

DIN EN 196-9

DIN

ICS 91.100.10

**Prüfverfahren für Zement –
Teil 9: Hydratationswärme; Teiladiabatisches Verfahren;
Deutsche Fassung EN 196-9:2003**

Methods of testing cement –
Part 9: Heat of hydration –
Semi-adiabatic method;
German version EN 196-9:2003

Méthodes d'essais des ciments –
Partie 9: Chaleur d'hydratation –
Méthode semi-adiabatique;
Version allemande EN 196-9:2003

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Die Europäische Norm EN 196-9:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von CEN/TC 51 „Zement und Baukalk“ (Sekretariat: Belgien) ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Arbeitsausschuss 07.13.00 „Zement“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für Zement

Teil 9: Hydratationswärme – Teiladiabatisches Verfahren

Methods of testing cement —
Part 9: Heat of hydration – Semi-adiabatic method

Méthodes d'essais des ciments —
Partie 9: Chaleur d'hydratation – Méthode semi-adiabatique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. März 2003 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Prinzip	4
4 Geräte	4
5 Bestimmung der Hydratationswärme	7
5.1 Laboratorium	7
5.2 Durchführung	8
5.2.1 Zusammensetzung des Mörtels.....	8
5.2.2 Mischen	8
5.2.3 Einsetzen der Probe.....	8
5.3 Messung der Erwärmung	8
6 Berechnung der Hydratationswärme	9
6.1 Prinzip der Berechnung.....	9
6.2 Berechnung der im Kalorimeter akkumulierten Wärme.....	9
6.3 Berechnung der Wärmeverluste an die Umgebung	10
6.4 Berechnung der Hydratationswärme	11
7 Darstellung der Ergebnisse	11
7.1 Ergebnisbericht.....	11
7.2 Präzision	11
7.2.1 Wiederholpräzision	11
7.2.2 Vergleichpräzision	11
Anhang A (normativ) Kalibrierung des Kalorimeters	12
A.1 Prinzip	12
A.2 Geräte und Netzteil	12
A.3 Durchführung der Kalibrierung	14
A.3.1 Bestimmung des Wärmeverlustkoeffizienten α	14
A.3.2 Bestimmung der Wärmekapazität	15
Anhang B (informativ) Ausführliches Beispiel für die Bestimmung der Hydratationswärme	17
B.1 Allgemeine Prüfbedingungen	17
B.2 Grundberechnungen.....	17
B.3 Ermittlung der Prüfergebnisse	17
Literaturhinweise	20

Vorwort

Dieses Dokument EN 196-9:2003 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 51 „Zement und Baukalk“ 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 April 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2004 zurückgezogen werden.

Die Normenreihe EN 196 über Prüfverfahren für Zement besteht aus folgenden Teilen:

EN 196-1, *Prüfverfahren für Zement — Teil 1: Bestimmung der Festigkeit.*

EN 196-2, *Prüfverfahren für Zement — Teil 2: Chemische Analyse von Zement.*

EN 196-3, *Prüfverfahren für Zement — Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit.*

EN 196-5, *Prüfverfahren für Zement — Teil 5: Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanzementen.*

EN 196-6, *Prüfverfahren für Zement — Teil 6: Bestimmung der Mahlfeinheit.*

EN 196-7, *Prüfverfahren für Zement — Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement.*

EN 196-8, *Prüfverfahren für Zement — Teil 8: Hydratationswärme — Lösungsverfahren.*

EN 196-9, *Prüfverfahren für Zement — Teil 9: Hydratationswärme — Teiladiabatisches Verfahren.*

EN 196-21, *Prüfverfahren für Zement — Teil 21: Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement.*

EN 196-21 ist derzeit in der Überarbeitung und soll in EN 196-2 integriert werden.

ENV 196-4, *Prüfverfahren für Zement — Teil 4: Quantitative Bestimmung der Bestandteile*, wurde erarbeitet und soll als ein CEN Technischer Bericht erscheinen.

Anhang A ist normativ und Anhang B ist informativ.

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt ein Verfahren zur Messung der Hydratationswärme von Zementen mit Hilfe der teiladiabatischen Kalorimetrie, das so genannte Langavant-Verfahren. Ziel dieser Prüfung ist die kontinuierliche Messung der Hydratationswärme von Zement während der ersten Tage. Die Hydratationswärme wird in Joule je Gramm Zement angegeben.

Diese Europäische Norm ist anwendbar für alle hydraulischen Bindemittel, ungeachtet ihrer chemischen Zusammensetzung, mit Ausnahme von schnell erstarrenden Zementen.

ANMERKUNG 1 Ein anderes Verfahren, das so genannte Lösungsverfahren, ist in EN 196-8 beschrieben. Beide Verfahren dürfen unabhängig voneinander angewandt werden.

ANMERKUNG 2 Wie gezeigt wurde, ergibt sich die beste Korrelation zwischen den beiden Verfahren für 41 Stunden für das teiladiabatische Verfahren (EN 196-9) verglichen mit 7 Tagen für das Lösungsverfahren (EN 196-8).

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 196-1, *Prüfverfahren für Zement — Teil 1: Bestimmung der Festigkeit*.

EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien für Normalzement*.

EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung*.

3 Prinzip

Das teiladiabatische Verfahren besteht darin, eine Probe Frischmörtel in ein Kalorimeter einzuführen, um auf der Basis der Temperaturentwicklung die freigesetzte Wärmemenge zu bestimmen. Zu einem gegebenen Zeitpunkt entspricht die Hydratationswärme des in der Probe enthaltenen Zements der Summe der im Kalorimeter akkumulierten Wärme und der bis zum jeweiligen Zeitpunkt an die Umgebung abgegebenen Wärme.

Die Erwärmung des Mörtels wird verglichen mit der Temperatur einer inerten Probe in einem Referenzkalorimeter. Der Erwärmung, die hauptsächlich von den Zementeigenschaften abhängt, beträgt üblicherweise zwischen 10 K und 50 K.

4 Geräte

4.1 Prüfkalorimeter: dies besteht aus einem Thermosgefäß mit einem wärmedämmenden Verschluss und einem als Halterung dienenden stabilen Gehäuse (siehe Bild 1). Sowohl das Prüf- als auch das Referenzkalorimeter müssen den folgenden Aufbau und die folgenden Eigenschaften aufweisen.

- a) *Das Thermosgefäß* (z. B. ein Dewar-Gefäß), bestehend aus versilbertem Borosilicatglas, hat eine zylindrische Form mit einem halbkugelförmigen Boden, einen Innendurchmesser von ungefähr 95 mm und eine Höhe von ungefähr 280 mm. Der Außendurchmesser muss ungefähr 120 mm betragen. Auf dem Boden des Gefäßes muss eine Gummischeibe mit einem Durchmesser von 85 mm und einer Dicke

von 20 mm platziert werden, die als Auflager für den Probenbehälter dient und die Belastung gleichmäßig auf die Gefäßwand verteilt.

- b) *Das sehr stabile Gehäuse* muss einen Boden genügender Breite aufweisen, um eine gute Standfestigkeit der gesamten Einheit sicherzustellen (z. B. aus Duraluminium mit einer Dicke von 3 mm). Das Gefäß muss von den Seitenwänden des Gehäuses durch einen Luftspalt von ungefähr 5 mm Breite getrennt sein und auf einer Stützvorrichtung mit einer Dicke von 40 mm bis 50 mm aus einem Material mit geringer Wärmeleitfähigkeit (z. B. Schaumpolystyrol) ruhen. Der obere Rand des Gefäßes wird durch eine anliegende ringförmige Gummidichtung mit einer Dicke von mindestens 5 mm geschützt, die aus einem Material mit geringer Wärmeleitfähigkeit besteht und am Kalorimetergehäuse befestigt ist. Diese Dichtung hält das Gefäß in seiner Stellung und dient als Auflagefläche für den Deckel, um die Dichtheit des Verschlusses sicherzustellen.
- c) *Der wärmedämmende Verschluss* besteht aus drei Teilen:
- dem unteren Teil, der in das Gefäß eintaucht, und der Wärmeverluste an die Umgebung so weit wie möglich verhindern soll. Er muss eine zylindrische Form, einen Durchmesser entsprechend dem Innendurchmesser des Gefäßes und eine Dicke von ungefähr 50 mm haben. Er muss aus Schaumpolystyrol (Dichte ungefähr 20 kg/m^3) oder aus einem anderen Material mit vergleichbaren thermischen Eigenschaften bestehen. Seine Unterseite kann durch eine Kunststoffplatte (z. B. Polymethylmethacrylat) mit einer Dicke von ungefähr 2 mm geschützt werden;
 - dem Mittelteil, das die Dichtheit des Kalorimeters sicherstellt und zur Verringerung der Wärmeverluste beiträgt. Es besteht aus einer Schaumgummischeibe mit einem Durchmesser von 120 mm;
 - dem oberen Teil, der den korrekten und dauerhaften Sitz des Verschlusses in Bezug auf das Gefäß sicherstellt; er besteht aus einem festen Gehäuse mit einem Schnellverschluss. Er muss so ausgebildet sein, dass er das Mittelteil aus Schaumgummi zusammendrückt und die Dichtheit des Verschlusses sicherstellt.
- d) *Leistungsmerkmale*: Der Wärmeverlustkoeffizient des Kalorimeters darf bei einer Erwärmung von 20 K nicht mehr als $100 \text{ J} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ betragen. Dieser Wert ist zusammen mit der Wärmekapazität nach dem in Anhang A angegebenen Kalibrierverfahren zu bestimmen (siehe A.3.1).

Eine erneute Kalibrierung ist erforderlich:

- mindestens alle vier Jahre oder nach 200 Prüfungen;
- bei einer Beschädigung des Kalorimeters oder eines wärmedämmenden Teils.

Um die Dämmung des Kalorimeters nicht zu beschädigen, darf die Temperatur des Prüfmörtels nicht mehr als 75°C betragen.

4.2 Referenzkalorimeter: dies weist den gleichen Aufbau und die gleichen Eigenschaften auf wie das Prüfk calorimeter (siehe 4.1). Es muss eine Mörteldose (siehe 4.4) beinhalten, in der sich eine mindestens 12 Monate vorher gemischte Mörtelprobe befindet, die als inert angesehen wird.

ANMERKUNG Wenn keine inerte Probe zur Verfügung steht, darf ein Aluminiumzylinder verwendet werden, der die gleiche Wärmekapazität wie Mörteldose plus Mörtelprobe aufweist.