUNG 1 Der Korrekturfaktor  $c$  nimmt den Wert null an, wenn ein adiabatisches Mantelgefäß verwendet wird.

ANMERKUNG 2 Der Korrekturfaktor  $c$  nimmt den Wert null an, wenn ein automatisches Prüfgerät eingesetzt wird, bei dem auch die Korrektur automatisch erfolgt.

ANMERKUNG 3 Ein graphisches Verfahren zur Ermittlung des Korrekturfaktors  $c$  ist in Anhang C angegeben.

### 9.3 Berechnung der Brutto-Verbrennungswärme der Probe

Die Brutto-Verbrennungswärme  $Q_{PCS}$  der Probe bei konstantem Volumen wird nach Gleichung (2) berechnet und in Megajoule je Kilogramm angegeben.

Bei einem automatischen Gerät ergibt sich die Brutto-Verbrennungswärme  $Q_{PCS}$  direkt aus der Prüfung.

$$Q_{PCS} = \frac{E(T_m - T_i + c) - b}{m} \quad (2)$$

Dabei ist

$Q_{PCS}$  die Brutto-Verbrennungswärme, in Megajoule je Kilogramm;

$E$  das Wasseräquivalent des Kalorimeters, der Bombe, ihrer Zubehöerteile und des Wassers in der Bombe, angegeben in Megajoule je Kilogramm (siehe 8.2);

$T_i$  die Anfangstemperatur, in Kelvin;

$T_m$  die Maximaltemperatur, in Kelvin;

$b$  die Korrektur, angegeben in Megajoule, zur Berücksichtigung der Verbrennungswärme der während der Prüfung verwendeten „Brennstoffe“, d. h. Zünddraht, Baumwollfaden, „Zigaretten“-Papier und Benzoessäure oder Verbrennungshilfe;

$c$  der Temperaturkorrekturfaktor, in Kelvin, für die Wärmeübertragung zur Außenseite (siehe 9.2). Sie beträgt null, wenn ein adiabatisches Mantelgefäß eingesetzt wird;

$m$  die Masse der Probe, in Kilogramm.

Wenn für den Baumwollfaden und das „Zigaretten“-Papier keine garantierte Brutto-Verbrennungswärme angegeben wird, muss die Brutto-Verbrennungswärme jeweils durch Messung ermittelt werden. Die Probe muss nach 7.9 vorbereitet und die Prüfung nach 8.3 durchgeführt werden.

Wenn für den Zünddraht keine garantierte Brutto-Verbrennungswärme angegeben wird, ist die Brutto-Verbrennungswärme bezogen auf die Masse verbrauchten Drahtes wie folgt anzusetzen:

— für Nickel-Chrom = 5,872 MJ/kg;

— für Nickel = 4,10 MJ/kg [5];

— für reines Eisen = 7,39 MJ/kg [5].

ANMERKUNG Platindraht oxidiert während der Prüfung nicht. Daher hängt der Korrekturfaktor nur von der durch das System zum Erhitzen des Drahtes verbrauchten Energie ab.

## 9.4 Berechnung der Brutto-Verbrennungswärme für das Produkt

### 9.4.1 Allgemeines

Metallische Bestandteile dürfen nicht geprüft werden. Sofern diese vorhanden sind, ist ihre Brutto-Verbrennungswärme mit null anzusetzen.

Schichten, die Löcher enthalten, können als nichtsubstanzialer Bestandteil angesehen werden, wenn die betrachtete Fläche in Bezug auf die oben angegebene Definition als die Gesamtfläche einschließlich der Fläche der Löcher angenommen wird.

Ein Produkt oder ein Bestandteil, das eine endotherme Reaktion aufweist, wird einen negativen  $Q_{PCS}$ -Wert ergeben.

Zur Berechnung des  $Q_{PCS}$ -Werts eines Produkts wird das nachfolgende Verfahren angewendet.

Zunächst wird der  $Q_{PCS}$ -Wert der einzelnen Bestandteile eines nichthomogenen Produkts oder der  $Q_{PCS}$ -Wert eines homogenen Produkts ermittelt. Falls eines der drei Ergebnisse negativ ist, ist dieses im Prüfbericht zusammen mit dem Mittelwert, der sich aus den tatsächlichen Werten ergibt, festzuhalten. Werden z. B. die folgenden drei Ergebnisse erreicht,

–0,3  
–0,4  
+0,1

ergibt sich der Mittelwert –0,2.

Für homogene Produkte wird dieser Mittelwert als  $Q_{PCS}$ -Wert des Produkts aufgezeichnet. Für nichthomogene Produkte werden die mittleren  $Q_{PCS}$ -Werte für jeden einzelnen Bestandteil betrachtet. Um den Gesamt- $Q_{PCS}$ -Wert zu errechnen, werden alle negativen  $Q_{PCS}$ -Werte einzelner Bestandteile gleich null gesetzt.

Wenn es sich beispielsweise um ein Produkt mit vier einzelnen Bestandteilen handelt und folgende Mittelwerte erreicht wurden:

–0,2  
15,6  
6,3  
–1,8

werden zunächst alle negativen Werte auf null gesetzt, d. h.:

0  
15,6  
6,3  
0

Aus diesen Werten wird dann der  $Q_{PCS}$ -Wert des Produkts bestimmt.

### 9.4.2 Homogenes Produkt

**9.4.2.1** Von einer Gesamtprobe (siehe 7.2.1) werden drei Einzelproben beurteilt. Falls die Abweichungen der einzelnen Werte mit den Anforderungen nach Abschnitt 11 übereinstimmen, ist die Prüfung gültig, und die Brutto-Verbrennungswärme des Produkts ist der Mittelwert der drei einzelnen Werte.

**9.4.2.2** Falls die Abweichungen der einzelnen Werte mit den Anforderungen nach Abschnitt 11 nicht übereinstimmen, sind zwei weitere Einzelproben von der gleichen Gesamtprobe zu entnehmen und zu beurteilen. Von den fünf erhaltenen einzelnen Werten wird jeweils der größte und kleinste Wert unberücksichtigt gelassen und die verbleibenden drei Werte werden dann entsprechend 9.4.2.1 beurteilt.

**9.4.2.3** Falls die sich nach 9.4.2.2 ergebenden Abweichungen der Werte nicht mit den Anforderungen nach 9.4.2.1 übereinstimmen, so ist eine neue Gesamtprobe zu entnehmen und der gesamte Vorgang ist zu wiederholen.

**9.4.2.4** Falls ein Klassifizierungsverfahren zusätzlich zu den ersten drei Einzelproben zwei weitere Einzelproben fordert, und es werden zwei weitere Einzelproben nach 9.4.2.2 benötigt, dann werden die gleichen Einzelproben für beide Zwecke verwendet, d. h. es werden maximal fünf Einzelproben geprüft.

### **9.4.3 Nichthomogenes Produkt**

Die Brutto-Verbrennungswärme des nichthomogenen Produkts ist folgendermaßen zu bestimmen.

- a) Die Brutto-Verbrennungswärme eines jeden einzelnen Bestandteils wird wie für ein homogenes Produkt ermittelt (siehe 9.4.2). Die Brutto-Verbrennungswärme wird sowohl in MJ/kg als auch in MJ/m<sup>2</sup> angegeben, wobei hierzu die flächenbezogene Masse eines jeden Bestandteils benutzt wird.
- b) Die gesamte Brutto-Verbrennungswärme für ein nichthomogenes Produkt wird aus der Brutto-Verbrennungswärme (siehe 9.4.2) und der flächenbezogenen Masse eines jeden einzelnen Bestandteils ermittelt.

Ein Beispiel zur Bestimmung der Brutto-Verbrennungswärme für ein nichthomogenes Produkt wird im Anhang D angegeben.

## **10 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten. Dabei ist zwischen Angaben, die vom Auftraggeber stammen, und denen, die sich aus dem Versuch ergeben haben, zu unterscheiden:

- a) eine Aussage, dass die Prüfung in Übereinstimmung mit dieser Internationalen Norm (ISO 1716:201X) durchgeführt wurde;
- b) jede Abweichung von diesem Prüfverfahren;
- c) Name und Anschrift der Prüfstelle;
- d) Datum und Kennzeichnungsnummer des Prüfberichts;
- e) Name und Anschrift des Antragstellers;
- f) Name und Anschrift des Herstellers/Lieferers, sofern bekannt;
- g) Datum des Probeneingangs;
- h) Produktidentifizierung;
- i) Beschreibung des Verfahrens zur Auswahl der Stichproben, falls erforderlich;
- j) allgemeine Beschreibung des untersuchten Produkts, einschließlich Dichte, flächenbezogener Masse, Dicke und konstruktiver Gestaltung;
- k) Einzelheiten zur Konditionierung;