

Prüfverfahren für Zement
Teil 1: Bestimmung der Festigkeit
Deutsche Fassung EN 196-1 : 1994

DIN
EN 196-1

ICS 91.100.10

Ersatz für Ausgabe 1990-03

Deskriptoren: Baustoff, Zement, Prüfverfahren, Festigkeit, Zementmörtel

Methods of testing cement — Part 1: Determination of strength;
German version EN 196-1 : 1994

Méthodes d'essais des ciments — Partie 1: Détermination des
résistances mécaniques; Version allemande EN 196-1 : 1994

**Die Europäische Norm EN 196-1 : 1994 hat den Status einer
Deutschen Norm.**

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 51 "Zement und Baukalk" (Sekretariat: Belgien) ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. war hierfür der Arbeitsausschuß 07:13.00 "Zement" des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

DIN EN 196-1 enthält den nationalen Anhang NA, der die technische Beschreibung des Alternativ-Verdichtungsgerätes "Vibrationstisch" und die Beschreibung des Verdichtungsverfahrens dazu enthält.

Hinsichtlich der Verwendung von Zement gilt die in EN 196-1 zitierte Europäische Vornorm ENV 197-1 in der Bundesrepublik Deutschland nicht. Stattdessen ist die Deutsche Norm DIN 1164-1 : 1994-10 anzuwenden.

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

ISO 409-1	siehe DIN ISO 409-1
ISO 1101	siehe DIN ISO 1101
ISO 1302	siehe DIN ISO 1302
ISO 4200	siehe DIN ISO 4200
ISO 6507-1	siehe DIN 50133

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe März 1990 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Berücksichtigung von Corrigenda, die der Angleichung der drei offiziellen Sprachfassungen der EN 196-1 dienen.

Frühere Ausgaben

DIN 1165: 1939-08
DIN 1166: 1939-10
DIN 1167: 1940x-08, 1959-07
DIN 1164: 1932-04, 1942x-07, 1958-12
DIN 1164-7: 1970-06, 1978-11
DIN EN 196-1: 1990-03

Fortsetzung Seite 2 und 3
und 14 Seiten EN

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nationaler Anhang NA (normativ)

“Alternativ-Verdichtungsgerät”

Vorbemerkung: Aufgrund der Festlegungen des Abschnittes 11.7 der EN 196-1 hat das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) an dem im folgenden beschriebenen Vibrationstisch Prüfungen zur Eignung als Alternativ-Verdichtungsgerät vorgenommen. Der Vibrationstisch erfüllt die Annahmekriterien und ist daher für Anwendung des im Anhang ebenfalls beschriebenen Verdichtungsverfahrens als Alternativ-Verdichtungsgerät geeignet.

NA.1 Zu Abschnitt 4.6 “Schocktisch”

Technische Beschreibung des Alternativ-Verdichtungsgerätes “Vibrationstisch”

Antrieb	Magnetvibrator
Schwingungsart	sinusförmig
Schwingfrequenz konstant	50 Hz
Minimaler Einstellbereich der Schwingbreite (stufenlos einstellbar)	0,4 mm bis 1,0 mm
Maximale schwingende Masse (einschließlich aufgespannter leerer Form)	35 kg
Schwingplatte	einschichtig aus nichtrostendem austenitischen Stahl**) (Mindestdicke 10 mm) oder zweischichtig aus Metall (Mindestdicke 20 mm) mit mindestens 1,0 mm dicker, dauerhaft kraft- und formschlüssig mit der Unterlage verbundener Auflage aus nichtrostendem austenitischen Stahl**).
Mindestmaße der Schwingplatte $B \times T$	400 mm \times 300 mm
Formhalterung	Spannvorrichtung, passend zu Prismenform 40 mm \times 40 mm \times 160 mm mit aufgesetztem Aufsatzkasten
Gewicht des Tisches	\geq 100 kg

Der Vibrationstisch ist mit den an der Unterseite angebrachten Stellschrauben so aufzustellen, daß die Schwingplattenarbeitsfläche von der Horizontalen nicht mehr als 1 mm/m abweicht.

Die Schwingplatte darf nur einachsige, lotrechte Schwingungen ausführen. Die Arbeitsfläche muß eben geschliffen sein.

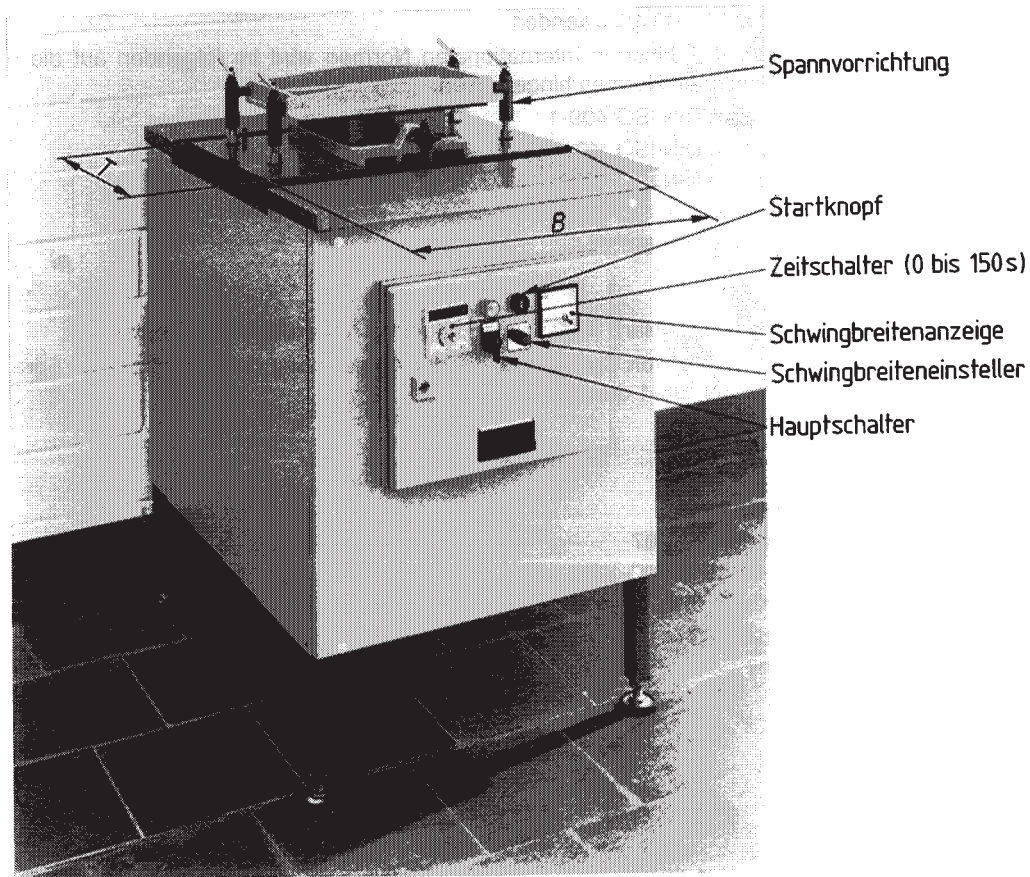


Bild NA.1: Alternativ-Verdichtungsgerät “Vibrationstisch” (Beispiel)

**) Z. B. nach E DIN EN 10088-2, Stahlart X8 CrNiS 18-9 (1.4305)

Die bei eingespannter, leerer Form auf den mittleren Stegen und auf den äußeren Ecken der Form gemessene Schwingbreite (doppelte Amplitude) muß $0,75 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$ betragen.

Die Schwingbreite muß stufenlos zwischen etwa 0,4 mm und 1,0 mm einstellbar sein und angezeigt werden.

Der Tisch muß mit Führungen oder ähnlichem so ausgerüstet sein, daß die Form etwa in der Mitte der Arbeitsfläche gehalten wird.

Die Form mit aufgesetztem Aufsatzkasten muß durch eine Spannvorrichtung fest aufgespannt werden können.

Die Dauer der Vibration muß mit einer Schaltuhr auf $\pm 1 \text{ s}$ genau eingestellt werden können.

NA.2 Zu Abschnitt 7.2 "Verdichten der Prüfkörper"

Beschreibung des Verdichtungsverfahrens mit dem Alternativ-Verdichtungsgerät "Vibrationstisch"

Die Prüfkörper sind unmittelbar nach dem Mischen des Mörtels herzustellen.

Der Mörtel ist mit einem Vibrationstisch nach Abschnitt NA.1.1 zu verdichten.

Die Form ist fest aufzuspannen. Nach Einschalten des Vibrators sind die Fächer der Form innerhalb von höchstens 45 Sekunden mit dem Mörtel in 2 Lagen nach folgendem Zeitablauf zu füllen:

Mit der ersten Lage Mörtel sind die Fächer der Form mit einem Löffel von rechts beginnend innerhalb 15 Sekunden bis ungefähr zur Hälfte zu füllen. Ohne Abschaltung des Vibrators ist dann nach einer Einfüllpause von 15 Sekunden innerhalb der nächsten 15 Sekunden die zweite Lage wiederum von rechts beginnend einzubringen. Die gesamte Mörtelmenge nach 6.1 muß eingefüllt werden. Nach insgesamt 120 Sekunden $\pm 1 \text{ s}$ muß sich der Vibrator automatisch abschalten.

Die Form ist möglichst erschütterungsfrei von dem Vibrationstisch zu heben und der Aufsatzkasten zu entfernen. Der überstehende Mörtel ist unmittelbar danach mit einem geraden Metalllineal (siehe Bild 3) abzustreichen, das dabei fast senkrecht gehalten und langsam in einer horizontalen, sägenden Bewegung (siehe Bild 2) je einmal in jeder Richtung geführt wird. Die Oberfläche der Prüfkörper ist mit dem gleichen Lineal zu glätten, wobei es fast flach gehalten wird.

Die Form ist so zu kennzeichnen, daß beim Entformen eine eindeutige Zuordnung (z.B. Art des Bindemittels und Hersteller) der Prüfkörper möglich ist.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise in nationalen Zusätzen

DIN 1164-1	Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen
E DIN 10088-2	Nichtrostende Stähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Anwendung; Deutsche Fassung prEN 10088-2 : 1993
DIN 50133	Prüfung metallischer Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Bereich 0,2 bis HV 100
DIN ISO 409-1	Metallische Werkstoffe — Härteprüfung, Teil 1: Tabellen zur Bestimmung der Vickershärte bei der Prüfung an ebenen Oberflächen, HV 5 bis HV 100
DIN ISO 1101	Technische Zeichnungen — Form- und Lagetolerierung — Form-, Richtungs-, Orts- und Lauf toleranzen — Allgemeines, Definitionen, Symbole, Zeichnungseintragungen
DIN ISO 1302	Technische Zeichnungen — Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in Zeichnungen
DIN ISO 4200	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre — Übersicht über Maße und längenbezogene Massen
weitere Normen	
DIN 1164-2	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — Teil 2: Überwachung (Güteüberwachung)
DIN 1164-8	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — Teil 8: Bestimmung der Hydratationswärme mit dem Lösungskalorimeter
DIN 1164-31	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement — Teil 31: Bestimmung des Hüttensandanteils von Eisenportland- und Hochofenzement und des Traßanteils von Traßzement

Internationale Patentklassifikation

C 04 B 7/00

G 01 N 33/38

ICS 91.100.10

Ersatz für EN 196-1 : 1987

Deskriptoren: Zement, Mörtel, Zusammensetzung, Prüfung, Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Übereinstimmungsprüfung, Herstellung der Prüfkörper, Prüfgerät, Bescheinigung

Deutsche Fassung

Prüfverfahren für Zement

Teil 1: Bestimmung der Festigkeit

Methods of testing cement — Part 1: Méthodes d'essais des ciments — Partie 1:
Détermination of strength Détermination des résistances mécaniques

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1994-12-12 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	8 Konditionierung der Prüfkörper	11
1 Anwendungsbereich	3	8.1 Handhabung und Lagerung vor dem Entformen .	11
2 Normative Verweisungen	3	8.2 Entformen der Prüfkörper	11
3 Prinzip	3	8.3 Lagerung der Prüfkörper in Wasser	11
4 Laboratorium und Ausrüstung	3	8.4 Alter der Prüfkörper für die Festigkeitsprüfungen	11
4.1 Laboratorium	3	9 Prüfung der Prüfkörper	11
4.2 Allgemeine Anforderungen an die Ausrüstung .	3	9.1 Die Prüfverfahren	11
4.3 Prüfsiebe	3	9.2 Biegezugfestigkeit	12
4.4 Mischer	4	9.3 Druckfestigkeit	12
4.5 Formen	4	10 Güteprüfung für Zement	12
4.6 Schocktisch	6	10.1 Allgemeines	12
4.7 Prüfmaschine für die Biegezugfestigkeit	7	10.2 Begriffsbestimmung des Prüfergebnisses	12
4.8 Prüfmaschine für die Druckfestigkeit	8	10.3 Berechnung des Prüfergebnisses	12
4.9 Einsatz für die Druckfestigkeitsprüfmaschine ...	9	10.4 Darstellung der Ergebnisse	12
5 Bestandteile des Mörtels	9	10.5 Beurteilung der Präzision des Prüfverfahrens .	12
5.1 Sand	9	10.6 Vergleichbarkeit	12
5.2 Zement	10	11 Annahmeprüfung für Normsand und für alternative Ausstattung	12
5.3 Anmachwasser	10	11.1 Allgemeines	12
6 Herstellung des Mörtels	10	11.2 Begriffsbestimmung des Prüfergebnisses	13
6.1 Zusammensetzung des Mörtels	10	11.3 Berechnung des Prüfergebnisses	13
6.2 Herstellungsbedingungen	10	11.4 Präzision des Prüfverfahrens	13
6.3 Mischvorgang	10	11.5 Wiederholbarkeit	13
7 Herstellung der Prüfkörper	10	11.6 CEN-Normsande	13
7.1 Maße der Prüfkörper	10	11.7 Annahmeprüfung für ein Alternativ-Verdichtungsgerät	14
7.2 Verdichten der Prüfkörper	10		

Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 51 "Zement und Baukalk", mit dessen Sekretariat IBN betraut ist, ausgearbeitet.

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

EN 196-1	Bestimmung der Festigkeit
EN 196-2	Chemische Analyse von Zement
EN 196-3	Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit
ENV 196-4	Quantitative Bestimmung der Bestandteile
EN 196-5	Prüfung der Puzzolanität von Puzzolanementen
EN 196-6	Bestimmung der Mahlfeinheit
EN 196-7	Verfahren für die Probenahme und Probenauswahl von Zement
EN 196-21	Bestimmung des Chlorid-, Kohlenstoffdioxid- und Alkalianteils von Zement

Diese Europäische Norm ersetzt EN 196-1 : 1987.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 1995, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 1995 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit von Zementmörtel.

Diese Norm beschreibt das Referenzverfahren; andere Verfahren dürfen nur in genau festgelegten Fällen angewendet werden, wenn sie — wie in Abschnitt 11 beschrieben — die Ergebnisse nicht signifikant beeinflussen. Im Streitfall ist das in dieser Norm beschriebene Referenzverfahren und kein anderes, davon abweichendes Verfahren maßgebend.

Das Verfahren ist für die in ENV 197-1*) definierten Zementarten anwendbar. Es ist möglicherweise für andere Zementarten, z.B. aufgrund ihres Erstarrungsbeginns, nicht anwendbar.

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.

ENV 197-1*)

Zement — Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien — Teil 1: Allgemein gebräuchlicher Zement

ISO 409-1 : 1982

Metallic materials — Hardness test — Tables of Vickers hardness values for use in tests made on flat surfaces — Part 1: HV 5 to HV 100

ISO 565 : 1990

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

ISO 1101 : 1983

Technical drawings — Geometrical tolerancing — Tolerancing of form, orientation, location and run-out — Generalities, definitions, symbols, indications on drawings

ISO 1302 : 1992

Technical drawings — Method of indicating surface texture

ISO 2591-1 : 1988

Test sieving — Part 1: Methods using test sieves of woven wire cloth and perforated metal plate

ISO 3310-1 : 1990

Test sieves — Technical requirements and testing — Part 1: Test sieves of metal wire cloth

ISO 4200 : 1991

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

ISO 6507-1 : 1982

Metallic materials — Hardness test — Vickers test — Part 1: HV 5 to HV 100

3 Prinzip

Das Verfahren umfaßt die Bestimmung der Druckfestigkeit und, falls gewünscht, der Biegezugfestigkeit an prismaförmigen 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 und 3 Teile Normsand bei einem Wasserzementwert von 0,50. Es dürfen Normsande aus verschiedenen Quellen und Ländern für die Festigkeitsprüfung verwendet werden, vorausgesetzt, daß sie nachweislich Zementfestigkeiten erbringen, die nicht signifikant von denen abweichen, die man bei der Verwendung des CEN-Referenzsandes (siehe Abschnitt 11) erhält.

Der Mörtel wird durch maschinelles Mischen gemischt und in der Form mit Hilfe eines genormten Schocktisches verdichtet. Andere Verdichtungsgeräte und -techniken können verwendet werden, vorausgesetzt, daß sie nachweislich Zementfestigkeiten erbringen, die nicht signifikant von denen abweichen, die man bei Verwendung des Norm-Schocktisches erhält (siehe Abschnitt 11).

Die Prüfkörper werden in den Formen 24 Stunden in feuchter Luft und dann die entformten Prüfkörper bis zur Prüfung der Festigkeit in Wasser gelagert.

Zum vorgesehenen Zeitpunkt werden die Prüfkörper aus dem Wasser entnommen und durch Biegebelastung in zwei Hälften gebrochen; jede dieser Prüfkörperhälften wird auf Druckfestigkeit geprüft.

4 Laboratorium und Ausrüstung

4.1 Laboratorium

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

Ein Feuchtluftraum oder ein großer Kasten für die Lagerung der Prüfkörper in der Form muß ständig eine Temperatur von $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ und eine relative Luftfeuchte von mindestens 90% aufweisen.

Die Temperatur des Wassers in den Lagerungsbehältern muß $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ betragen.

Die Temperatur und die relative Luftfeuchte in den Arbeitsräumen und in den Wasserlagerungsbecken sind mindestens einmal täglich während der Arbeitsstunden aufzuzeichnen.

Die Temperatur und die relative Luftfeuchte des Feuchtraums oder -kastens sind mindestens alle vier Stunden aufzuzeichnen. 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 Zeichnungen (Bild 1 bis 3) 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, muß die Ausrüstung ausgedockt werden oder, wenn möglich, berichtigt oder instandgesetzt werden. Die Aufzeichnungen über die Kontrollmessungen sind aufzubewahren.

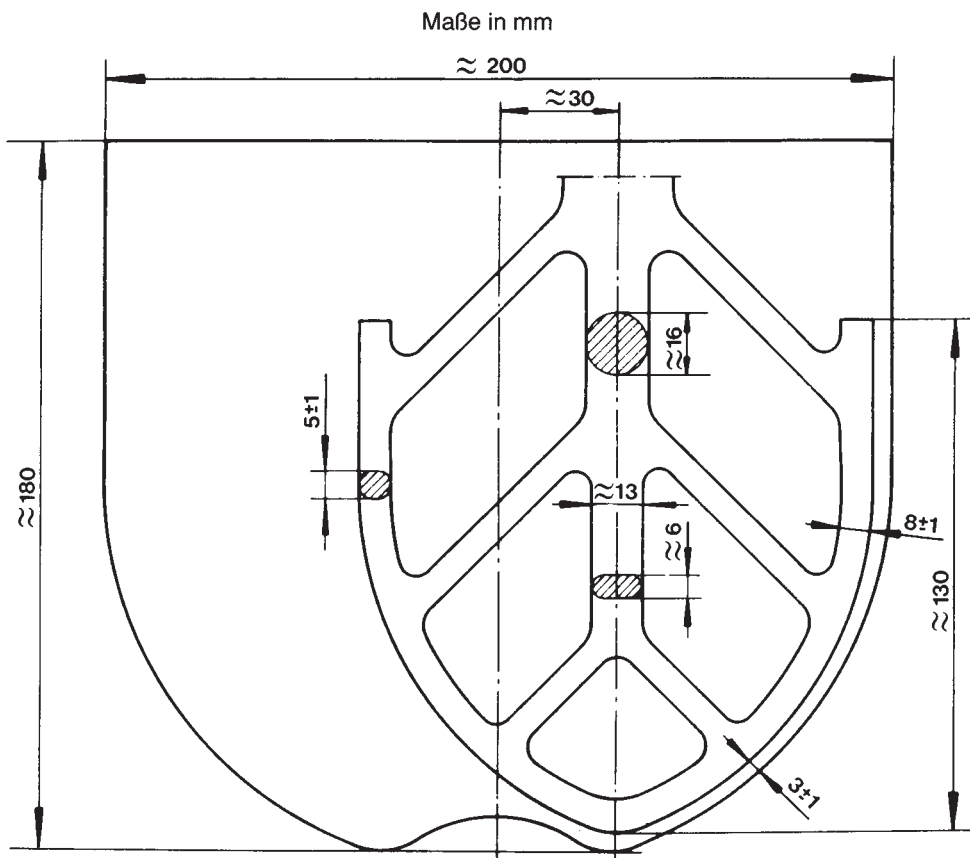
Abnahmeprüfungen von neuer Ausrüstung schließen Masse, Volumen und Maße soweit mit ein, wie diese in der Norm angegeben sind, wobei auf die kritischen Maße, für die die Toleranzen festgelegt sind, besonders zu achten ist.

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

4.3 Prüfsiebe

Die Drahtsiebgewebe, die die Anforderungen nach ISO 2591-1 und ISO 3310-1 erfüllen, müssen die in Tabelle 1 angegebenen Maschenweiten nach ISO 565 haben (Reihe R 20).

*) Nationale Fußnote: Zur Anwendung der Vornorm siehe nationales Vorwort



ANMERKUNG: Der in Bild 1 angegebene Abstand ($3 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$) bezieht sich auf die Stellung, bei der die Schaufel in dem leeren Mischtrug so nah wie möglich an die Trogwand gebracht wurde. Einfache Lehren zur Bestimmung des Abstandes (Fühlerlehren) sind zweckmäßig, wo direkte Messungen schwierig sind.

Bild 1: Trog und Schaufel

Tabelle 1: Maschenweiten der Prüfsiebe

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

drehend von einem Elektromotor mit festgelegter Geschwindigkeit in einer Planetenbewegung rund um die Trogachse bewegt wird. Die beiden Drehrichtungen müssen gegenläufig sein, und das Verhältnis zwischen den beiden Drehzahlen darf nicht ganzzahlig sein.

Wenn mehr als ein Mischer benutzt wird, müssen die Schaufeln und die Tröge Einheiten bilden, die stets zusammen benutzt werden.

Das in Bild 1 eingetragene Maß für den Spalt zwischen Schaufel und Trog ist jeden Monat zu überprüfen.

Der Mischer muß mit den in Tabelle 2 angegebenen Drehzahlen arbeiten.

Tabelle 2: Drehzahlen der Schaufel

	Rotation min^{-1}	Planetenbewegung min^{-1}
Niedrigere Geschwindigkeit	140 ± 5	62 ± 5
Hohe Geschwindigkeit	285 ± 10	125 ± 10

4.4 Mischer

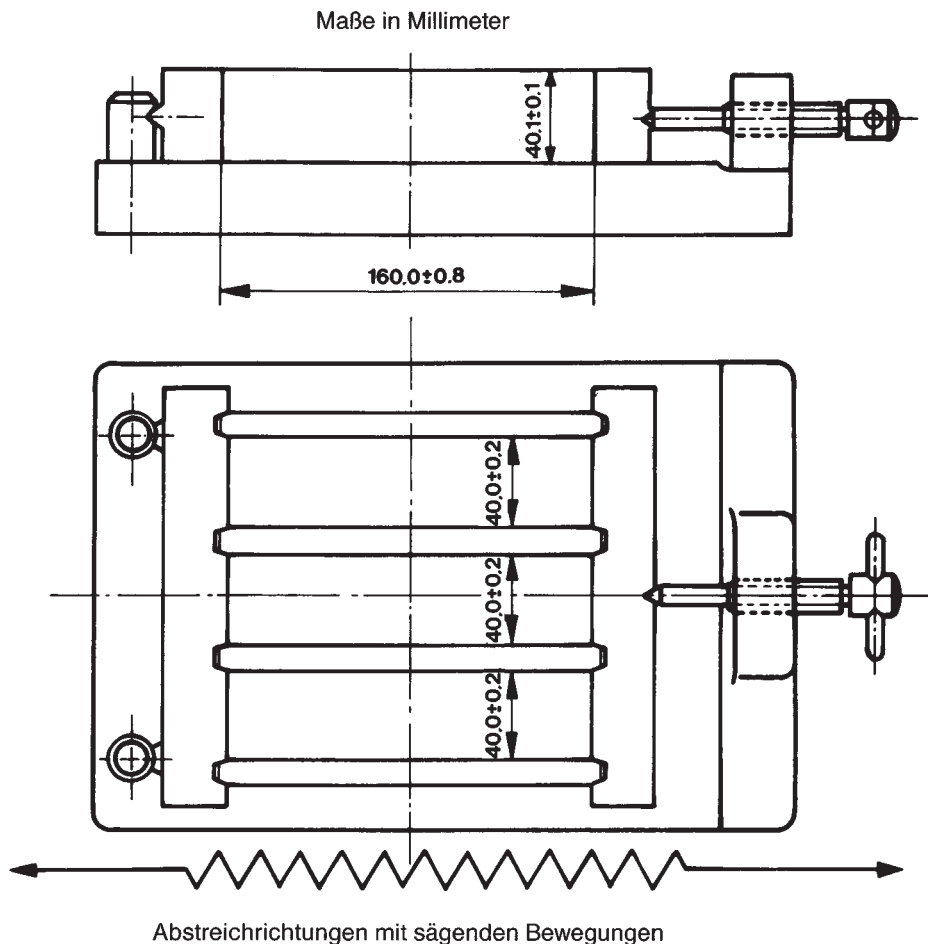
Der Mischer hat im wesentlichen zu bestehen aus

a) einem Trog aus nichtrostendem Stahl mit einem Fassungsvermögen von etwa 5 l und der üblichen Form und den Maßen, wie sie im Bild 1 gezeigt sind. Er muß mit Vorrichtungen versehen sein, mit denen er starr während des Mischens am Mischergestell befestigt werden kann und durch welche die Höhe des Trogs in bezug auf die Schaufel und, in gewissem Umfang auch der Abstand zwischen der Schaufel und der Trogwand, fein eingestellt und fixiert werden können;

b) einer Schaufel aus nichtrostendem Stahl und der ungefähren Form, den Maßen und Toleranzen wie in Bild 1 dargestellt, die sich um ihre eigene Achse

4.5 Formen

Die Form muß aus drei waagerechten Fächern bestehen, damit gleichzeitig drei prismenförmige Prüfkörper mit einem Querschnitt von $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ und einer Länge von 160 mm hergestellt werden können.



ANMERKUNG: 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.

Bild 2: Beispiel für eine Form

Eine typische Ausführung wird im Bild 2 gezeigt.

Die Form muß mit Wänden von mindestens 10 mm Dicke muß aus Stahl gefertigt sein. Die Oberfläche jeder Innenseite muß eine Vickershärte von mindestens 200 HV aufweisen (siehe ISO 409-1 und ISO 6507-1).

ANMERKUNG: Eine Vickershärte von mindestens 400 HV wird empfohlen.

Die Form muß derartig gefertigt sein, daß die Prüfkörper ohne Beschädigung leicht entschalt werden können. Jede Form muß mit einer maschinell bearbeiteten stählernen oder gußeisernen Grundplatte ausgerüstet sein. Die Teile der Form müssen nach dem Zusammenbau genau und starr zusammengehalten und auf der Grundplatte befestigt sein. Der Zusammenbau muß derartig sein, daß keine Verformungen oder 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.

In jedes Einzelteil der Form muß ein Kennzeichen gestanzt werden, um so den Zusammenbau zu erleichtern und die Einhaltung der angegebenen Toleranzen sicherzustellen. Gleichartige Einzelteile verschiedener Formen dürfen nicht untereinander ausgewechselt werden.

Die zusammengesetzte Form muß folgenden Anforderungen entsprechen:

- a) Die Innenmaße und Toleranzen jedes Formfaches müssen, gegründet auf vier symmetrisch angesetzten Messungen, wie folgt sein:

Länge: $(160,0 \pm 0,8)$ mm

Breite: $(40,0 \pm 0,2)$ mm

Höhe: $(40,1 \pm 0,1)$ mm

- b) Die Toleranz für die Ebenheit (siehe ISO 1101, 14.2) muß über die ganze Länge jeder inneren Seitenfläche 0,03 mm betragen.

- c) Die zulässige lotrechte Abweichung (siehe ISO 1101, 14.8) darf für jede Innenfläche gegenüber der Bodenfläche und der angrenzenden Innenfläche als Bezugsfläche höchstens 0,2 mm betragen.

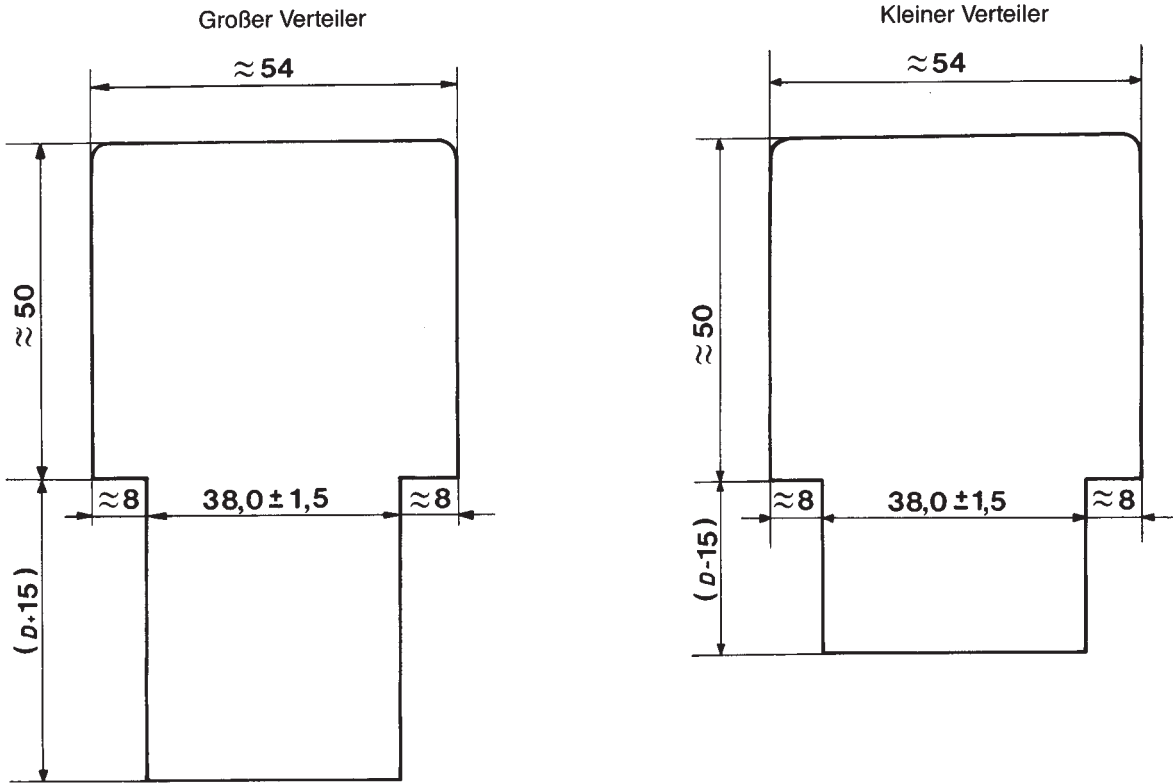
- d) Die Oberflächenrauigkeit (siehe ISO 1302) jeder Innenseite darf nicht rauher sein als N 8.

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 entsprechen.

Wenn die gereinigte Form zum Gebrauch zusammengesetzt wird, ist ein geeignetes Dichtungsmittel zu verwenden, um die äußeren Fugen abzudichten. Auf die inneren Flächen der Form ist ein dünner Film von Schalöl aufzutragen.

Um das Füllen der Form zu erleichtern, ist ein dichtsitzender Metallkasten 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.

Maße in mm



D : Höhe des Aufsatzkastens

Abstreichlineal (ungefähre Maße)

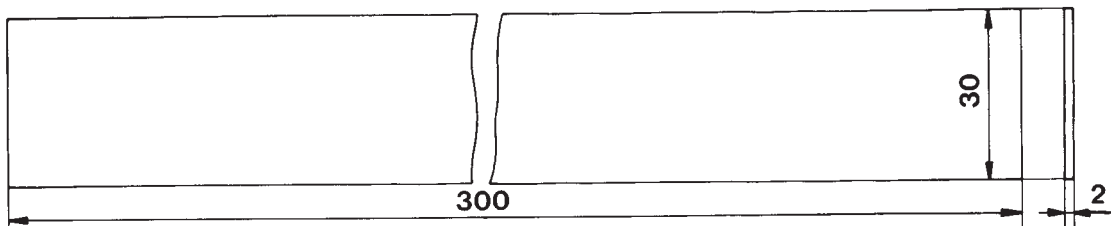


Bild 3: Beispiele für die Verteiler und das Abstreichlineal

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

4.6 Schocktisch

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

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem rechteckigen Tisch, der durch zwei leichte Arme starr mit einer 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 waagrecht 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.

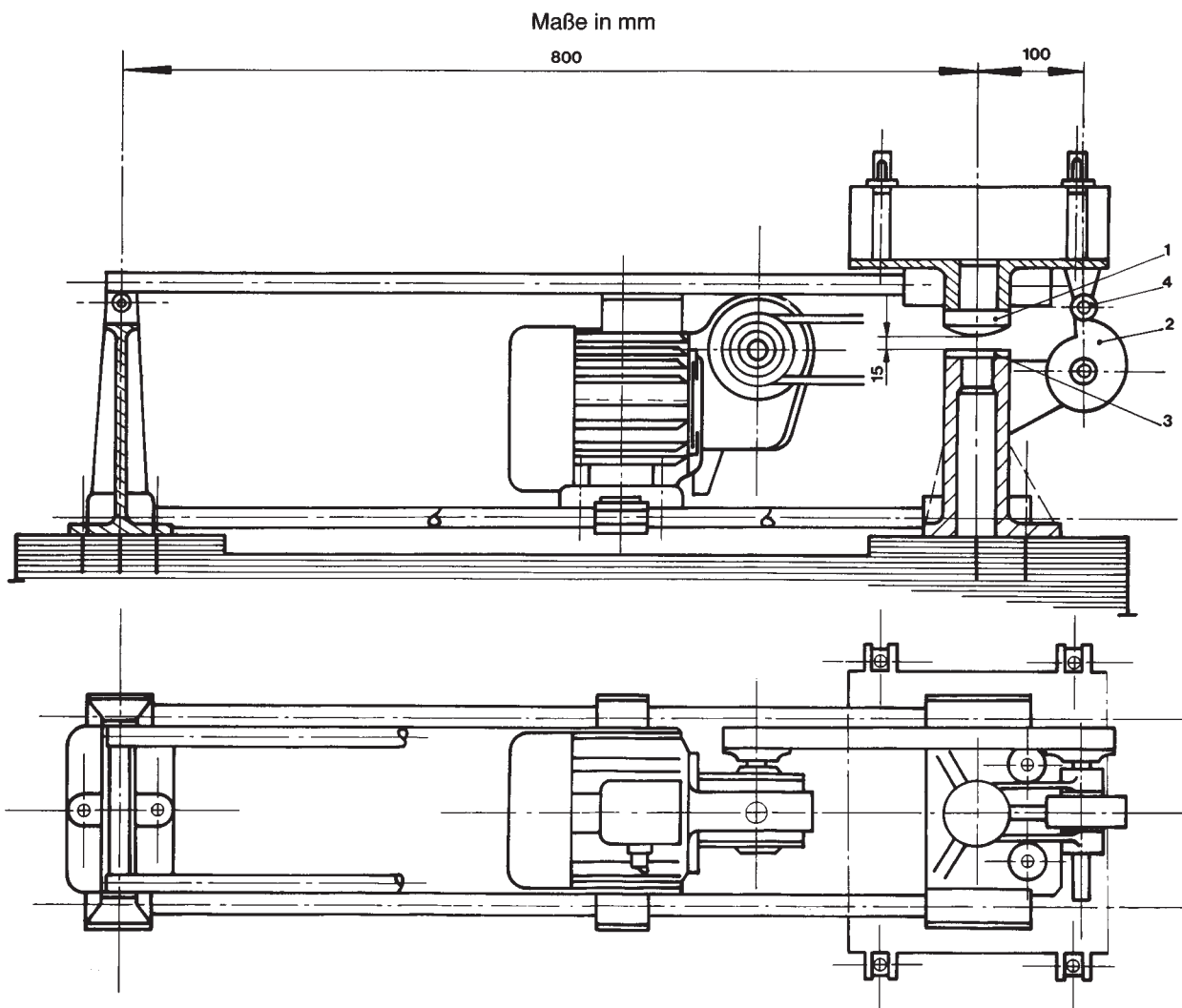
Die gesamte Masse des Tisches einschließlich der Arme, leerer Form, Aufsatzkasten und Klammern muß $(20 \pm 0,5)$ kg betragen.

Die Arme, die den Tischteil mit der Achse verbinden, müssen steif 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 (siehe ISO 409-1) 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 kugellagerte Welle so konstruiert sein, daß die Bedingung des freien Falls von $(15,0 \pm 0,3)$ mm stets eingehalten wird.



1 Ansatz 2 Nocken 3 Anschlag 4 Nockenstößel

ANMERKUNG: 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.

Bild 4: Beispiel für einen Schocktisch

Der Nockenstößel muß so konstruiert sein, daß er die geringstmögliche Abnutzung des Nockens gewährleistet. 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 Kontrollmechanismus und ein Zähler, die dafür sorgen, daß eine Schockserie genau 60 Schocks beträgt, sind anzubringen.

Die Lage der Form auf dem Tisch muß so sein, daß die Längsachse der Fächer parallel mit der Richtung der Arme und senkrecht zur Drehachse der Nockenwelle ist. 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 muß auf einem etwa 600 kg schweren bzw. etwa $0,25 \text{ m}^3$ großen Betonblock starr befestigt werden, dessen Maße so sind, 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, mögliche die Verdichtung beeinflussende Vibrationen von außen abzuschirmen.

Die Grundplatten des Schocktisches sind mit Hilfe von Ankerschrauben waagrecht auf dem Betonblock zu befestigen; eine dünne Mörtelschicht zwischen den Grundplatten und dem Betonblock hat einen vollständigen und vibrationsfreien Verbund sicherzustellen.

4.7 Prüfmaschine für die Biegezugfestigkeit

Die Prüfmaschine für die Bestimmung der Biegezugfestigkeit muß Lasten bis zu 10 kN mit einer Fehlergrenze von $\pm 1\%$ der aufgebrachten Last in den oberen $\frac{1}{5}$ ihres Prüfbereichs und über eine Laststeigerung von $(50 \pm 10) \text{ N/s}$ verfügen. Die Prüfmaschine muß mit einer Biegevorrichtung versehen sein, bestehend aus zwei Auflagern aus Stahlrollen von $(10,0 \pm 0,5) \text{ mm}$ Durchmesser im Abstand von $(100,0 \pm 0,5) \text{ mm}$ voneinander und einer dritten belastenden Stahlrolle desselben Durchmessers in der Mitte zwischen den beiden anderen. Die Länge "a" dieser Rollen muß zwischen 45 mm bis 50 mm liegen. Die Belastungsanordnung ist im Bild 5 dargestellt.

Die drei Vertikalebene durch die Achsen der drei Stahlrollen müssen parallel sein und während des Versuchs

Maße in Millimeter

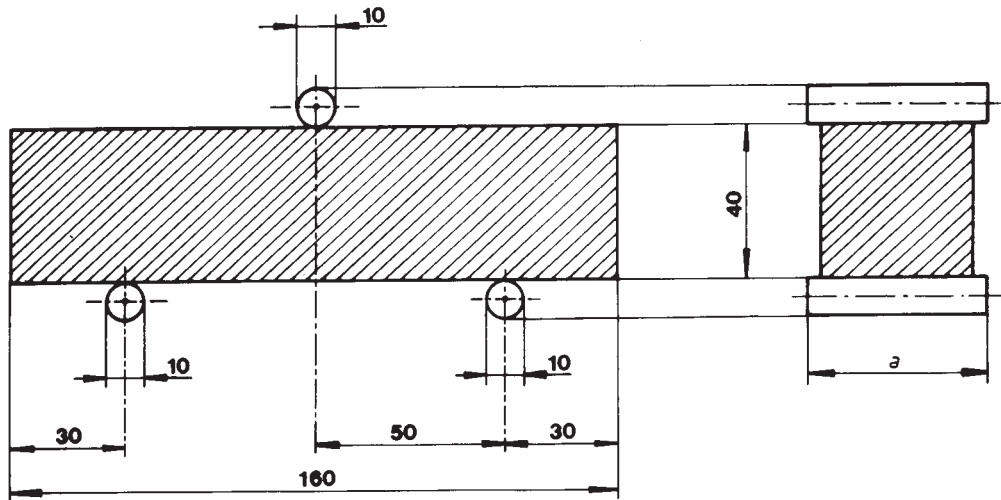


Bild 5: Belastungsanordnung zur Bestimmung der Biegefestigkeit

parallel, gleich weit entfernt und senkrecht zur Längsachse des eingespannten Prüfkörpers bleiben. Eines der Auflager und die Lastschneide müssen ein wenig schwenkbar sein, so daß die Last gleichmäßig auf die Breite des Prüfkörpers verteilt werden kann, ohne ihn Torsionsspannungen auszusetzen.

ANMERKUNG: Die Bestimmung der Biegezugfestigkeit darf in einer Druckprüfmaschine ausgeführt werden. In diesem Fall ist eine Einrichtung zu benutzen, die den Anforderungen dieses Abschnitts entspricht.

4.8 Prüfmaschine für die Druckfestigkeit

Die Prüfmaschine für die Ermittlung der Druckfestigkeit muß einen geeigneten Lastbereich für die Prüfung haben (siehe Anmerkung 1); sie muß eine Fehlergrenze von $\pm 1,0\%$ der aufgebrachten Last in den oberen $\frac{4}{5}$ ihres Prüfbereichs haben und über eine Laststeigerung von $(2\,400 \pm 200)$ N/s verfügen. Sie muß über eine Anzeigevorrichtung verfügen, bei der der beim Bruch des Prüfkörpers angezeigte Wert auch nach der Entlastung der Prüfmaschine angezeigt bleibt. Das kann durch Schleppeizer bei Manometeranzeige oder Speicherung bei digitaler Anzeige geschehen. Prüfmaschinen mit Handbedienung müssen mit einem Schrittmacher zur Kontrolle 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 kugelförmigen 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 gehärtetem Stahl mit einer Vickershärte von mindestens 600 HV (siehe ISO 409-1) oder vorzugsweise aus Wolframcarbid 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 ISO 1101, 14.2, muß über die ganze Kontaktfläche mit dem Prüfkörper 0,01 mm betragen. Die Rauigkeit nach ISO 1302 darf nicht glatter als N 3 und nicht rauher als N 6 sein.

Alternativ dazu können zwei Hilfsplatten aus gehärtetem Stahl oder vorzugsweise aus Wolframcarbid mit 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.

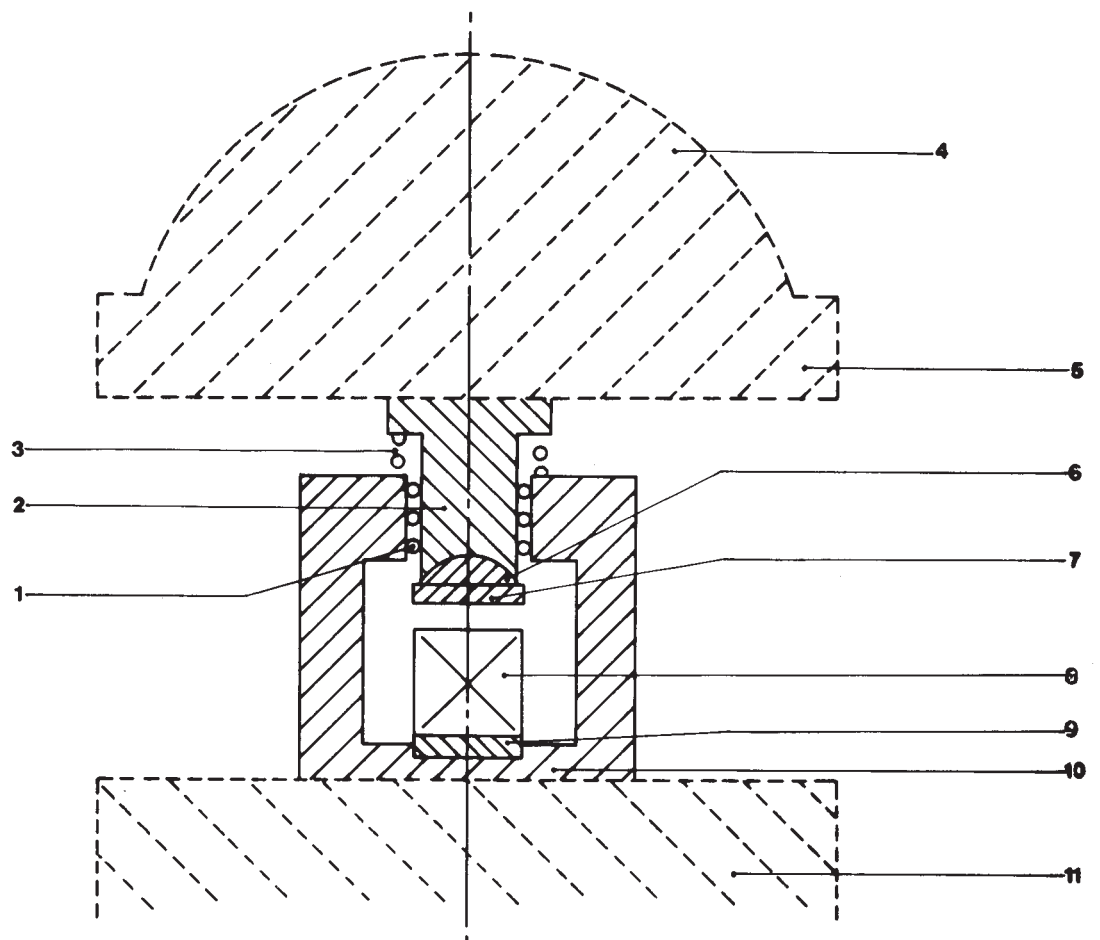
Sofern die Prüfmaschine nicht mit einer kugelförmigen Lagerung ausgerüstet ist, oder wenn die kugelförmige Lagerung blockiert ist oder wenn ihr Durchmesser größer als 120 mm ist, muß ein Prüfeinsatz nach 4.9 verwendet werden.

ANMERKUNG 1: Die Prüfmaschine darf mit zwei oder mehr Lastbereichen ausgerüstet sein. Die Höchstlast des niedrigeren Lastbereiches sollte ungefähr $\frac{1}{5}$ der Höchstlast des nächsthöheren Lastbereiches sein.

ANMERKUNG 2: Es wird als zweckmäßig angesehen, die Prüfmaschine mit einer automatischen Regelung der Laststeigerung und einem Gerät für die Registrierung der Ergebnisse auszurüsten.

ANMERKUNG 3: Die kugelförmige Lagerung der Prüfmaschine darf zur Erleichterung des Anlegens an den Prüfkörper geschmiert werden, jedoch nur so weit, daß sie sich unter Last während der Prüfung nicht bewegen kann. Schmiermittel, die unter hohem Druck wirksam sind, sind nicht geeignet.

ANMERKUNG 4: Die Bezeichnungen "vertikal", "unten", "oben" beziehen sich auf herkömmliche Prüfmaschinen. Zugelassen sind aber auch Maschinen, deren Achse nicht vertikal ist, sofern sie die Bedingungen eines Annahmeverfahrens entsprechend 11.7 und die anderen Anforderungen nach 4.8 erfüllen.



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

Bild 6: Beispiel für den Einsatz für die Druckfestigkeitsprüfung

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, die in die untere Druckplatte der Prüfmaschine eingelassen sein kann. Die obere Druckplatte erhält die Last von der oberen Druckplatte der Prüfmaschine über eine dazwischenliegende 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 saubergehalten 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.

ANMERKUNG 1: Die kugelige Lagerung des Prüfeinsatzes darf geschmiert werden, jedoch nur so weit, daß sie sich unter Last während der Prüfung

nicht bewegen kann. Schmiermittel, die unter hohem Druck wirksam sind, sind nicht geeignet.

ANMERKUNG 2: Es ist wünschenswert, daß die Druckvorrichtung nach dem Zerdrücken des Prüfkörpers automatisch in die Ausgangsstellung zurückkehrt.

5 Bestandteile des Mörtels

5.1 Sand

5.1.1 Allgemeines

Um die Festigkeiten von Zement nach dieser Norm zu bestimmen, sind CEN-Normsande, die in verschiedenen Ländern hergestellt werden, zu verwenden. "CEN-Normsand, EN 196-1" muß mit den in 5.1.3 angeführten Anforderungen übereinstimmen. Die Übereinstimmung ist in dem Zuständigkeitsbereich der nationalen Normungsorganisation, in dem der "CEN-Normsand, EN 196-1" hergestellt wurde, durch die nationale Normungsorganisation zu bescheinigen.

Die nationale Normungsorganisation muß während der späteren Herstellung des "CEN-Normsandes, EN 196-1"

sicherstellen, daß seine Herstellung laufend in Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm überwacht wird. Im Hinblick auf die Schwierigkeiten, einen CEN-Normsand vollständig und eindeutig zu spezifizieren, ist es erforderlich, den Sand während der Zulassungs- und der Überwachungsprüfungen gegenüber dem CEN-Referenzsand zu normen. "CEN-Referenzsand, EN 196-1" ist in 5.1.2¹⁾ beschrieben.

5.1.2 CEN-Referenzsand

Der CEN-Referenzsand muß ein natürlicher Quarzsand mit gerundeten Körnern und einem Massenanteil an Siliciumdioxid von mindestens 98 % sein.

Seine Korngrößenverteilung liegt innerhalb der in der Tabelle 3 festgelegten Grenzwerte.

Die Prüfung der Korngrößenverteilung hat an einer repräsentativen Probe zu erfolgen. Die Siebung ist solange fortzusetzen, bis die Menge des Sandes, die durch jedes Sieb fällt, weniger als 0,5 g/min beträgt.

Der Feuchtigkeitsgehalt, ausgedrückt als Massenanteil (in Prozent) der getrockneten Probe muß geringer als 0,2 % sein. Er ist durch den Massenverlust einer repräsentativen Probe des Sandes nach Trocknung während zwei Stunden bei 105 °C bis 110 °C zu bestimmen.

Tabelle 3: Korngrößenverteilung des CEN-Referenzsand

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

5.1.3 CEN-Normsand

CEN-Normsand muß hinsichtlich Korngrößenverteilung und Feuchtigkeitsgehalt den in 5.1.2 festgelegten Anforderungen entsprechen. Während der Herstellung sind diese Bestimmungen mindestens einmal täglich durchzuführen. Diese Anforderungen sind nicht ausreichend, um sicherzustellen, daß der Normsand dem Referenzsand gleichwertig ist. Diese Gleichwertigkeit wird durch ein Zulassungsprüfprogramm, das einen Vergleich des Normsand mit dem Referenzsand einschließt, sichergestellt. Dieses Programm und die zugehörige Auswertung ist in 11.6 beschrieben.

Der CEN-Normsand kann in getrennten Fraktionen oder vorgemischt in Kunststoff-Portionsbeuteln mit (1 350 ± 5) g Inhalt geliefert werden; das Material, das für die Portionsbeutel verwendet wird, darf keinen Einfluß auf die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung haben.

5.2 Zement

Liegen zwischen Probenahme und Prüfung mehr als 24 Stunden, 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.

5.3 Anmachwasser

Für die Referenzprüfung ist destilliertes Wasser zu verwenden. Für andere Prüfungen darf Trinkwasser verwendet werden.

6 Herstellung des Mörtels

6.1 Zusammensetzung des Mörtels

Die Massenteile müssen ein Teil Zement (5.2), drei Teile des 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 ± 5) g Sand und (225 ± 1) g Wasser.

6.2 Herstellungsbedingungen

Der Zement, der Sand, das Wasser und das Gerät müssen die Labortemperatur haben (4.1). Die Wägungen sind mit einer Waage, die eine Genauigkeit von ± 1 g aufweist, durchzuführen.

ANMERKUNG: Wenn Wasser mit automatischen 225-ml-Pipetten zugegeben wird, müssen diese eine Genauigkeit von ± 1 ml aufweisen.

6.3 Mischvorgang

Jede Mischung muß maschinell mit dem in 4.4 beschriebenen Mischer hergestellt werden. Bei betriebsbereitem Mischer ist

- das Wasser in den Trog zu schütten und der Zement zuzugeben;
- unmittelbar danach der Mischer bei langsamer Geschwindigkeit (siehe Tabelle 2) zu starten; nach 30 Sekunden²⁾ ist der Sand gleichmäßig während der nächsten 30 Sekunden hinzuzufügen. Wenn Sand in getrennten Fraktionen verwendet wird, sind die erforderlichen Mengen jeder Fraktion, beginnend mit der größten, einzeln zuzugeben. Danach ist der Mischer auf die höhere Geschwindigkeit zu stellen (siehe Tabelle 2) und das Mischen während weiterer 30 Sekunden fortzusetzen;
- der Mischer danach für 1 Minute und 30 Sekunden anzuhalten. Während der ersten 15 Sekunden ist aller Mörtel, der an der Wand und am unteren Teil des Troges klebt, mit einem Gummischrapper zu entfernen und in die Mitte des Troges zu geben;
- das Mischen während 60 Sekunden bei der höheren Mischgeschwindigkeit fortzusetzen.

Der Zeitplan für die verschiedenen Mischabschnitte muß auf ± 1 Sekunde eingehalten werden.

7 Herstellung der Prüfkörper

7.1 Maße der Prüfkörper

Als Prüfkörper sind Prismen von 40 mm × 40 mm × 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 dem

¹⁾ Auskunft über Bezugsquellen dieses Referenzsand gibt das DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafstraße 6, D-10787 Berlin.

²⁾ Automatische Geräte können zur Steuerung dieser Arbeitsgänge und zur Einhaltung des Zeitplans verwendet werden.

Trog die erste von 2 Mörtellagen (jede etwa 300 g) in jede Abteilung der Form zu geben. Der Mörtel ist gleichmäßig unter Benutzung des größeren Verteilers (siehe Bild 3) zu verteilen, der senkrecht gehalten — wobei seine Schultern mit dem oberen Rand des Aufsatzkastens Berührung haben — in jedem Abteil der Form je einmal vorwärts und rückwärts zu führen ist. Danach ist die erste Mörtellage mit 60 Stößen zu verdichten. Dann ist die zweite Mörtellage einzufüllen und mit dem kleinen Verteiler (siehe Bild 3) zu verteilen und mit weiteren 60 Stößen zu verdichten.

Die Form ist vorsichtig von dem Schockstisch zu heben und der Aufsatzkasten zu entfernen. Der überstehende Mörtel ist unmittelbar danach mit einem geraden Metalllineal (siehe Bild 3) abzustreichen, das dabei fast senkrecht gehalten und langsam in einer horizontalen, sägenden Bewegung (siehe Bild 2) je einmal in jeder Richtung geführt wird. Die Oberfläche der Prüfkörper ist mit dem gleichen Lineal zu glätten, wobei es fast flach gehalten wird.

Die Formen sind mit Etiketten oder einer Beschriftung zu kennzeichnen, um die Lage der Prüfkörper gegenüber dem Schockstisch festzuhalten.

8 Konditionierung der Prüfkörper

8.1 Handhabung und Lagerung vor dem Entformen

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

Es ist eine ebene Glasplatte von 6 mm Dicke und 210 mm × 185 mm Größe auf die Form zu legen. Es kann auch eine Platte aus Stahl oder anderem undurchlässigem Material von gleichen Maßen benutzt werden.

ANMERKUNG: Im Interesse der Sicherheit sind Glasplatten mit abgeschliffenen Kanten zu benutzen.

Jede bedeckte Form ist geeignet gekennzeichnet unverzüglich in einem Feuchtluftraum oder in einem 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 wird zu passender Zeit zum Entformen aus der Lagerung entnommen.

8.2 Entformen der Prüfkörper

Das Entformen ist mit aller gebotenen Vorsicht vorzunehmen³⁾.

Die Prüfkörper für die Prüfung nach 24 Stunden dürfen erst 20 Minuten vor der Prüfung entformt werden³⁾.

Für Prüfungen in einem Alter von mehr als 24 Stunden ist 20 bis 24 Stunden nach der Herstellung zu entformen⁴⁾.

ANMERKUNG: Das Entformen darf 24 Stunden verzögert werden, wenn der Mörtel nach 24 Stunden noch keine ausreichende Festigkeit für die Handhabung ohne Beschädigungsgefahr erreicht hat. Verzögertes Entformen ist im Prüfbericht zu vermerken.

Die Prüfkörper, die für die Prüfung nach 24 Stunden (oder nach 48 Stunden, 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.

8.3 Lagerung der Prüfkörper in Wasser

Die gekennzeichneten Prüfkörper sind ohne Verzögerung in geeigneter Weise entweder waagrecht oder senkrecht in Wasser von $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ in geeigneten Behältern zu lagern (siehe 4.1). Bei waagrecht Lagerung sind die bei der Herstellung senkrecht stehenden Flächen auch senkrecht zu lagern, und die abgestrichenen Flächen müssen oben liegen.

Die Prüfkörper sind auf nicht korrodierende Roste zu legen, und zwar so weit voneinander, daß das Wasser zu allen sechs Seiten der Prüfkörper freien Zutritt hat. Während der Lagerung dürfen die Abstände zwischen den Prüfkörpern und der Tiefe des Wassers über den Prüfkörpern niemals weniger als 5 mm betragen.

ANMERKUNG: Holzroste sind nicht geeignet.

In jedem Behälter sind nur Prüfkörper, die mit Zement gleichartiger chemischer Zusammensetzungen hergestellt wurden, zu lagern.

Für die erste Füllung der Behälter und zum Nachfüllen zur Einhaltung der erforderlichen einheitlichen Wasserhöhe ist Leitungswasser zu benutzen. Die vollständige Erneuerung des Wassers während der Lagerung der Prüfkörper ist nicht zulässig.

Die zu irgendeiner Altersstufe zur Prüfung benötigten Prüfkörper (außer denjenigen nach 24 Stunden oder 48 Stunden bei verzögerter Entformung) dürfen frühestens 15 Minuten vor der Durchführung der Prüfung dem Wasser entnommen werden. Jede Ablagerung auf den zu prüfenden Flächen ist zu entfernen. Die Prüfkörper sind bis zur Prüfung mit einem feuchten Tuch zu bedecken.

8.4 Alter der Prüfkörper für die Festigkeitsprüfungen

Das Alter der Prüfkörper ist vom Zeitpunkt des Mischens von Zement und Wasser bei Beginn der Prüfung an zu rechnen.

Festigkeitsprüfungen in den verschiedenen Altersstufen sind innerhalb folgender Zeitgrenzen durchzuführen:

24 Stunden	± 15 Minuten
48 Stunden	± 30 Minuten
72 Stunden	± 45 Minuten
7 Tage	± 2 Stunden
≥ 28 Tage	± 8 Stunden

9 Prüfung der Prüfkörper

9.1 Die Prüfverfahren

Zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit ist das Verfahren der mittigen Belastung mit Hilfe des in 4.7 beschriebenen Geräts anzuwenden.

Die Teile der bei der Biegezugprüfung gebrochenen Prismen sind auf den Seitenflächen auf einer Fläche von 40 mm × 40 mm auf Druckfestigkeit zu prüfen.

Sofern die Biegezugfestigkeit nicht verlangt wird, kann diese Prüfung entfallen, aber die Druckfestigkeitsprüfung ist an den zwei Hälften des Prismas durchzuführen, das durch ein geeignetes Verfahren gebrochen wurde, das die Prismenhälften keinen schädlichen Spannungen aussetzt.

³⁾ Plastik- oder Gummihämmer oder auch besondere Einrichtungen können zum Entformen verwendet werden.

⁴⁾ Zur Kontrolle der Misch- und Verdichtungsvorgänge und des Luftgehalts des Mörtels wird empfohlen, die Prüfkörper aus jeder Form zu wiegen.

9.2 Biegezugfestigkeit

Das Prisma ist in die Prüfmaschine (4.7) mit einer der Seitenflächen so auf die Stützrollen zu legen, daß seine Längsachse senkrecht zu den Stützrollen ist. Die Last ist mit Hilfe der Belastungsrolle senkrecht auf die gegenüberliegende Seitenfläche des Prismas aufzubringen und gleichmäßig mit einer Laststeigerung von (50 ± 10) N/s bis zum Bruch zu erhöhen.

Die Prismenhälften sind bis zur Prüfung auf Druckfestigkeit feucht zu halten.

Die Biegezugfestigkeit R_f wird berechnet nach

$$R_f = \frac{1,5 \times F_f \times l}{b^3} \quad (1)$$

Dabei ist:

- R_f die Biegezugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter;
- b die Seitenlänge des Querschnitts des Prismas, in Millimeter;
- F_f die auf die Mitte des Prismas aufgebrachte Bruchlast, in Newton;
- l der Abstand zwischen den Auflagern, in Millimeter.

9.3 Druckfestigkeit

Die Prismenhälften sind auf den Seitenflächen mit Hilfe der in 4.8 und 4.9 beschriebenen Prüfmaschinen auf Druckfestigkeit zu prüfen.

Die Prismenhälften sind seitlich innerhalb $\pm 0,5$ mm auf den Prüfplatten der Prüfmaschine auszurichten und in Längsrichtung so, daß die Endfläche des Prismas ungefähr 10 mm über die Platten bzw. die Hilfsplatten hinausragt.

Die Last ist während der gesamten Belastungsdauer gleichmäßig mit einer Laststeigerung von $(2\,400 \pm 200)$ N/s bis zum Bruch zu erhöhen.

Wenn die Laststeigerung von Hand reguliert wird, muß eine Anpassung der Laststeigerung bei Annäherung an die Höchstlast erfolgen.

Die Druckfestigkeit R_c ergibt sich nach der Gleichung

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (2)$$

Dabei ist:

- R_c die Druckfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter;
- F_c die Höchstlast im Bruchzustand, in Newton;
- 1600 (= 40 mm \times 40 mm) die Fläche der Platten bzw. Hilfsplatten, in Quadratmillimeter.

10 Güteprüfung für Zement

10.1 Allgemeines

Das Verfahren der Druckfestigkeitsbestimmung hat zwei hauptsächliche Anwendungen, nämlich die Güteprüfung und die Annahmeprüfung.

Dieser Abschnitt beschreibt die Güteprüfung, mit deren Hilfe ein Zement dahingehend beurteilt wird, ob er den Anforderungen an die Druckfestigkeit entspricht.

Die Annahmeprüfung wird in Abschnitt 11 behandelt.

10.2 Begriffsbestimmung des Prüfergebnisses

Das Prüfergebnis ist als das arithmetische Mittel von sechs Druckfestigkeitswerten anzugeben, die an einem Satz von drei Prismen ermittelt worden sind.

Wenn ein Einzelwert aus den sechs Bestimmungen mehr als $\pm 10\%$ vom Mittelwert aus den sechs Einzelwerten abweicht, ist dieser Einzelwert zu verwerfen und der Mittelwert aus den verbleibenden fünf Einzelwerten zu bestimmen. Wenn ein weiterer Einzelwert aus diesen fünf Bestimmungen mehr als $\pm 10\%$ von deren Mittelwert abweicht, ist das gesamte Prüfergebnis zu verwerfen.

10.3 Berechnung des Prüfergebnisses

Aus den einzelnen an Prismenhälften ermittelten und jeweils auf $0,1$ N/mm² angegebenen Festigkeiten ist der Mittelwert in Übereinstimmung mit 10.2 zu berechnen und auf $0,1$ N/mm² anzugeben.

10.4 Darstellung der Ergebnisse

Alle Einzelwerte sind anzugeben. Ferner ist der berechnete Mittelwert anzugeben und ob ein Einzelwert in Übereinstimmung mit 10.2 verworfen wurde.

10.5 Beurteilung der Präzision des Prüfverfahrens

Die Präzision des Prüfverfahrens wird anhand seiner Wiederholbarkeit (siehe 11.5) und Vergleichbarkeit (siehe 10.6) beurteilt.

Die Präzision des Prüfverfahrens für die Güteprüfung wird anhand seiner Vergleichbarkeit beurteilt.

Die Präzision des Prüfverfahrens für die Annahmeprüfung und für Zwecke der Produktionsüberwachung wird anhand seiner Wiederholbarkeit beurteilt.

10.6 Vergleichbarkeit

Die Vergleichbarkeit des Verfahrens zur Druckfestigkeitsbestimmung gibt den zahlenmäßigen Fehler, der mit den Prüfergebnissen verbunden ist, die an namentlich gleichartigen Zementproben durch verschiedene Laboranten erhalten werden, die in verschiedenen Laboratorien zu verschiedenen Zeiten unter Verwendung von Normsand verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Gerätevarianten arbeiten.

Für die 28-Tage-Druckfestigkeit kann die Vergleichbarkeit zwischen sachkundigen Laboratorien, ausgedrückt als Variationskoeffizient, unter diesen Bedingungen mit weniger als 6% erwartet werden.

Das hat zur Folge, daß die Differenz zwischen zwei entsprechenden Prüfungsergebnissen aus verschiedenen Laboratorien mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% mit weniger als 15% erwartet werden kann.

11 Annahmeprüfung für Normsand und für alternative Ausstattung

11.1 Allgemeines

Nach Abschnitt 3 kann sich die Prüfung von Zement nach dieser Norm nicht auf die Verwendung eines einzigen, überall verfügbaren Sandes stützen; daher ist es notwendig, daß mehrere Prüfsande, die als CEN-Normsande ausgewiesen sind, zur Verfügung stehen.

Ähnlich, jedoch aus einem anderen Grund, verlangt die Norm vom Prüflaboratorium nicht, eine bestimmte Art von Verdichtungsgerät zu verwenden. Der Hinweis auf "alternative Materialien und Ausrüstungen" wurde daher eingeführt. Natürlich muß die Freiheit der Wahl, verbunden mit den unvermeidlichen Anforderungen an eine Europäische Norm, zu bestimmten Begrenzungen hinsichtlich der Alternativen führen. Infolgedessen ist es ein wichtiger Grundsatz dieser Norm, daß die Alternativen einem Prüfprogramm unterworfen werden, das sicherstellt, daß die

bei der Güteprüfung erhaltenen Prüfungsergebnisse durch deren Einsatz anstelle der genormten Referenzmaterialien oder -Geräte nicht signifikant beeinflusst werden.

Diese Annahmeprüfung sollte eine Zulassungsprüfung einschließen, die nachweist, daß die neue vorgeschlagene Alternative den Anforderungen der Norm entspricht und Überwachungsprüfungen, die sicherstellen, daß die zugelassene Alternative in Übereinstimmung mit dieser Norm bleibt.

Da die beiden bedeutendsten Alternativen der Sand und das Verdichtungsgerät sind, ist deren Prüfung im einzelnen zur Illustration des allgemeinen Verfahrens der Annahmeprüfung in 11.6 und 11.7 beschrieben.

11.2 Begriffsbestimmung des Prüfergebnisses

Das Prüfergebnis ist als das arithmetische Mittel von sechs Druckfestigkeitswerten anzugeben, die an den drei Prismen aus einer Mörtelmischung ermittelt worden sind.

11.3 Berechnung des Prüfergebnisses

Siehe 10.3

11.4 Präzision des Prüfverfahrens

Die Präzision des Prüfverfahrens für die Annahmeprüfung und die Produktionsüberwachung wird anhand der Wiederholbarkeit beurteilt (hinsichtlich der Vergleichbarkeit siehe 10.6).

11.5 Wiederholbarkeit

Die Wiederholbarkeit des Verfahrens zur Druckfestigkeitsbestimmung gibt den zahlenmäßigen Fehler, der mit den Prüfergebnissen verbunden ist, die in einem Laboratorium an namentlich gleichartigen Zementproben unter namentlich gleichartigen Bedingungen (gleicher Laborant, gleiche Ausrüstung, gleicher Sand, kurzer Zeitabstand usw.) erhalten werden.

Für die 28-Tage-Druckfestigkeit kann erwartet werden, daß die Wiederholbarkeit unter diesen Bedingungen in einem sachkundigen Laboratorium, ausgedrückt als Variationskoeffizient, zwischen 1 % und 3 % liegt.

11.6 CEN-Normsande

11.6.1 Zulassungsprüfung für Sand

Ein Sand, der nach dieser Norm als Prüfsand verwendet wird, muß zugelassen und dann als "CEN-Normsand, EN 196-1" gekennzeichnet sein.

Die Zulassungsprüfung während des anfänglichen Herstellungszeitraums (mindestens 3 Monate) eines vorgesehenen neuen CEN-Normsandes ist erforderlich, um seine Brauchbarkeit nachzuweisen (darüber hinaus ist eine jährliche Überwachungsprüfung erforderlich, um seine Gleichmäßigkeit über einen längeren Zeitraum sicherzustellen — siehe 11.6.2). Die Zulassungsprüfung stützt sich auf ein genormtes Verfahren für den Vergleich des vorgeschlagenen CEN-Normsandes mit dem CEN-Referenzsand (siehe 11.6.3).

Die Zulassungsprüfung stützt sich auf die Druckfestigkeitsprüfung im Alter von 28 Tagen und ist von solchen Prüfstellen durchzuführen, die von der nationalen Normungsorganisation für diesen Zweck benannt sind.

Prüfstellen für diese Zulassungsprüfung müssen international zusammenarbeiten und an gemeinsamen Prüfungen⁵⁾ teilnehmen, um sicherzustellen, daß die Eigenschaften der Normsande von Herstellern in verschiedenen Ländern hinsichtlich der internationalen Annahmekriterien vergleichbar sind.

11.6.2 Überwachungsprüfung von Sand

Das Überwachungsprüfungsverfahren, das für die jährliche Erneuerung der Zulassung gefordert wird, umfaßt die jährliche Prüfung einer zufällig entnommenen Sandprobe durch die Zulassungsstelle und einer Überprüfung der Aufzeichnungen des Sandherstellers über seine Überwachungsprüfungen durch diese Stelle.

Das Programm für die Überwachungsprüfung gründet sich auf die gleichen Richtlinien wie für die Zulassungsprüfung (siehe 11.6.4).

Die Überwachungsprüfungen des Sandherstellers sind regelmäßig durch das Laboratorium des Herstellers oder durch ein Dienstleistungslaboratorium durchzuführen (monatlich bei ständiger Herstellung). Die Aufzeichnung der Ergebnisse der Überwachungsprüfungen von mindestens drei Jahren stehen der Zulassungsstelle für eine Überprüfung als Teil des Überwachungsverfahrens zur Verfügung.

11.6.3 Verfahren für die Zulassungsprüfung von CEN-Normsand

11.6.3.1 Allgemeines

Während des anfänglichen Herstellungszeitraums von mindestens drei Monaten sind drei unabhängige Proben von dem Sand, für den eine Zulassung als CEN-Normsand beantragt wurde, durch die Zulassungsstelle für eine Zulassungsprüfung zu entnehmen.

Eine Vergleichsprüfung mit dem CEN-Referenzsand ist mit jeder dieser drei Proben unter jeweiliger Verwendung einer anderen der drei verschiedenen Zementproben, die für diesen Zweck von der Zulassungsstelle ausgewählt wurden, durchzuführen.

Wenn jede dieser Vergleichsprüfungen im Alter von 28 Tagen zur Annahme der jeweiligen Probe führt, wird der vorgeschlagene Sand als CEN-Normsand angenommen.

11.6.3.2 Annahmekriterium

Diese Norm basiert auf dem Annahmekriterium, daß ein Sand, der auf die Dauer eine 28-Tage-Druckfestigkeit erbringen würde, die etwa 5 % von der mit dem CEN-Referenzsand erhaltenen abweicht, die Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % hätte, abgelehnt zu werden.

11.6.3.3 Durchführung jeder einzelnen Vergleichsprüfung

Unter Verwendung des für diesen Zweck ausgewählten Zementes sind 20 Paar Mörtelmischungen herzustellen, und zwar unter Verwendung des vorgeschlagenen CEN-Normsandes für die eine Mischung und des CEN-Referenzsandes für die andere. Die zwei Mischungen jeden Paares sind in Übereinstimmung mit dieser Norm unmittelbar nacheinander in einer zufälligen Reihenfolge herzustellen. Nach einer Lagerungszeit von 28 Tagen müssen alle sechs Prismen des Mischungspaares auf Druckfestigkeit geprüft und das Prüfungsergebnis für jeden Sand nach 10.3 berechnet werden, und zwar als x für den vorgeschlagenen CEN-Normsand und als y für den CEN-Referenzsand.

11.6.3.4 Auswertung jeder einzelnen Vergleichsprüfung

Es sind die nachstehenden Parameter zu berechnen:

- die mittlere Druckfestigkeit (\bar{y}) aller 20 Mischungen, die mit dem CEN-Referenzsand hergestellt wurden;
- die mittlere Druckfestigkeit (\bar{x}) aller 20 Mischungen, die mit dem vorgeschlagenen CEN-Normsand hergestellt wurden;

Der Wert $D = 100 (\bar{x} - \bar{y})/\bar{y}$ ist auf 0,1 ohne Berücksichtigung des Vorzeichens zu berechnen.

⁵⁾ Die Anforderungen für diese Prüfungen werden Bestandteil des künftigen Zulassungsrahmenplans sein.

11.6.3.5 Behandlung von Ausreißern

Wenn ein Ausreißer bei den Differenzen vermutet wird, sind die nachstehenden Parameter zu berechnen:

- die rechnerische Differenz ($d = x - y$) zwischen jedem Paar der Prüfungsergebnisse;
- der Mittelwert der 20 Differenzen ($\bar{d} = \bar{x} - \bar{y}$);
- die Standardabweichung der 20 Differenzen (s);
- der Wert $3s$;
- die arithmetische Differenz zwischen dem größten Wert für d (d_{\max}) und \bar{d} und zwischen dem niedrigsten Wert für d (d_{\min}) und \bar{d} . Wenn eine dieser Differenzen größer als $3s$ ist, ist der betreffende Wert (d_{\max} oder d_{\min}) zu verwerfen und die Berechnung für die verbleibenden 19 Differenzen zu wiederholen.

11.6.3.6 Anforderungen für die Annahme

Der vorgeschlagene CEN-Normsand ist für die Zulassung geeignet, wenn jeder der drei nach 11.6.3.4 berechneten Werte für $D < 5,0$ ist. Wenn einer oder mehrere der berechneten Werte für $D \geq 5,0$ ist, ist der Sand nicht für die Annahme geeignet.

11.6.4 Verfahren für die Überwachungsprüfung von CEN-Normsand

11.6.4.1 Jährliche Überprüfung durch die Zulassungsstelle
Eine einzelne Zufallsstichprobe des Sandes ist durch die Zulassungsstelle nach 11.6.2 zu entnehmen und nach dem allgemeinen in 11.6.3 beschriebenen Verfahren zu prüfen, wobei einer der für diesen Zweck von der Zulassungsstelle ausgewählten Zemente zu verwenden ist.

Wenn der nach 11.6.3.4 berechnete Wert $D < 5,0$ ist, ist die Probe als mit den Anforderungen der Überwachung übereinstimmend zu betrachten. Wenn der Wert $D \geq 5,0$ ist, sind drei weitere Zufallsstichproben nach dem in 11.6.3 beschriebenen vollständigen Zulassungsverfahren zu prüfen.

11.6.4.2 Monatliche Prüfung durch den Sandhersteller

Der Sandhersteller hat eine monatliche Prüfung in der gleichen Art wie für die Überwachungsprüfung nach 11.6.4.1 durchzuführen — allerdings mit mindestens 10 Vergleichen —, wobei eine Zufallsstichprobe des in diesem Monat hergestellten Sandes mit einem zugelassenen CEN-Normsand unter Verwendung eines von der Zulassungsstelle für diesen Zweck ausgewählten Zements verglichen wird.

Wenn der nach 11.6.3.4 berechnete Wert D mehr als zweimal innerhalb der 12 aufeinanderfolgenden monatlichen Vergleichsprüfungen $> 2,5$ ist, ist die Zulassungsstelle zu benachrichtigen, die dann eine neue Zulassungsprüfung an 3 Zufallsstichproben nach 11.6.3 durchzuführen hat.

11.7 Annahmeprüfung für ein Alternativ-Verdichtungsgerät

11.7.1 Allgemeines

Wenn die Annahmeprüfung eines Alternativ-Verdichtungsgeräts gefordert ist, wählt die Zulassungsstelle drei im Handel erhältliche Geräte aus, die im Laboratorium der Zulassungsstelle neben einem Schockstisch nach 4.6 aufzustellen sind.

Dem zu prüfenden Gerät ist beizufügen

- eine vollständige technische Beschreibung und eine Konstruktionszeichnung;
- eine Wartungsanleitung;

c) eine Checkliste, um einwandfreies Funktionieren sicherzustellen;

d) eine vollständige Beschreibung des vorgeschlagenen Verdichtungsverfahrens.

Die Zulassungsstelle hat sorgfältig zu prüfen, ob die technischen Eigenschaften des zu prüfenden Geräts mit der technischen Beschreibung übereinstimmen. Sie hat dann drei Vergleichsversuche durchzuführen, wobei für jeden ein anderer der drei von der Zulassungsstelle für diesen Zweck ausgewählten Zemente und der CEN-Referenzsand zu verwenden sind.

Wenn jeder dieser drei Vergleiche zur Annahme des Alternativ-Geräts führt, ist das vorgeschlagene Verdichtungsgerät als geeignetes Alternativ-Gerät anzusehen.

11.7.2 Prüfung eines Alternativ-Geräts

11.7.2.1 Annahmekriterium

Diese Norm basiert auf dem Annahmekriterium, daß ein Gerät unter Anwendung eines Verdichtungsverfahrens, das auf die Dauer eine 28-Tage-Druckfestigkeit erbringen würde, die um 5% von der abweicht, die mit dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren erhalten wird, die Wahrscheinlichkeit von mindestens 95% hat, abgelehnt zu werden.

11.7.2.2 Durchführung jeder einzelnen Vergleichsprüfung

Unter Verwendung von für diesen Zweck ausgewähltem Zement sind 20 Paar Mörtelmischungen herzustellen und unter Verwendung des vorgeschlagenen Alternativ-Verfahrens für die einen Mischungen und des Normverfahrens für die anderen Mischungen zu verdichten.

Die zwei Mischungen jeden Paares sind in zufälliger Reihenfolge unmittelbar nacheinander herzustellen. Die Weiterbehandlung der Prismen nach der Verdichtung erfolgt nach dieser Norm. Nach einer Lagerungszeit von 28 Tagen sind alle sechs Prismen eines jeden Paares auf Druckfestigkeit zu prüfen; das Prüfungsergebnis für jede Verdichtungsart ist nach 11.3 zu berechnen, wobei das Ergebnis des vorgeschlagenen Alternativ-Verfahrens mit x bezeichnet wird und das des Norm-Schockstisches mit y .

11.7.2.3 Auswertung jeder einzelnen Vergleichsprüfung

Es sind die nachstehenden Parameter zu berechnen:

- die mittlere Druckfestigkeit (\bar{y}) aller 20 Mischungen, die mit dem genormten Gerät verdichtet wurden;
- die mittlere Druckfestigkeit (\bar{x}) aller 20 Mischungen, die mit dem vorgeschlagenen Alternativ-Gerät verdichtet wurden.

Der Wert $D = 100 (\bar{x} - \bar{y})/\bar{y}$ ist auf 0,1 ohne Berücksichtigung des Vorzeichens zu berechnen.

11.7.2.4 Behandlung von Ausreißern

Siehe 11.6.3.5.

11.7.2.5 Anforderungen für die Annahme des vorgeschlagenen Alternativ-Geräts

Das Alternativ-Gerät ist als geeignet anzusehen, wenn jeder der drei nach 11.7.2.3 berechneten Werte für $D < 5,0$ ist.

In diesem Fall ist die technische Beschreibung des Geräts als Anhang zu 4.6 und die Beschreibung des Verdichtungsverfahrens als Anhang zu 7.2 anzusehen.

Wenn einer oder mehrere der berechneten Werte für $D \geq 5,0$ ist, ist das Alternativ-Gerät nicht geeignet.