

Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe
**Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-
Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes**
Teil 2: Verfahren mit isoperibolem oder static-jacket Kalorimeter

DIN
51900-2

ICS 75.160.10; 75.160.20

Ersatz für
DIN 51900-2:1977-08

Testing of solid and liquid fuels — Determination of the gross calorific value by the bomb calorimeter and calculation of the net calorific value — Part 2: Method using isoperibol or static jacket calorimeter

Essais des combustibles solides et liquides — Détermination du pouvoir calorifique au moyen d'une bombe calorimétrique et calcul de la valeur calorifique nette — Partie 2: Méthode par calorimètre isoperibole ou a enveloppe statique

Vorwort

Diese Norm ist vom Arbeitsausschuss NMP 581/FABERG „Prüfung fester Brennstoffe“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) sowie dem Normenausschuss Bergbau (FABERG) erstellt worden.

Änderungen

Gegenüber DIN 51900-2:1977-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) an DIN 51900-1:2000-04 angepasst und dort enthaltene Teile gestrichen;
- b) Auswertungsverfahren nach Methode nach Regnault-Pfaudler als normatives Verfahren aufgenommen; vereinfachtes Auswertungsverfahren gestrichen;
- c) Erläuterungen als Anmerkungen zum Normtext aufgenommen;
- d) Norm redaktionell vollständig überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN DVM 3716: 1931-08

DIN DVM 3716 = DIN 53716: 1938-05

DIN 51708: 1950x-08, 1956-04

DIN 51900: 1966-04

DIN 51900-2: 1977-08

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP
Normenausschuss Bergbau (FABERG) im DIN

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter mit isoperibolem oder static-jacket Kalorimeter sowie die Berechnung des Heizwertes für feste und flüssige Brennstoffe. Die Festlegungen können auch auf andere feste oder flüssige Stoffe angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 51900-1:2000-04, *Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe — Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes — Teil 1: Allgemeine Angaben, Grundgeräte, Grundverfahren.*

DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):2002-08, *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:2001); Deutsche Fassung EN 61010-1:2001.*

3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

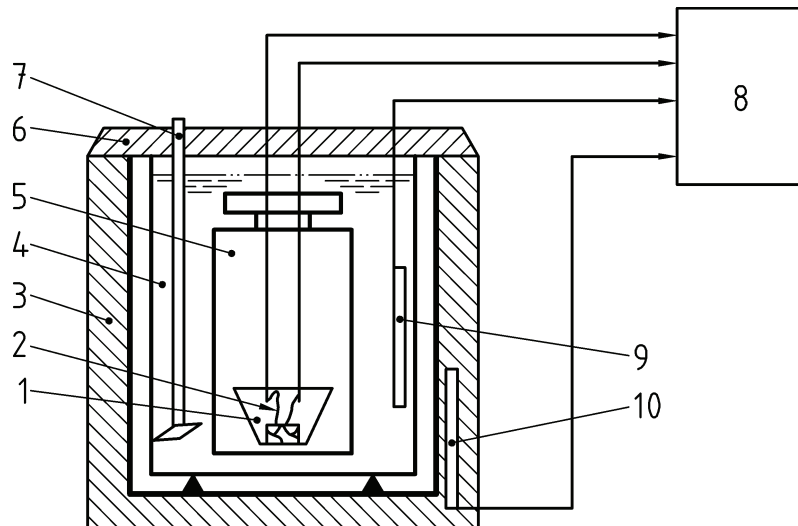
Die nach DIN 51900-1 vorbereitete kalorimetrische Bombe wird in das mit Wasser gefüllte Kalorimetergefäß gestellt, das sich in einem isoperibolen bzw. static-jacket Isolationsmantel befindet. Nach dem Temperatúrausgleich und der Vorversuchszeit wird die Brennstoffprobe gezündet. Der Verlauf der Temperaturerhöhung wird registriert. Mit der Nachversuchszeit wird die Temperaturaufzeichnung beendet. Aus dem Temperaturverlauf wird der Brennwert der Probe unter Einbeziehung der berichtigten Temperaturerhöhung und Wärmekapazität des Kalorimeters berechnet.

ANMERKUNG Das angegebene Verfahren mit isoperibolem und static-jacket Kalorimetermantel umfasst alle Arbeitsweisen, bei denen sich die Temperatur des Kalorimetergefäßes gegenüber derjenigen des Kalorimetermantels unterscheidet und ändert. Zwischen Kalorimetergefäß und Kalorimetermantel stellt sich, begründet durch die Temperaturdifferenz, ein Wärmeübergang ein. Bedingt durch den Wärmetransport ist die Berichtigung der Temperaturerhöhung notwendig [1].

4 Geräte

4.1 Allgemeines

Die in der Norm dargestellten Geräte und Messwerte dienen der beispielhaften Information. Je nach Hersteller und Typ können Abweichungen auftreten.



Legende

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1 Tiegel mit Probe | 6 Deckel |
| 2 Zündvorrichtung | 7 Rührer |
| 3 Kalorimetermantel | 8 Auswerteeinheit |
| 4 Kalorimetergefäß mit Wasser | 9 Temperaturmessung im Kalorimetergefäß |
| 5 Bombe | 10 Temperaturmessung im Kalorimetermantel |

Bild 1 — Schematische Darstellung eines Bomben-Kalorimeters mit isoperibolem Kalorimetermantel

4.2 Kalorimetergefäß

Gefäß zur Aufnahme der Kalorimeterbombe und des Kalorimeterwassers als Wärmeträger.

4.3 Kalorimetermantel

Umhüllung des Kalorimetergefäßes zur thermischen Abtrennung von der Umgebung. Der Kalorimetermantel besteht aus Wasser oder einem anderen geeigneten Material. In dieser Norm sind Geräte mit isoperibolem bzw. static-jacket Kalorimetermantel beschrieben. Bei beiden Gerätetypen findet ein Wärmeaustausch zwischen Kalorimetergefäß und Mantel statt. Der Wärmewiderstand zwischen dem Kalorimetergefäß und dem Mantel muss konstant und reproduzierbar sein.

Das isoperibole Kalorimeter hat einen thermisch geregelten Mantel. Die Temperatur des Mantels wird auf einen festgelegten Wert geregelt und konstant gehalten.

Das static-jacket Kalorimeter hat einen während der Messung thermisch ungeregelten Mantel. Die Wärmekapazität des Mantels, der Wärmewiderstand zwischen dem Kalorimetergefäß und dem Mantel und gegebenenfalls die Isolation des Mantels nach außen sind so groß, dass die Manteltemperatur während der Messung nahezu konstant bleibt.

4.4 Rührwerk

Rührwerk für das Wasser im Kalorimetergefäß mit einem mit konstanter Drehgeschwindigkeit angetriebenem Motor. Das Wasser im Kalorimetergefäß muss durch das Rühren einwandfrei durchmischt werden. Die Drehzahl der Rührwerksmotors darf höchstens um 10 % schwanken, damit die durch das Rühren entstehende Wärme angenähert gleich bleibt.

4.5 Temperaturmesseinrichtung

Nach DIN 51900-1.

4.6 Elektrische Zündeinrichtung

Einrichtung zur elektrischen Zündung der Verbrennungssprobe in der Kalorimeterbombe. Da der Stromfluss durch den Zünddraht mit seiner Wärmeentwicklung die Temperaturerhöhung beeinflusst, muss die dem Zünddraht zugeführte Energie bei jeder Messung gleich groß sein. Die zugeführte Energie darf höchstens um 5 % schwanken. Die Zündspannung an den Anschlussklemmen der kalorimetrischen Bombe muss den Angaben in 6.3.1 der DIN EN 61010-1 (VDE 0411 Teil 1):2002-08 entsprechen.

ANMERKUNG Die Wärmeentwicklung durch die Zündung ist in die Kalibration eingegangen.

5 Prüfbedingungen

Das Gerät wird unter genauer Beachtung der Bedienungsanleitung aufgestellt.

Die Masse des Wassers im Kalorimetergefäß muss bei jeder Messung gleich groß sein. Sie darf nicht mehr als um 0,02 % der Masse des Kalorimeterwassers schwanken. Das Wasser muss den Schraubverschluss der Bombe vollständig bedecken.

Die Temperatur des Kalorimeterwassers soll vor und nach der Verbrennung zwischen 20 °C und 30 °C liegen. Die Temperaturerhöhung durch die Verbrennung der Probe soll zwischen 1,5 K und 3,5 K betragen. Sie soll zwischen dem 0,7fachen und 1,3fachen des bei der Bestimmung der Wärmekapazität ermittelten Temperaturanstiegs betragen. Die Referenztemperatur ist die Temperatur am Ende des Hauptversuchs.

Der Wärmewiderstand zwischen dem Kalorimetergefäß und dem Mantel muss einen konstanten Wert besitzen, der durch die Abkühlkonstante θ hinreichend charakterisiert ist. Die Berechnung erfolgt nach den Angaben in 7.1. Der Wert von θ ist gerätespezifisch. Der Mittelwert für θ ist aus den zu ermittelnden Einzelwerten bei den Bestimmungen der Wärmekapazität des Kalorimeters nach DIN 51900-1:2000-04, Abschnitt 12 zu berechnen. Von diesem Wert darf θ bei allen folgenden Messungen nicht mehr als 5 % abweichen.

ANMERKUNG Um eine möglichst geringe Berichtigung für den Wärmeübergang zwischen Kalorimetergefäß und der Umgebung zu erhalten, ist es sinnvoll die Temperatur des Wassers für das Kalorimetergefäß so einzustellen, dass sie bei Beginn der Bestimmung etwa 1 K unterhalb der Temperatur des Mantels liegt. In diesem Fall kann außerdem der Einfluss der Verdampfung des Wassers im Kalorimetergefäß vernachlässigt werden.

6 Durchführung

6.1 Allgemeines

Die Vorbereitung des Kalorimeters erfolgt nach der Bedienungsanleitung des Herstellers.

6.2 Ablauf der Messungen

6.2.1 Allgemeines

Die Temperaturmessung des Kalorimetergefäßes erfolgt in stets gleichen Zeitintervallen. Die Dauer der Zeitintervalle ist so zu wählen, dass Temperaturänderungen in dieser Zeit hinreichend genau gemessen werden können (10facher Wert der kleinsten erfassbaren Temperaturänderung). In der Regel werden Messabstände von 1 Minute Dauer gewählt. Nach dem Schließen des Kalorimeters beginnt der