

DIN EN 196-1

ICS 91.100.10

Einsprüche bis 2015-09-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 196-1:2005-05

Entwurf

**Prüfverfahren für Zement –
Teil 1: Bestimmung der Festigkeit;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 196-1:2015**

Methods of testing cement –
Part 1: Determination of strength;
German and English version FprEN 196-1:2015

Méthodes d'essais des ciments –
Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques;
Version allemande et anglaise FprEN 196-1:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-07-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: 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 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 196-1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 51 „Zement und Baukalk“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 005-07-13 AA „Zement, SpA zu Teilbereichen von CEN/TC 51 und ISO/TC 74“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der FprEN 196-1 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 196-1:2005-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in Abschnitt 2 wurden die normativen Verweisungen aktualisiert;
- b) in 10.2.3 wurden die Schätzungen der Präzision der Druckfestigkeitsprüfung durch Aufnahme von Angaben zur Wiederhol- und Vergleichpräzision nach 2 Tagen und nach 7 Tagen geändert;
- c) in 6.2 wurde das Mischverfahren durch Aufnahme von Angaben zur Zeit, die maximal für die Zugabe in die Mischschüssel erlaubt ist, geändert;
- d) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Prüfverfahren für Zement — Teil 1: Bestimmung der Festigkeit

Méthodes d'essais des ciments — Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques

Methods of testing cement — Part 1: Determination of strength

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: einstufiges Annahmeverfahren
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Prinzip	4
4 Labor und Ausrüstung	5
4.1 Labor	5
4.2 Allgemeine Anforderungen an die Ausrüstung	5
4.3 Prüfsiebe	5
4.4 Mischer	6
4.5 Formen	7
4.6 Schocktisch	11
4.7 Prüfgerät für die Biegezugfestigkeit	12
4.8 Prüfmaschine für die Druckfestigkeit	13
4.9 Einsatz für die Druckfestigkeitsprüfmaschine	14
4.10 Waage	14
4.11 Stoppuhr	14
5 Bestandteile des Mörtels	15
5.1 Sand	15
5.2 Zement	16
5.3 Anmachwasser	16
6 Herstellung des Mörtels	17
6.1 Zusammensetzung des Mörtels	17
6.2 Mischen des Mörtels	17
7 Herstellung der Prüfkörper	17
7.1 Maße der Prüfkörper	17
7.2 Verdichten der Prüfkörper	17
8 Konditionierung der Prüfkörper	18
8.1 Handhabung und Lagerung vor dem Entformen	18
8.2 Entformen der Prüfkörper	18
8.3 Lagern der Prüfkörper in Wasser	18
8.4 Alter der Prüfkörper für die Festigkeitsprüfungen	19
9 Prüfverfahren	19
9.1 Biegezugfestigkeit	19
9.2 Druckfestigkeit	20
10 Ergebnisse	20
10.1 Biegezugfestigkeit	20
10.2 Druckfestigkeit	21
11 Validierungsprüfung für CEN-Normsand und für alternative Verdichtungsgeräte	22
11.1 Allgemeines	22
11.2 Validierungsprüfung von CEN-Normsand	22
11.3 Validierungsprüfung für ein Alternativ-Verdichtungsgerät	26
Anhang A (normativ) Alternativ-Vibrations-Verdichtungsgeräte und -verfahren, deren Gleichwertigkeit mit dem Referenzschockverdichtungsgerät und -verfahren nachgewiesen wurde	28

Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 196-1:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 51 „Zement und Baukalk“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 196-1:2005 ersetzen.

Gegenüber EN 196-1:2005 wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- in Abschnitt 2 wurden die normativen Verweisungen aktualisiert;
- in 10.2.3 wurden die Schätzungen der Präzision der Druckfestigkeitsprüfung durch Aufnahme von Angaben zur Wiederhol- und Vergleichpräzision nach 2 Tagen und nach 7 Tagen geändert;
- in 6.2 wurde das Mischverfahren durch Aufnahme von Angaben zur Zeit, die maximal für die Zugabe in die Mischschüssel erlaubt ist, geändert;
- die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

EN 196 mit dem Haupttitel „Prüfverfahren für Zement“ besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Bestimmung der Festigkeit;*
- *Teil 2: Chemische Analyse von Zement;*
- *Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit;*
- *Teil 4: Quantitative Bestimmung der Bestandteile (CEN/TR 196-4);*
- *Teil 5: Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanzementen;*
- *Teil 6: Bestimmung der Mahlfeinheit;*
- *Teil 7: Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement;*
- *Teil 8: Hydratationswärme; Lösungsverfahren;*
- *Teil 9: Hydratationswärme; Teiladiabatisches Verfahren;*
- *Teil 10: Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichem Chrom (VI) in Zement.*

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 196 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit und, optional, der Biegezugfestigkeit von Zementmörtel. Das Verfahren gilt für Normalzemente sowie für andere Zemente und Materialien, deren Normen sich auf dieses Verfahren berufen. Es ist möglicherweise für andere Zementarten, die z. B. eine sehr kurze Erstarrungszeit haben, nicht anwendbar.

Dieses Verfahren wird angewandt, um zu beurteilen, ob die Druckfestigkeit eines Zements den Anforderungen entspricht, und für Validierungsprüfungen für CEN-Normsand nach FprEN 196-1 oder für alternative Verdichtungsgeräte.

Dieser Teil von EN 196 beschreibt Referenzgeräte und -verfahren und lässt andere Verdichtungsgeräte und -verfahren zu, unter der Voraussetzung, dass sie nach den entsprechenden Vorgaben dieses Dokuments validiert worden sind. Im Streitfall werden nur Referenzgeräte und -verfahren verwendet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

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

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

EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101)*

EN ISO 1302, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation (ISO 1302)*

EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1)*

ISO 565, *Test sieves — Metal wire cloth, perforated metal plate and electroformed sheet — Nominal sizes of openings*

ISO 3310-1, *Test sieves — Technical requirements and testing — Part 1: Test sieves of metal wire cloth*

ISO 4200, *Plain end steel tubes, welded and seamless — General tables of dimensions and masses per unit length*

3 Prinzip

Das Verfahren umfasst die Bestimmung der Druckfestigkeit und, optional, der Biegezugfestigkeit an prismenförmigen Prüfkörpern mit den Maßen 40 mm × 40 mm × 160 mm.

Diese Prüfkörper werden aus einer Mörtelmischung von plastischer Konsistenz hergestellt und enthalten nach Massenanteilen 1 Teil Zement, 3 Teile CEN-Normsand und einen halben Teil Wasser (Wasserzementwert 0,50). Es dürfen CEN-Normsande aus verschiedenen Quellen und Ländern für die Festigkeitsprüfung verwendet werden, vorausgesetzt, dass sie nachweislich Zementfestigkeiten erbringen, die nicht signifikant von denen abweichen, die bei der Verwendung des CEN-Referenzsand (siehe Abschnitt 11) erzielt werden.

Im Referenzverfahren wird der Mörtel durch maschinelles Mischen gemischt und in der Form mit Hilfe eines Schocktisches verdichtet. Andere Verdichtungsgeräte und -techniken dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, dass sie nachweislich Zementfestigkeiten erbringen, die nicht signifikant von denen

abweichen, die bei Verwendung des Referenz-Schocktisches und des Referenzverfahrens erzielt werden (siehe Abschnitt 11 und Anhang A).

Die Prüfkörper werden in den Formen 24 h in feuchter Luft und nach der Entformung bis zur Prüfung der Festigkeit in Wasser gelagert.

Wenn die Prüfkörper das vorgesehene Alter erreicht haben, werden sie dem Wasser entnommen und durch Biegebelastung in zwei Hälften gebrochen, wobei erforderlichenfalls die Biegezugfestigkeit bestimmt werden kann. Die Prüfkörper können auch auf eine andere Weise, die keine schädlichen Spannungen in den Prüfkörperhälften verursacht, gebrochen werden. Jede Prüfkörperhälfte wird auf Druckfestigkeit geprüft.

4 Labor und Ausrüstung

4.1 Labor

Das Labor, in dem die Prüfkörper hergestellt werden, muss eine Temperatur von $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und eine relative Luftfeuchte von mindestens 50 % haben.

Der Feuchtluftraum oder der große Kasten für die Lagerung der Prüfkörper in der Form muss eine Temperatur von $(20,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ und eine relative Luftfeuchte von mindestens 90 % aufweisen.

Die Lagerungsbehälter für das Aushärten der Prüfkörper in Wasser sowie die Roste, mit denen sie ausgestattet sind, müssen aus einem Material sein, das nicht mit Zement reagiert. Die Temperatur des Wassers muss $(20,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ betragen.

Die Temperatur und die relative Luftfeuchte im Labor sowie die Temperatur des Wassers in den Wasserlagerungsbehältern sind mindestens einmal täglich während der Arbeitsstunden aufzuzeichnen. Die Temperatur und die relative Luftfeuchte des Feuchtluftraums oder -kastens sind mindestens alle 4 h aufzuzeichnen.

Zement, CEN-Normsand (siehe 5.1.3), Wasser und Geräte für die Herstellung und Prüfung der Prüfkörper müssen eine Temperatur von $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ aufweisen.

Wenn Bereiche für die Temperatur angegeben sind, muss die Solltemperatur, auf die die Regelung eingestellt wird, der Mittelwert des Schwankungsbereichs sein.

4.2 Allgemeine Anforderungen an die Ausrüstung

Die aus den Bildern 1 bis 5 ersichtlichen Toleranzen sind für die korrekte Arbeitsweise der Ausrüstung während der Prüfung von Bedeutung. Wenn die regelmäßigen Kontrollmessungen zeigen, dass die Toleranzen nicht mehr eingehalten werden, ist die Ausrüstung auszusondern, zu berichtigen oder instand zu setzen. Die Aufzeichnungen über die Kontrollmessungen sind aufzubewahren.

Die Abnahmeprüfungen von neuer Ausrüstung schließen Masse, Volumen und Maße so weit mit ein, wie diese in diesem Dokument angegeben sind, wobei auf die kritischen Maße, für die die Toleranzen festgelegt sind, besonders zu achten ist.

In den Fällen, in denen das Material der Ausrüstung Einfluss auf die Prüfungsergebnisse haben kann, ist das zu verwendende Material vorgeschrieben.

Die in den Bildern angegebenen ungefähren Maße sind als Leitlinien für Gerätehersteller und -betreiber vorgesehen. Maße, die Toleranzen enthalten, sind verbindlich.

4.3 Prüfsiebe

Die Drahtsiebgewebe nach ISO 3310-1 müssen die in Tabelle 1 angegebenen Maschenweiten nach ISO 565 aufweisen (Reihe R 20).

Tabelle 1 — Maschenweiten der Prüfsiebe

Quadratische Maschenweiten (mm)					
2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08

4.4 Mischer

Der Mischer hat im Wesentlichen zu bestehen aus

- einer Schüssel aus nicht rostendem Stahl mit einem Fassungsvermögen von etwa 5 l und der üblichen Form und den Maßen, wie sie im Bild 1 gezeigt sind. Sie muss mit Vorrichtungen versehen sein, mit denen sie starr während des Mischens am Mischergestell befestigt werden kann und durch welche die Höhe der Schüssel in Bezug auf den Rührer und, in gewissem Umfang auch der Abstand zwischen Rührer und Schüsselwand, fein eingestellt und fixiert werden können;
- einem Rührer aus nicht rostendem Stahl und mit der typischen Form, den Maßen und Toleranzen wie in Bild 1 dargestellt, der sich um seine eigene Achse drehend von einem Elektromotor mit festgelegter Geschwindigkeit in einer Planetenbewegung rund um die Schüsselachse bewegt wird. Die beiden Drehrichtungen müssen gegenläufig sein, und das Verhältnis zwischen den beiden Drehzahlen darf nicht ganzzahlig sein.

Rührer und Schüsseln müssen Einheiten bilden, die stets zusammen benutzt werden müssen.

Der Abstand (3 ± 1) mm bezieht sich auf die in Bild 1 dargestellte Stellung, bei der der Rührer in der leeren Mischschüssel so nah wie möglich an die Schüsselwand gebracht wurde. Der Abstand ist regelmäßig zu überprüfen, indem etwas Druck auf den Rührer aufgebracht wird und sichergestellt wird, dass es keinen wahrnehmbaren Abstand zwischen dem Rührergelenk und der Motorachse gibt.

ANMERKUNG 1 Einfache Lehren zur Bestimmung des Abstandes (Fühlerlehren) sind zweckmäßig, wo direkte Messungen schwierig sind.

ANMERKUNG 2 Die in Bild 1 mit ungefähren Werten angegebenen Maße sind als Leitlinie für den Hersteller gedacht.

Der Mischer muss beim Mischen des Mörtels mit den in Tabelle 2 angegebenen Drehzahlen arbeiten.

Tabelle 2 — Drehzahlen des Rührers

	Rotation min ⁻¹	Planetenbewegung min ⁻¹
Niedrigere Geschwindigkeit	140 ± 5	62 ± 5
Hohe Geschwindigkeit	285 ± 10	125 ± 10

[illegible]

- 1 Schüssel
- 2 Rührer

4.5 Formen

Der Zusammenbau muss derartig sein, dass während des Betriebs keine Verformungen oder sichtbaren Flüssigkeitsverluste auftreten. Die Grundplatte muss ausreichenden Kontakt mit dem Tisch des Verdichtungsgeräts haben und steif genug sein, um die Erzeugung von Sekundär-Vibrationen zu vermeiden.

ANMERKUNG 1 Da die Formen und die Schocktische verschiedener Hersteller in ihren Außenmaßen und Massen unterschiedlich und nicht aufeinander abgestimmt sein können, hat der Käufer selbst die notwendige Abstimmung sicherzustellen.

In jedes Einzelteil der Form ist ein Kennzeichen zu stanzen, um so den Zusammenbau zu erleichtern und die Konformität der angegebenen Toleranzen sicherzustellen. Gleichartige Einzelteile verschiedener Formen dürfen nicht untereinander ausgetauscht werden.

Die zusammengesetzte Form muss folgenden Anforderungen entsprechen:

- a) Die Innenmaße und Toleranzen jedes Formfaches müssen wie folgt sein:
 - 1) Länge: (160 ± 1) mm;
 - 2) Breite: $(40,0 \pm 0,2)$ mm;
 - 3) Höhe: $(40,1 \pm 0,1)$ mm.
- a) Die Toleranz für die Ebenheit (siehe EN ISO 1101) darf über die ganze Länge jeder inneren Seitenfläche nicht größer als 0,03 mm sein.
- b) Die zulässige lotrechte Abweichung (siehe EN ISO 1101) darf für jede Innenfläche gegenüber der Bodenfläche und der angrenzenden Innenfläche der Form als Bezugsflächen höchstens 0,2 mm betragen.
- c) Die Oberflächenrauigkeit (siehe EN ISO 1302) jeder Innenseite darf bei der Anlieferung N 8 nicht überschreiten.

Die Formen sind zu ersetzen, wenn irgendeine der angegebenen Toleranzen überschritten wird. Die Masse der Form muss der Anforderung für die gesamte Masse nach 4.6 angepasst sein.

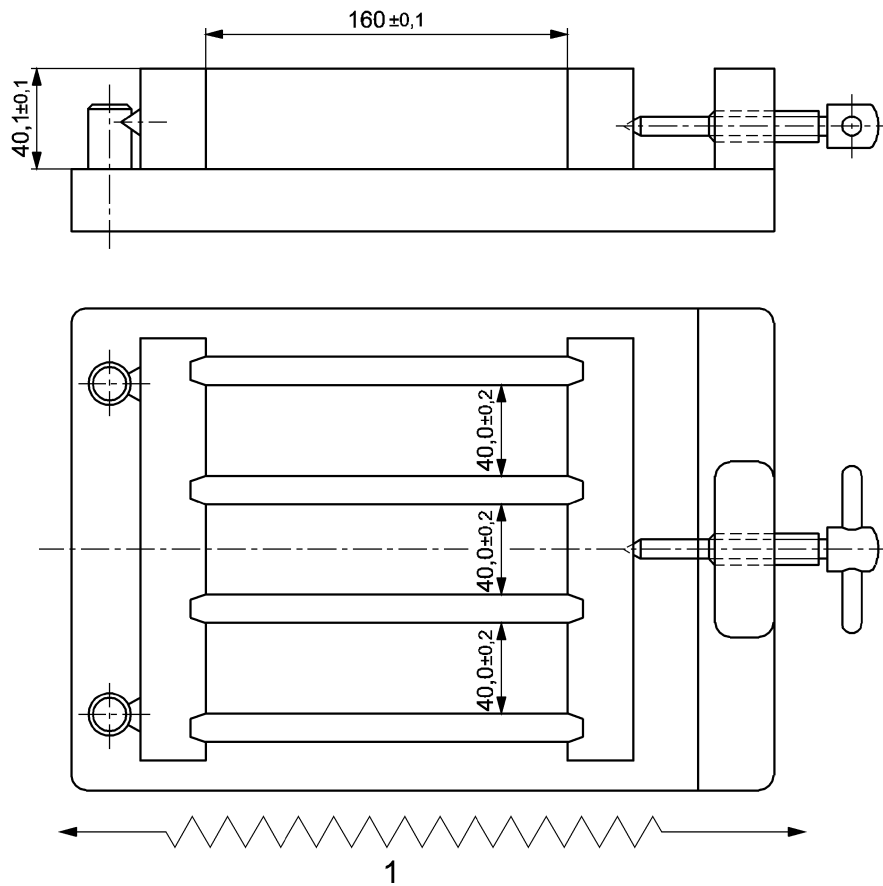
Wenn eine gereinigte Form zum Gebrauch vorbereitet worden ist, ist zum Abdichten aller äußeren Fugen ein geeignetes Dichtungsmittel zu verwenden. Auf die inneren Flächen der Form ist ein dünner Film aus Schalöl aufzutragen.

ANMERKUNG 2 Einige Schalölarten beeinflussen die Erhärtung der Zementmörtel; Schalöle auf Mineralölbasis haben sich als geeignet erwiesen.

Um das Füllen der Form zu erleichtern, ist ein dicht sitzender Aufsatzkasten aus Metall mit senkrechten, 20 mm bis 40 mm hohen Wänden zu verwenden. Im Grundriss dürfen die Wände des Aufsatzkastens die Innenwände der Form nicht mehr als 1 mm überragen. Die Außenwände des Aufsatzkastens müssen mit Halterungen versehen sein, um die korrekte Lage auf der Form sicherzustellen.

Zum Verteilen und Abstreichen des Mörtels sind zwei Verteiler und ein metallisches Abstreichlineal von dem im Bild 3 gezeigten Aussehen zu verwenden.

Maße in Millimeter

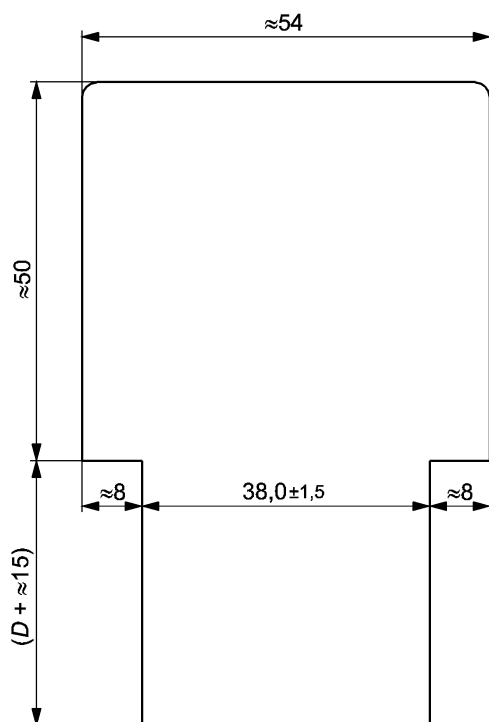


Legende

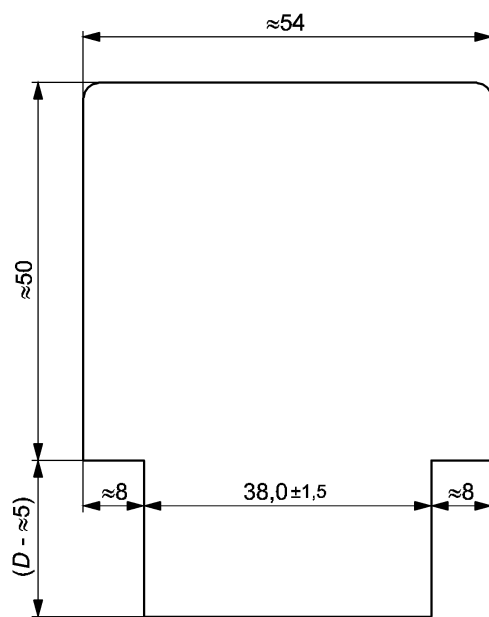
- 1 Abstreichrichtungen; mit sägenden Bewegungen abziehen.

Bild 2 — Beispiel für eine Form

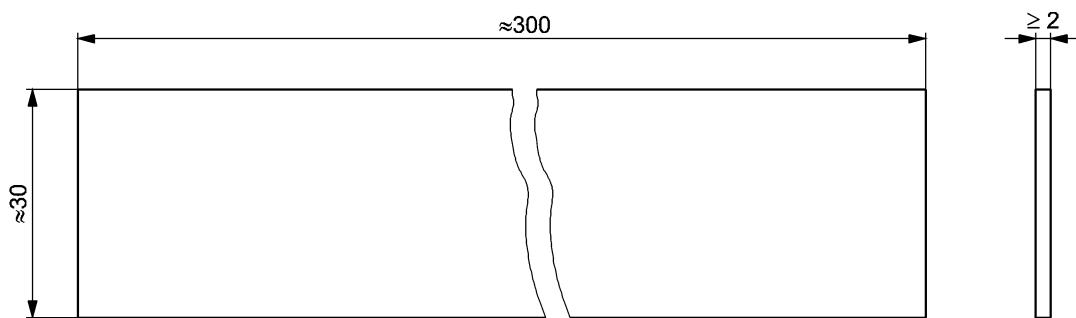
Maße in Millimeter



a) Großer Verteiler



b) Kleiner Verteiler



c) Abstreichlineal

Legende

D = Höhe des Aufsatzkastens

Bild 3 — Beispiele für die Verteiler und das Abstreichlineal

4.6 Schocktisch

Der Schocktisch (ein typisches Modell ist in Bild 4 dargestellt) muss den folgenden Anforderungen entsprechen.

Der Apparat besteht aus einem rechteckigen Tisch, der durch zwei leichte Arme starr mit einer nominal 800 mm von der Tischmitte entfernten Achse verbunden ist. Der Tisch ist in der Mitte seiner Unterseite mit einem vorstehenden Ansatz mit gerundeter Oberfläche zu versehen. Unter diesem vorstehenden Ansatz muss ein kleiner Anschlag mit einer ebenen oberen Fläche sein. In der Ruhestellung muss die gemeinsame Achse des Ansatzes und des Anschlages durch den Berührungspunkt senkrecht sein. Wenn der vorstehende Ansatz auf dem Anschlag ruht, muss die obere Tischoberfläche waagerecht sein, so dass die Höhe jeder Ecke nicht um mehr als 1,0 mm von der mittleren Höhe abweicht. Der Tisch muss mindestens ebenso groß oder größer als die Grundfläche der Form sein und eine ebene maschinell bearbeitete Oberfläche haben. Klammern sind für eine starre Befestigung der Form auf dem Tisch anzubringen.

Die gesamte Masse des Tisches einschließlich der Arme, leerer Form, Aufsatzkasten und Klammern muss $(20 \pm 0,5)$ kg betragen.

Die Arme, die den Tischteil mit der Achse verbinden, müssen starr und aus rundem Rohr mit einem äußeren Durchmesser zwischen 17 mm und 22 mm, ausgewählt aus den in der Norm ISO 4200 genannten Rohrmaßen, hergestellt sein. Die gesamte Masse der beiden Arme einschließlich Querverstrebungen muss $(2,25 \pm 0,25)$ kg betragen. Die Achslager müssen Kugel- oder Walzenlager sein, die gegen den Zutritt von Sand oder Staub geschützt sind. Die horizontale Verschiebung der Tischmitte infolge Spiel im Achslager darf 1,0 mm nicht überschreiten.

Ansatz und Anschlag müssen aus durchgehärtetem Stahl mit einer Vickershärte von mindestens 500 HV gefertigt sein. Die Krümmung des Ansatzes muss etwa $0,01 \text{ mm}^{-1}$ betragen.

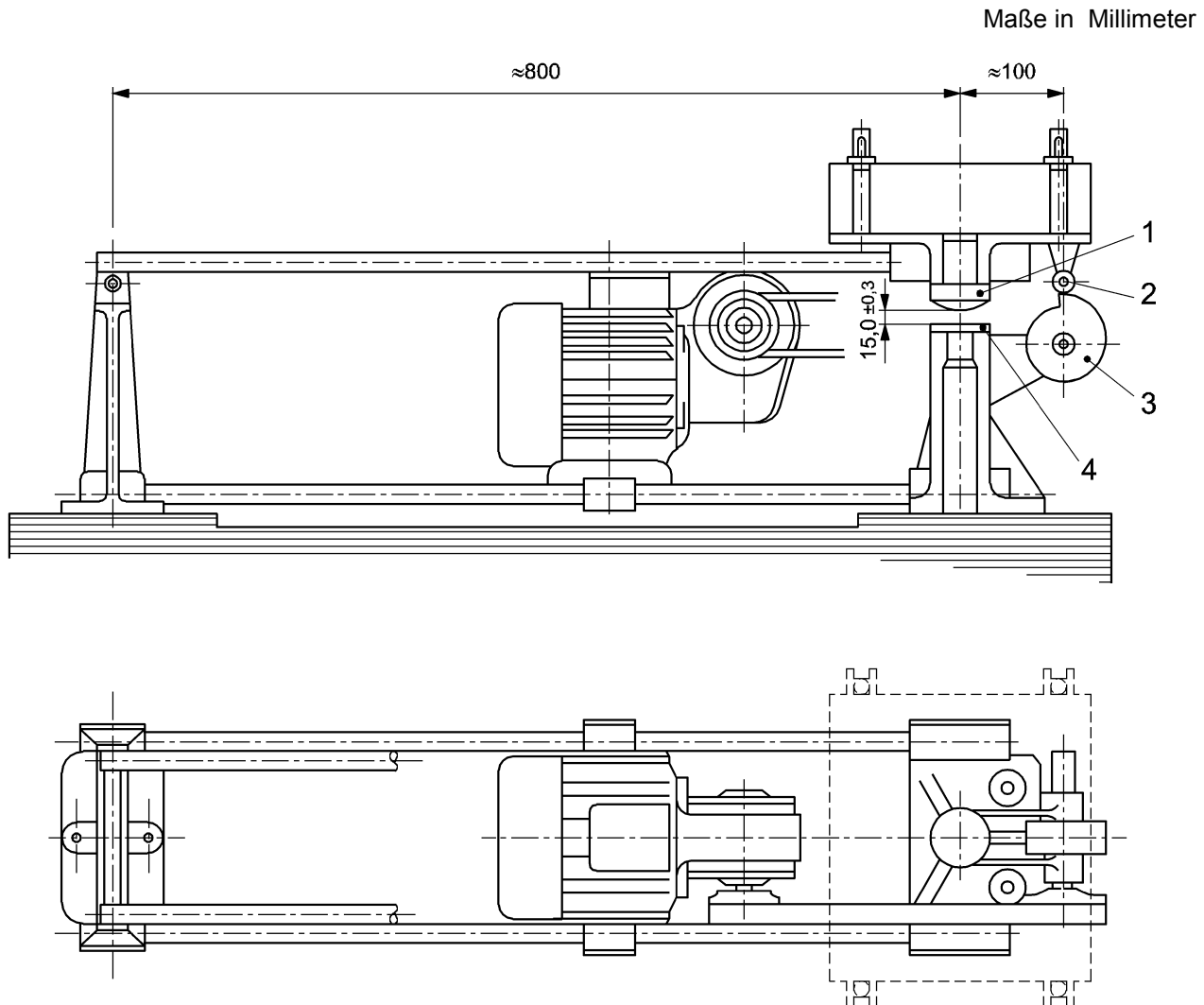
Im Betrieb wird der Tisch durch einen Exzenternocken gehoben und aus einer Höhe von $(15,0 \pm 0,3)$ mm frei fallen gelassen, bevor der Ansatz auf den Anschlag auftrifft.

Der Exzenternocken muss aus Stahl mit einer Vickershärte von mindestens 400 HV bestehen, und seine kugelgelagerte Welle muss so konstruiert sein, dass die Bedingung des freien Falls von $(15,0 \pm 0,3)$ mm stets eingehalten wird. Der Nockenstößel muss so konstruiert sein, dass er die geringstmögliche Abnutzung des Exzenternockens sicherstellt. Die Nockenwelle muss durch einen Elektromotor von etwa 250 Watt über ein Reduktionsgetriebe mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit von einer Umdrehung in der Sekunde angetrieben werden. Ein Zählwerk mit Schalteinrichtung muss sicherstellen, dass eine Schockserie mit einer Dauer von (60 ± 3) s genau 60 Schocks umfasst.

Die Lage der Form auf dem Tisch muss so sein, dass die Längsachse der Fächer parallel zur Richtung der Arme und senkrecht zur Drehachse der Nockenwelle verläuft. Geeignete Markierungen sind anzubringen, die es erleichtern, die Form so zu befestigen, dass die Mitte des mittleren Faches zentrisch über der Aufschlagstelle liegt.

Der Schocktisch ist auf einem etwa 600 kg schweren bzw. etwa $0,25 \text{ m}^3$ großen Betonblock starr zu befestigen. Die Maße des Betonblocks müssen so sein, dass sich eine geeignete Arbeitshöhe für die Formen ergibt. Die gesamte Grundfläche des Betonblocks muss auf einer elastischen Unterlage, z. B. aus Naturgummi, aufgelagert sein, deren Dämmwirkung ausreicht, um Vibrationen von außen, die die Verdichtung beeinflussen könnten, abzuschirmen.

Die Grundplatte des Schocktisches ist mit Hilfe von Ankerschrauben waagerecht auf dem Betonblock zu befestigen; eine dünne Mörtelschicht zwischen der Grundplatte und dem Betonblock muss einen vollständigen und vibrationsfreien Verbund sicherstellen.



Legende

- 1 Ansatz
- 2 Nockenstößel
- 3 Exzenternocken
- 4 Anschlag

Bild 4 — Beispiel für einen Schocktisch

4.7 Prüfgerät für die Biegezugfestigkeit

Die Verwendung dieses Gerätes ist freiwillig. Wenn nur die Druckfestigkeit gemessen werden soll, können die Prüfkörper auf eine andere Weise geteilt werden, die keine schädlichen Spannungen in den Prüfkörperhälften verursacht.

Die Biegezugfestigkeit kann mit einer Biegezugfestigkeitsprüfmaschine oder mit einer geeigneten Einrichtung in einer Druckprüfmaschine gemessen werden. In beiden Fällen muss das Gerät folgende Anforderungen erfüllen.

Das Prüfgerät für die Bestimmung der Biegezugfestigkeit muss Lasten bis zu 10 kN mit einer Genauigkeit von $\pm 1,0 \%$ der aufgebrachten Last in den oberen 4/5 ihres Prüfbereichs aufbringen und über eine Laststeigerung von (50 ± 10) N/s verfügen.

Das Prüfgerät muss mit einer Biegevorrichtung versehen sein, bestehend aus zwei Auflagern aus Stahlrollen von $(10,0 \pm 0,5)$ mm Durchmesser im Abstand von $(100,0 \pm 0,5)$ mm voneinander und einer dritten belastenden Stahlrolle desselben Durchmessers in der Mitte zwischen den beiden anderen. Die Länge dieser Rollen muss zwischen 45 mm bis 50 mm liegen. Die Belastungsanordnung ist im Bild 5 dargestellt.

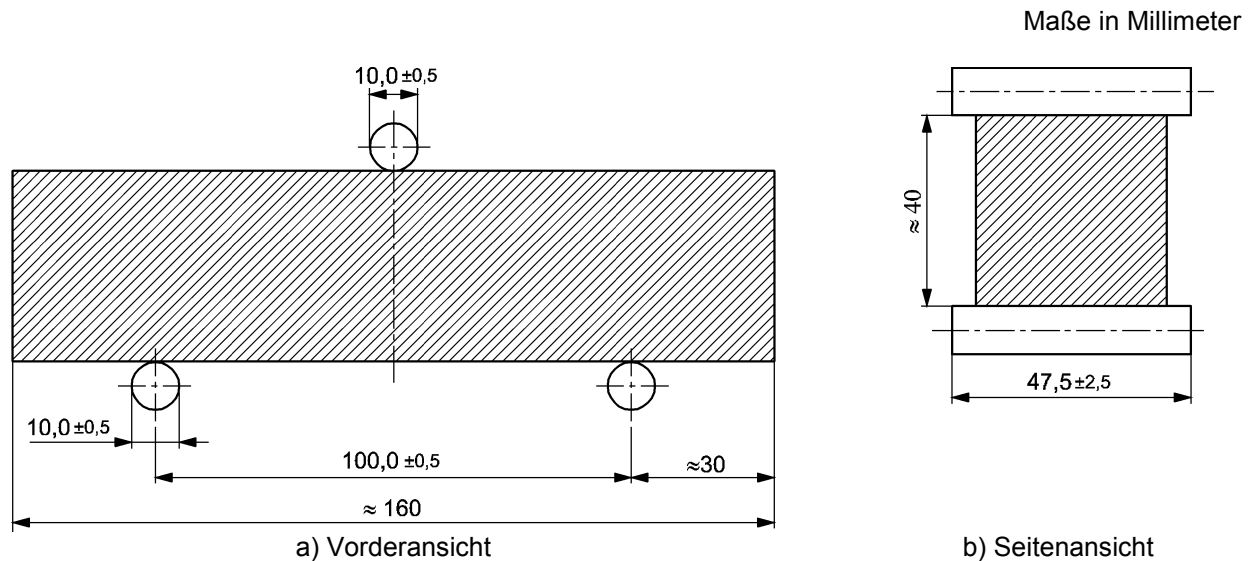


Bild 5 — Belastungsanordnung zur Bestimmung der Biegefestigkeit

Die drei Vertikalebene durch die Achsen der drei Stahlrollen müssen parallel sein und während des Versuchs parallel, gleich weit entfernt und senkrecht zur Längsachse des eingespannten Prüfkörpers bleiben. Eines der Auflagern und die Lastschneide müssen etwas schwenkbar sein, so dass die Last gleichmäßig auf die Breite des Prüfkörpers verteilt werden kann, ohne ihn Torsionsspannungen auszusetzen.

4.8 Prüfmaschine für die Druckfestigkeit

Die Prüfmaschine für die Ermittlung der Druckfestigkeit muss einen geeigneten Lastbereich haben. Beim Nachweis nach EN ISO 7500-1 muss sie in den oberen 4/5 ihres Prüfbereichs eine Genauigkeit von $\pm 1,0 \%$ bezogen auf die aufgebrachte Last aufweisen. Eine Laststeigerung von $(2\,400 \pm 200)$ N/s muss einstellbar sein. Eine Anzeigevorrichtung muss den beim Bruch des Prüfkörpers ermittelten Wert auch nach der Entlastung der Prüfmaschine anzeigen. Das kann bei Manometeranzeige durch einen Schleppzeiger oder bei digitaler Anzeige durch Speicherung geschehen. Prüfmaschinen mit Handbedienung müssen mit einem Schrittmacher zur Vorgabe der Laststeigerung ausgerüstet sein.

Die vertikale Achse des hydraulischen Kolbens muss mit der vertikalen Achse der Prüfmaschine übereinstimmen, und während der Belastung muss sich der hydraulische Kolben in der Richtung der vertikalen Achse der Prüfmaschine bewegen. Ferner muss die Resultierende der aufgebrachten Lasten durch den Mittelpunkt der Prüfkörper gehen. Die Oberfläche der unteren Druckplatte muss senkrecht zur Prüfmaschinenachse sein und während der Belastung senkrecht bleiben.

Der Mittelpunkt der kugeligen Lagerung der oberen Platte muss mit dem Schnittpunkt der vertikalen Prüfmaschinenachse mit der Ebene der unteren Fläche der oberen Druckplatte auf ± 1 mm übereinstimmen. Die obere Druckplatte muss so beweglich sein, dass sie sich bei Kraftschluss anlegen kann, jedoch muss während der Belastung die Stellung der oberen und unteren Platte gegeneinander starr bleiben.

Die Prüfmaschine muss mit Platten aus Wolframcarbid oder alternativ aus gehärtetem Stahl mit einer Vickershärte von mindestens 600 HV ausgerüstet sein. Diese Platten müssen mindestens 10 mm dick, $(40,0 \pm 0,1)$ mm breit und $(40,0 \pm 0,1)$ mm lang sein. Die Ebenheitstoleranz der Druckplatten nach EN ISO 1101 darf über die ganze Kontaktfläche mit dem Prüfkörper nicht mehr als 0,01 mm betragen. Die Rauigkeit nach EN ISO 1302 darf nicht glatter als N 3 und nicht rauer als N 6 sein, auch im Neuzustand.

Alternativ dazu können zwei Hilfsplatten aus Wolframcarbid oder aus gehärtetem Stahl mit einer Vickershärte von mindestens 600 HV und einer Mindestdicke von 10 mm, die die Anforderungen an die Platten erfüllen, verwendet werden. Es muss eine Vorrichtung vorhanden sein, die die Hilfsplatten mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ mm gegenüber der Achse des Belastungssystems zentriert. Es muss eine Vorrichtung vorhanden sein, die die Hilfsplatten mit einer Toleranz nicht größer als $\pm 0,5$ mm vom Zentrum der anderen Platte ausrichtet.

Sofern die Prüfmaschine nicht mit einer kugeligen Lagerung ausgerüstet ist, oder wenn die kugelige Lagerung blockiert ist oder wenn ihr Durchmesser größer als 120 mm ist, muss ein Prüfeinsatz nach 4.9 verwendet werden.

Die Prüfmaschine darf mit zwei oder mehr Lastbereichen ausgerüstet sein. Die Höchstlast des niedrigeren Lastbereiches sollte ungefähr 1/5 der Höchstlast des nächsthöheren Lastbereiches sein.

Die Prüfmaschine sollte mit einer automatischen Regelung der Laststeigerung und einem Gerät für die Registrierung der Ergebnisse ausgerüstet sein.

Die kugelige Lagerung der Prüfmaschine darf zur Erleichterung des Anlegens an den Prüfkörper geschmiert werden, jedoch nur so weit, dass sich die Druckplatte unter Last während der Prüfung nicht bewegen kann. Schmiermittel, die unter hohem Druck wirksam sind, sind nicht geeignet.

Die Bezeichnungen „vertikal“, „unten“, „oben“ beziehen sich auf herkömmliche Prüfmaschinen, die üblicherweise vertikal ausgerichtet sind. Zugelassen sind aber auch Maschinen, deren Achse nicht vertikal ist.

4.9 Einsatz für die Druckfestigkeitsprüfmaschine

Wenn nach 4.8 ein Einsatz (siehe Bild 6) erforderlich ist, muss er zwischen die Druckplatten der Maschine gestellt werden, um die Last auf die Druckflächen des Prüfkörpers zu übertragen.

Dieser Prüfeinsatz muss eine untere Druckplatte aufweisen; er kann in die untere Druckplatte der Prüfmaschine eingelassen sein. Die obere Druckplatte erhält die Last von der oberen Druckplatte der Prüfmaschine über eine dazwischen liegende kugelige Lagerung. Diese Lagerung ist Bestandteil einer Anordnung, die in der Lage sein muss, ohne wesentliche Reibung in senkrechter Richtung in dem Prüfeinsatz zu gleiten, der ihre Bewegung führt. Der Prüfeinsatz muss sauber gehalten werden, und die kugelige Lagerung muss so leicht drehbar sein, dass die Druckplatte sich anfänglich an die Form des Prüfkörpers anlegt und dann während der Prüfung starr bleibt. Alle in 4.8 festgelegten Anforderungen gelten genauso, wenn ein Prüfeinsatz verwendet wird.

Die kugelige Lagerung des Prüfeinsatzes darf geschmiert werden, jedoch nur so weit, dass sich die Druckplatte unter Last während der Prüfung nicht bewegen kann. Schmiermittel, die unter hohem Druck wirksam sind, sind nicht geeignet.

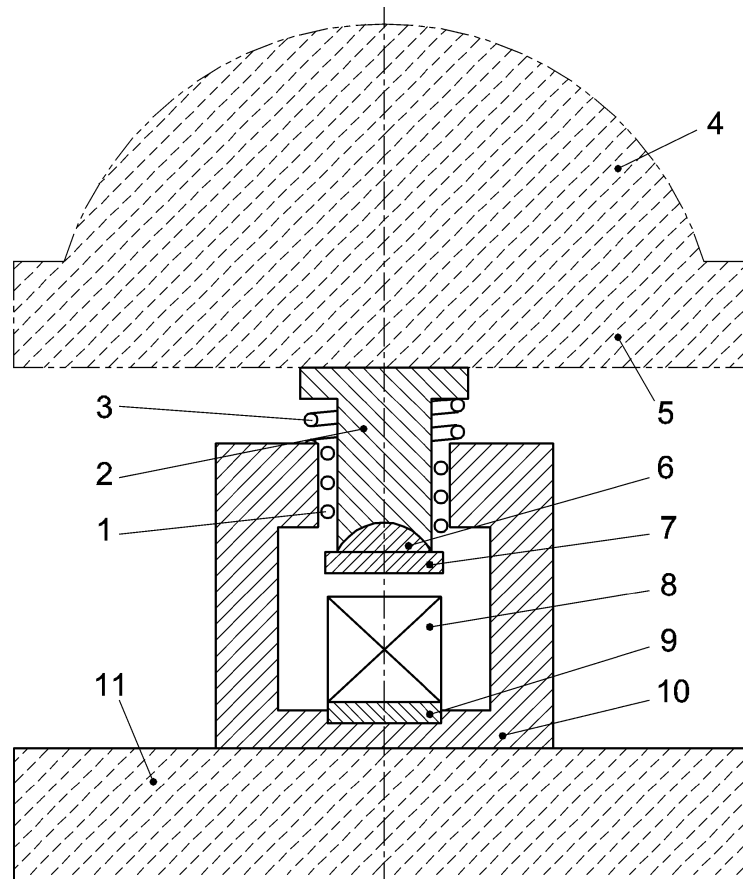
Es ist wünschenswert, dass die Druckvorrichtung nach dem Zerdrücken des Prüfkörpers automatisch in die Ausgangsstellung zurückkehrt.

4.10 Waage

Waage, mit einer Genauigkeit von ± 1 g.

4.11 Stoppuhr

Stoppuhr, mit einer Genauigkeit von ± 1 s.



Legende

- 1 Kugellager
- 2 Druckstempel
- 3 Rückholfeder
- 4 kugelige Lagerung der Prüfmaschine
- 5 obere Druckplatte der Prüfmaschine
- 6 kugelige Lagerung des Einsatzes
- 7 obere Druckplatte des Einsatzes
- 8 Prüfkörper
- 9 untere Druckplatte
- 10 Einsatz
- 11 untere Druckplatte der Prüfmaschine

Bild 6 — Typischer Einsatz für die Druckfestigkeitsprüfung

5 Bestandteile des Mörtels

5.1 Sand

5.1.1 Allgemeines

Um die Festigkeiten von Zement nach diesem Dokument zu bestimmen, sind CEN-Normsande, die in verschiedenen Ländern hergestellt werden, zu verwenden. „CEN-Normsand, FprEN 196-1“ muss mit den in 5.1.3 angeführten Anforderungen übereinstimmen. Die Hersteller von CEN-Normsand müssen eine Nachweisprüfung unter Aufsicht einer Zertifizierungsstelle durchführen.

Da es schwierig ist, einen CEN-Normsand vollständig zu charakterisieren, muss seine Validierung gegenüber dem CEN-Referenzsand nach 5.1.2 durch Zertifizierungs- und Nachweisprüfungen nach Abschnitt 11 erfolgen.

5.1.2 CEN-Referenzsand

Der CEN-Referenzsand, von dem eine begrenzte Menge als Referenzmaterial durch den Hersteller gelagert wird, ist ein natürlicher Quarzsand mit gerundeten Körnern und einem Massenanteil an Siliciumdioxid von mindestens 98 %.

Seine Korngrößenverteilung liegt innerhalb der in Tabelle 3 angegebenen Grenzwerte.

Tabelle 3 — Korngrößenverteilung des CEN-Referenzsand

Quadratische Maschenweite (mm)	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Kumulierter Siebrückstand (%)	0	7 ± 5	33 ± 5	67 ± 5	87 ± 5	99 ± 1

ANMERKUNG Informationen über den CEN-Referenzsand gibt die Normensand GmbH, D-59269 Beckum, Deutschland.

5.1.3 CEN-Normsand

CEN-Normsand muss der in 5.1.2 angegebenen Korngrößenverteilung entsprechen, die durch Siebanalyse einer repräsentativen Sandprobe mit einer Gesamtmasse von nicht weniger als 1 345 g bestimmt wurde. Die Siebung ist so lange fortzusetzen, bis die Menge des Sandes, die durch jedes Sieb fällt, weniger als 0,5 g/min beträgt.

Der Feuchtegehalt muss geringer als 0,2 % sein. Er ist durch den Massenverlust einer repräsentativen Probe des Sandes nach Trocknung bei 105 °C bis 110 °C bis zur Massenkonzanz zu bestimmen und ist als Massenanteil in Prozent der getrockneten Probe anzugeben.

Während der Herstellung sind diese Bestimmungen mindestens einmal täglich durchzuführen. Diese Anforderungen sind nicht ausreichend, um sicherzustellen, dass die Leistung des CEN-Normsand und die des CEN-Referenzsand gleichwertig sind. Diese Gleichwertigkeit ist durch eine Validierungsprüfung herbeizuführen und erhalten, wie in Abschnitt 11 beschrieben.

Der CEN-Normsand ist in Beutel mit $(1\,350 \pm 5)$ g Inhalt vorzupacken. Das für die Beutel verwendete Material darf keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung haben, und der Inhalt jedes Beutels muss mit der in 5.1.2 festgelegten Korngrößenverteilung übereinstimmen.

Der CEN-Normsand sollte sorgfältig gelagert werden, um Beschädigungen oder Verunreinigungen, insbesondere Feuchtigkeitsaufnahme, vor der Verwendung zu vermeiden.

5.2 Zement

Der zu prüfende Zement ist so kurz wie möglich der Umgebungsluft auszusetzen. Liegen zwischen Probenahme und Prüfung mehr als 24 h, ist der zu prüfende Zement in Behältern aufzubewahren, die aus einem Material bestehen, das nicht mit dem Zement reagiert. Die Behälter sind vollständig zu füllen und luftdicht zu verschließen.

Vor der Entnahme von Teilproben für die Prüfung ist die Laborprobe entweder maschinell oder wie in EN 196-7 beschrieben zu homogenisieren.

5.3 Anmachwasser

Für die Validierungsprüfung ist destilliertes oder entionisiertes Wasser zu verwenden. Für andere Prüfungen darf Trinkwasser verwendet werden. Im Streitfall ist destilliertes oder entionisiertes Wasser zu verwenden.

6 Herstellung des Mörtels

6.1 Zusammensetzung des Mörtels

Die Massenteile müssen ein Teil Zement (5.2), drei Teile des CEN-Normsand (5.1) und ein halber Teil Wasser (5.3) sein (Wasserzementwert = 0,50).

Jede Mischung für die drei Prüfkörper besteht aus (450 ± 2) g Zement, $(1\ 350 \pm 5)$ g Sand und (225 ± 1) g Wasser.

6.2 Mischen des Mörtels

Zement und Wasser sind mit einer Waage (4.10) zu wiegen. Wenn Wasser volumetrisch dosiert wird, ist es mit einer Präzision von ± 1 ml zuzugeben. Jede Mischung ist mit dem Mischer (4.4) maschinell herzustellen. Die Schaltzeiten des Mixers zwischen An/Aus sind auf ± 2 s einzuhalten.

Der Mischvorgang ist wie folgt durchzuführen:

- a) Wasser und Zement sind in die Mischschüssel zu geben, wobei der Verlust von Wasser oder Zement zu vermeiden ist; der Vorgang ist innerhalb von 10 s abzuschließen;
- b) unmittelbar danach ist der Mischer mit niedriger Geschwindigkeit (siehe Tabelle 2) zu starten; gleichzeitig wird mit dem Zeitnehmen der Mischvorgänge begonnen. Die Zeit wird auf die Minute genau als „Nullzeit“ aufgezeichnet. Nach 30 s ist der Sand gleichmäßig während der nächsten 30 s hinzuzufügen. Danach ist der Mischer auf die höhere Geschwindigkeit umzuschalten (siehe Tabelle 2), und das Mischen ist während weiterer 30 s fortzusetzen;

ANMERKUNG „Nullzeit“ ist der Zeitpunkt, ab dem die Zeiten für die Entformung der Prüfkörper (siehe 8.2) und für die Bestimmung der Festigkeit (siehe 8.4) berechnet werden.

- c) der Mischer ist danach für 90 s anzuhalt. Während der ersten 30 s ist aller Mörtel, der an der Wand und am unteren Teil der Schüssel klebt, mit einem Gummi- oder Kunststoffschraper zu entfernen und in die Mitte der Schüssel zu geben;
- d) das Mischen ist für 60 s bei der höheren Mischgeschwindigkeit fortzusetzen.

Üblicherweise werden diese Mischvorgänge automatisch durchgeführt. Die Arbeitsvorgänge und das Zeitnehmen dürfen auch manuell gesteuert werden.

7 Herstellung der Prüfkörper

7.1 Maße der Prüfkörper

Als Prüfkörper sind Prismen von 40 mm $\times$ 40 mm $\times$ 160 mm herzustellen.

7.2 Verdichten der Prüfkörper

Die Prüfkörper sind unmittelbar nach dem Mischen des Mörtels herzustellen. In die auf dem Schockstisch befestigte Form mit Aufsatzkasten ist mit einer geeigneten Kelle in einer oder mehreren Teilmengen direkt aus der Schüssel die erste von zwei Mörtellagen (jede etwa 300 g) in jedes Fach der Form zu geben.

Der Mörtel ist gleichmäßig unter Benutzung des größeren Verteilers (siehe Bild 3) zu verteilen, der fast senkrecht gehalten – wobei seine Schultern mit dem oberen Rand des Aufsatzkastens Kontakt haben – in jedem Fach der Form je einmal vorwärts und rückwärts zu führen ist. Danach ist die erste Mörtellage mit 60 Stößen des Schockstisches (4.6) zu verdichten. Die zweite Mörtellage ist einzufüllen, wobei der Mörtel überstehen muss, mit dem kleinen Verteiler (siehe Bild 3) zu verteilen und mit weiteren 60 Stößen zu verdichten.

Die Form ist vorsichtig von dem Schocktisch zu heben und der Aufsatzkasten ist zu entfernen. Der überstehende Mörtel ist unmittelbar danach mit einem geraden Metalllineal (siehe Bild 3) abzustreichen, das dabei fast senkrecht mit einer Neigung in Richtung des Streichens gehalten wird und langsam in einer horizontalen, sägenden Bewegung je einmal in jede Richtung geführt wird. Dieses Abstreichen ist zu wiederholen, indem das Metalllineal in einem spitzeren Winkel gehalten wird, um die Oberfläche zu glätten.

ANMERKUNG Die Anzahl der Sägebewegungen und der Winkel des Metalllineals hängen von der Konsistenz des Mörtels ab, wobei für steifere Mörtel mehr Sägebewegungen und ein spitzerer Winkel erforderlich sind. Für das Glätten werden weniger Sägebewegungen benötigt als für den Abstreichvorgang (siehe Bild 2).

Der durch das Abstreichen auf dem Rand der Form zurückgebliebene Mörtel ist wegzuwischen.

Die Formen sind mit Etiketten oder einer Beschriftung zu kennzeichnen.

8 Konditionierung der Prüfkörper

8.1 Handhabung und Lagerung vor dem Entformen

Es ist eine ebene Platte aus Glas, Stahl oder einem anderen undurchlässigen Material, das nicht mit Zement reagiert, von etwa 210 mm × 185 mm × 6 mm Größe auf die Form zu legen.

Im Interesse der Sicherheit müssen Glasplatten geschliffene Kanten besitzen.

Jede bedeckte Form ist unverzüglich in einen Feuchtluftraum oder in einen großen Kasten (siehe 4.1) auf eine waagerechte Unterlage zu stellen. Die feuchte Luft muss zu allen Seiten der Form freien Zutritt haben. Die Formen dürfen nicht aufeinander gestellt werden. Jede Form ist zu passender Zeit zum Entformen aus der Lagerung zu entnehmen.

8.2 Entformen der Prüfkörper

Bei dem Entformen ist darauf zu achten, dass die Prüfkörper nicht beschädigt werden. Kunststoff- oder Gummihämmer oder auch speziell angefertigte Geräte können zum Entformen verwendet werden. Die Prüfkörper für die Prüfung nach 24 h dürfen erst 20 min vor dieser Prüfung entformt werden. Für Prüfungen in einem Alter von mehr als 24 h sind die Prüfkörper 20 bis 24 h nach der Herstellung zu entformen.

Das Entformen darf um 24 h verzögert werden, wenn der Mörtel nach 24 h noch keine ausreichende Festigkeit für die Handhabung ohne Beschädigungsgefahr erreicht hat. Verzögertes Entformen sollte im Prüfbericht vermerkt werden.

Die Prüfkörper, die für die Prüfung nach 24 h (oder nach 48 h, wenn eine Verzögerung des Entformens nötig war) ausgewählt wurden, sind bis zur Prüfung mit einem feuchten Tuch zu bedecken. Die für die Wasserlagerung ausgewählten Prüfkörper sind in geeigneter Weise, z. B. mit wasserbeständiger Tinte oder Kreide, für eine spätere Identifikation zu kennzeichnen.

Zur Kontrolle der Misch- und Verdichtungsvorgänge und des Luftgehalts des Mörtels wird empfohlen, die Prüfkörper aus jeder Form zu wägen.

8.3 Lagern der Prüfkörper in Wasser

Die gekennzeichneten Prüfkörper sind ohne Verzögerung in geeigneter Weise entweder waagerecht oder senkrecht in Wasser mit einer Temperatur von $(20,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ in Behältern zu lagern. Bei waagerechter Lagerung müssen die Prüfkörper auf ihrer Boden- oder Abstrichfläche liegen.

Die Prüfkörper sind auf die Roste (siehe 4.1) zu legen, und zwar so weit voneinander, dass das Wasser zu allen sechs Flächen der Prüfkörper freien Zutritt hat. Während der Lagerung dürfen die Abstände zwischen den Prüfkörpern und die Überdeckung des Wassers über den Prüfkörpern niemals weniger als 5 mm betragen.