

DIN EN 12350-7

ICS 91.100.30

Einsprüche bis 2017-10-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12350-7:2009-08

Entwurf

**Prüfung von Frischbeton –
Teil 7: Luftgehalt –
Druckverfahren;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12350-7:2017**

Testing fresh concrete –
Part 7: Air content –
Pressure methods;
German and English version prEN 12350-7:2017

Essais pour béton frais –
Partie 7: Teneur en air –
Méthode de la compressibilité;
Version allemande et anglaise prEN 12350-7:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-08-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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, 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 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12350-7:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-07-05 AA „Prüfverfahren für Beton (SpA CEN/TC 104/SC 1/TG 8 und CEN/TC 104/SC 1/TG 11 sowie CEN/TC 51/WG 12)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12350-7:2009-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) Verweisung auf die in EN 12350-1 angegebenen Prüfgeräte und Festlegungen.

Prüfung von Frischbeton — Teil 7: Luftgehalt — Druckverfahren

Essais pour béton frais — Partie 7 : Teneur en air — Méthode de la compressibilité

Testing fresh concrete — Part 7: Air content — Pressure methods

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Kurzbeschreibungen	6
3.1 Allgemeines	6
3.2 Wassersäulenverfahren	6
3.3 Druckausgleichsverfahren	6
4 Wassersäulenverfahren	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Prüfeinrichtung	7
4.3 Durchführung	9
4.3.1 Probenahme	9
4.3.2 Befüllen des Druckbehälters und Verdichten des Betons	9
4.3.3 Mechanische Verdichtung	9
4.3.4 Verdichten mit dem Stab oder dem Stampfer	10
4.3.5 Messen des Luftgehalts	10
5 Druckausgleichsverfahren	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Prüfeinrichtung	11
5.2.1 Manometer	11
5.3 Durchführung	13
5.3.1 Probenahme	13
5.3.2 Befüllen des Druckbehälters und Verdichten des Betons	13
5.3.3 Mechanische Verdichtung	13
5.3.4 Verdichten mit dem Stab oder dem Stampfer	14
5.3.5 Messen des Luftgehalts	14
6 Berechnung und Angabe der Ergebnisse	14
7 Prüfbericht	15
8 Genauigkeit	15
8.1 Wassersäulenverfahren	15
8.2 Druckausgleichsverfahren	16
Anhang A (normativ) Korrekturfaktor der Gesteinskörnung – Wassersäulenverfahren	17
A.1 Allgemeines	17
A.2 Probengröße	17
A.3 Füllen des Druckbehälters	17
A.4 Bestimmung des Korrekturfaktors der Gesteinskörnung	17
Anhang B (normativ) Korrekturfaktor der Gesteinskörnung – Druckausgleichsverfahren	19
B.1 Allgemeines	19
B.2 Probengröße	19
B.3 Füllen des Druckbehälters	19
B.4 Bestimmung des Korrekturfaktors der Gesteinskörnung	19
Anhang C (normativ) Kalibrierung des Gerätes – Wassersäulenverfahren	21
C.1 Allgemeines	21

C.2	Prüfeinrichtung.....	21
C.3	Fassungsvermögen des Kalibrierzylinders	21
C.4	Fassungsvermögen des Druckbehälters	21
C.5	Druckausdehnungskonstante, e	22
C.6	Kalibrierkonstante, K	22
C.7	Erforderlicher Prüfdruck	23
C.8	Ausweichprüfdruck	23
Anhang D (normativ) Kalibrierung des Gerätes – Druckausgleichsverfahren.....		24
D.1	Allgemeines	24
D.2	Prüfeinrichtung.....	24
D.3	Überprüfen des Fassungsvermögens des Druckbehälters.....	24
D.4	Überprüfen der Skalenteilung des Manometers für den Luftgehalt.....	24

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12350-7:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wird EN 12350-7:2009 ersetzen.

Die Ergebnisse von in verschiedenen Labors durchgeführten Untersuchungen, die teilweise von der EU gefördert wurden (Vertrag MAT 1-CT-94-0043) und die die beiden Prüfverfahren für die Bestimmung des Luftgehalts verglichen, zeigten keine signifikanten Unterschiede. Jedoch wurde festgestellt, dass der Gebrauch von Innenrüttlern zur Verdichtung von Beton mit künstlich eingeführten Luftporen nur mit Vorsicht erfolgen sollte, um den Luftporenverlust zu vermeiden.

Als normative Anhänge A und B wurde die Bestimmung von Korrekturfaktoren hinsichtlich der Gesteinskörnung für die beiden Verfahren aufgenommen.

Die Verfahren zum Kalibrieren der beiden Gerätetypen wurden als normative Anhänge C und D aufgenommen.

Diese Norm ist Bestandteil einer Normenreihe für die Prüfung von Beton.

Die Normenreihe EN 12350, *Prüfung von Frischbeton*, umfasst die folgenden Teile:

- Teil 1: *Probenahme und Prüfgeräte*
- Teil 2: *Setzmaß*
- Teil 3: *Vébé-Prüfung*
- Teil 4: *Verdichtungsmaß*
- Teil 5: *Ausbreitmaß*
- Teil 6: *Frischbetonrohddichte*
- Teil 7: *Luftgehalt — Druckverfahren*
- Teil 8: *Selbstverdichtender Beton — Setzfließversuch*
- Teil 9: *Selbstverdichtender Beton — Auslauftrichterversuch*
- Teil 10: *Selbstverdichtender Beton — L-Kasten-Versuch*
- Teil 11: *Selbstverdichtender Beton — Bestimmung der Sedimentationsstabilität im Siebversuch*
- Teil 12: *Selbstverdichtender Beton — Blockierring-Versuch*

Gegenüber der Ausgabe von 2009 dieser Norm wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) Verweisung auf die in EN 12350-1 angegebenen Prüfgeräte und Festlegungen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt zwei Verfahren für die Bestimmung des Luftgehalts von verdichtetem Frischbeton, der mit normaler oder relativ dichter Gesteinskörnung hergestellt wurde und einen angegebenen Wert D der im Beton verwendeten grobsten Gesteinskörnung von nicht mehr als 63 mm ($D_{\max}$) aufweist.

Die Prüfung ist nicht für Beton mit einem Setzmaß von weniger als 10 mm geeignet.

Für Beton, der mit leichter Gesteinskörnung, luftgekühlter Hochofenschlacke oder Gesteinskörnung mit hoher Porosität hergestellt wurde, ist keines der beiden Verfahren wegen der vergleichbaren Größenordnung des Korrekturfaktors der Gesteinskörnung mit dem Luftporengehalt des Frischbetons anwendbar.

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 12350-1, *Prüfung von Frischbeton — Teil 1: Probenahme und Geräte*

EN 12350-6, *Prüfung von Frischbeton — Teil 6: Frischbetonrohddichte*

3 Kurzbeschreibungen

3.1 Allgemeines

Es gibt zwei Prüfverfahren, bei denen Geräte verwendet werden, die nach dem Prinzip des Boyle-Mariotteschen-Gesetzes arbeiten. Für Vergleichszwecke werden die beiden Verfahren als Wassersäulenverfahren und Druckausgleichsverfahren und die Geräte als Wassersäulenmessgerät und Manometer bezeichnet.

Wird der Beton an verschiedenen Orten entnommen und geprüft, dann muss die gleiche Durchführung von Befüllung und Verdichtung des Betons im Druckbehälter erfolgen, unabhängig von dem verwendeten Verfahren.

3.2 Wassersäulenverfahren

Wasser wird über eine verdichtete Betonprobe bekannten Volumens bis auf eine festgelegte Höhe eingefüllt und ein festgelegter Luftdruck über dem Wasser aufgebracht. Die Abnahme des Luftvolumens in der Betonprobe wird durch Beobachten der Verringerung des Wasserpegels gemessen, die Wassersäule ist dabei auf den prozentualen Luftgehalt der Betonprobe kalibriert.

3.3 Druckausgleichsverfahren

Ein bekanntes Luftvolumen wird bei bekanntem Druck in einem dicht verschlossenen Druckbehälter mit dem unbekannten Luftvolumen in der Betonprobe ausgeglichen. Dabei ist die Skalenteilung des Manometers (Druckmessgerät) für den resultierenden Druck auf den prozentualen Luftgehalt der Betonprobe kalibriert.

4 Wassersäulenverfahren

4.1 Allgemeines

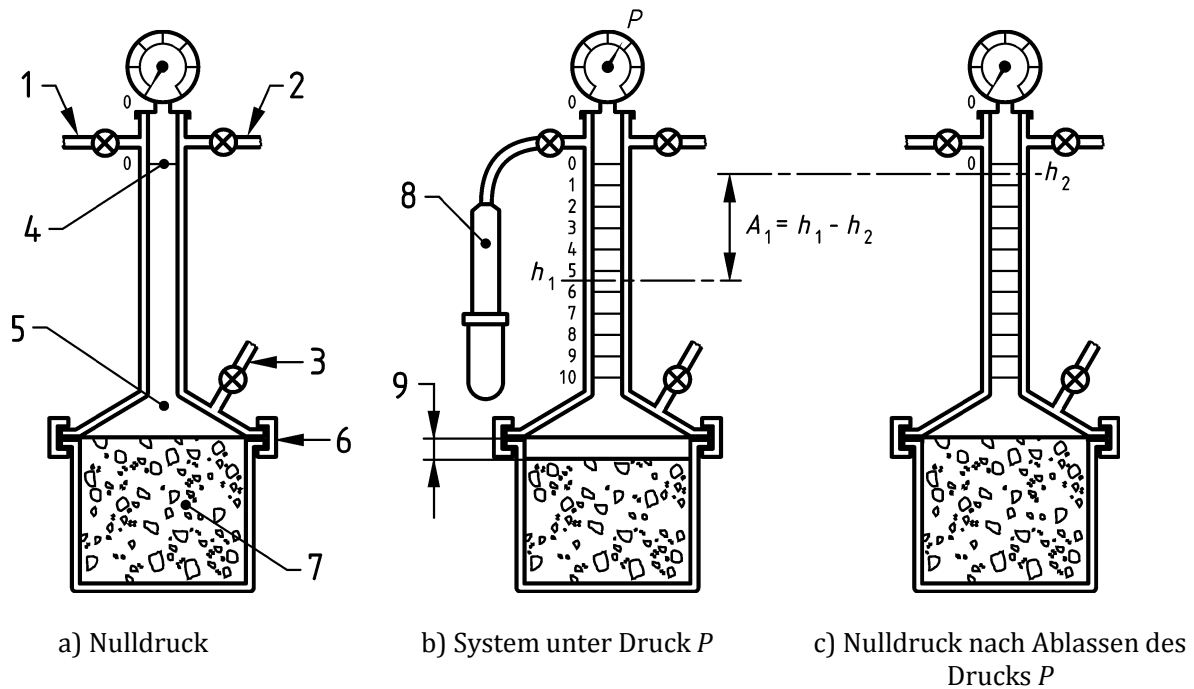
Die nachstehend aufgeführte Prüfeinrichtung zur Ausführung dieses Prüfverfahrens muss den Spezifikationen in EN 12350-1 und den folgenden entsprechen.

4.2 Prüfeinrichtung

4.2.1 Wassersäulenmessgerät

Das Gerät (siehe Bild 1) besteht aus:

- a) **Druckbehälter:** Ein angeflanshtes zylindrisches Gefäß aus Stahl oder einem anderen harten Metall, das reaktionsträge gegenüber dem Zementleim ist, mit einem Nennvolumen von mindestens 5 l und einem Durchmesser/Höhe-Verhältnis zwischen 0,75 und 1,25. Der äußere Rand, die obere Oberfläche des Flansches und die Innenflächen des Behälters müssen glatt geschliffen sein. Der Druckbehälter muss wasserdicht sein, Behälter und Verschluss müssen außerdem für einen Prüfdruck von etwa 0,1 MPa (N/mm^2) geeignet und ausreichend biegesteif sein, um die Druckausdehnungskonstante, e (siehe C.5), auf 0,1 % Luftgehalt zu begrenzen.
- b) **Aufsatzverschluss:** Angeflanschter, biege-steifer kegelförmiger Aufsatzverschluss mit aufgesetztem Steigrohr. Der Aufsatz muss aus Stahl oder einem anderen harten Metall bestehen, das reaktionsträge gegenüber dem Zementleim ist, und seine Innenflächen müssen zur Fläche des Flansches einen Winkel von mindestens 10° bilden. Der äußere Rand und die untere Oberfläche des Flansches sowie die schrägen Innenflächen müssen glatt geschliffen sein. Der Verschluss muss den Druckbehälter mithilfe einer Klemmvorrichtung druckdicht verschließen.
- c) **Steigrohr,** bestehend aus einem Glasrohr mit gleichmäßigem Innendurchmesser und Skalenteilung oder einem Metallrohr mit gleichmäßigem Innendurchmesser und angebrachtem Wasserstandsglas. Die Skala muss einen Luftgehalt zwischen 0 % und mindestens 8 %, vorzugsweise 10 %, anzeigen können. Sie muss in Abschnitte von je 0,1 % unterteilt und die Teilstriche müssen mindestens 2 mm voneinander entfernt sein. Geeignet ist eine Skalenteilung, bei der 25 mm einem Luftgehalt von 1 % entsprechen.
- d) **Aufsatz** mit einer geeigneten Vorrichtung zum Belüften der Luftkammer, einer Rückflusssperre und einem kleinen Ventil zum Ablassen des Wassers. Der aufgebrachte Druck muss durch ein Manometer angezeigt werden, das mit der Luftkammer über der Wassersäule verbunden ist. Das Messgerät muss in Abschnitte von je 0,005 MPa (N/mm^2) unterteilt und die Teilstriche müssen mindestens 2 mm voneinander entfernt sein. Das Manometer muss einen Gesamtmessbereich bis 0,2 MPa (N/mm^2) aufweisen.
- e) **Ablenkplatte oder Sprührohr:** Eine dünne, nicht korrodierbare Scheibe mit einem Durchmesser von mindestens 100 mm, mit der die Störung des Betons beim Zugeben des Wassers gering gehalten wird. Eine andere Möglichkeit ist ein Messingsprührohr mit geeignetem Durchmesser, das Bestandteil des Verschlussaggregats ist oder separat angebracht sein darf. Das Sprührohr muss so konstruiert sein, dass das Wasser bei der Zugabe auf die Innenwände des Verschlusses gesprüht wird und beim Herabfließen an den Wänden nur eine geringe Störung des Betons verursacht.
- f) **Luftpumpe:** Eine Druckpumpe mit Anschlussstück, das eine Verbindung zur Rückflusssperre im Verschlussaggregat ermöglicht. Das Messgerät muss bei der Prüfung nach Anhang C kalibriert sein. Wenn das Messgerät an einen Ort gebracht wird, der um mehr als 200 m Höhe, bezogen auf NN, von dem Ort abweicht, an dem es kalibriert wurde, so muss es erneut kalibriert werden.



Legende

- 1 Rückflusssperre
- 2 Lufteinlassventil
- 3 Ablassventil
- 4 Markierung
- 5 Wasser
- 6 Klemmverschluss
- 7 Beton
- 8 Luftpumpe
- 9 durch Druck verringertes Niveau
- h_1 (Ablesung beim Druck P)
- h_2 (Ablesung bei Nulldruck nach Ablass des Drucks P)

Bild 1 — Prüfgerät für das Wassersäulenverfahren

ANMERKUNG $h_1 - h_2 = A_1$, wenn der Druckbehälter, wie in Bild 1 gezeigt, Beton enthält;

$h_1 - h_2 = G$ (Korrekturfaktor der Gesteinskörnung), wenn der Druckbehälter nur Gesteinskörnung und Wasser enthält;

$A_1 - G = A_c$ (Luftgehalt des Betons).

4.2.2 Hilfsmittel für die Verdichtung, welches eines der folgenden sein kann:

- a) Innenrüttler;
- b) Rütteltisch;
- c) Stampfer;
- d) Stab.

4.2.3 Probenahmeschaufel

4.2.4 Glättkelle aus Stahl

4.2.5 Mischbehälter oder Schale

4.2.6 Schaufel

4.2.7 Einfüllrahmen (optional): Das Einfüllen kann durch Verwendung eines Einfüllrahmens, der eng mit dem Druckbehälter abschließt, erleichtert werden.

4.2.8 Wasserbehälter mit Ausguss, mit einem Fassungsvermögen von 2 l bis 5 l zum Füllen des Gerätes mit Wasser.

4.2.9 Schlegel

4.3 Durchführung

4.3.1 Probenahme

Die Probenahme des Frischbetons wird nach EN 12350-1 durchgeführt. Vor der Prüfung wird die Probe durchgemischt.

4.3.2 Befüllen des Druckbehälters und Verdichten des Betons

Der Beton wird mit der Probenahmeschaufel so in den Druckbehälter eingefüllt, dass möglichst wenig Luft eingeschlossen wird.

Der Druckbehälter muss unter Berücksichtigung der Konsistenz des Betons und des Verdichtungsverfahrens in einer oder mehreren Lagen gefüllt werden, um eine völlige Verdichtung durch Anwendung einer der in 4.3.3 oder 4.3.4 beschriebenen Verfahren zu erzielen. Im Falle selbstverdichtenden Betons, muss der Druckbehälter in einem Arbeitsgang gefüllt werden, ohne eine mechanische Verdichtung während oder nach dem Füllen des Druckbehälters zu bewirken.

ANMERKUNG 1 Die vollständige Verdichtung ist bei mechanischer Rüttelwirkung erreicht, wenn keine großen Luftblasen an der Betonoberfläche mehr vorhanden sind und die Oberfläche relativ glatt und eben erscheint, ohne übermäßiges Entmischen.

ANMERKUNG 2 Die für jede Schicht erforderliche Anzahl der Stöße, um eine vollständige Verdichtung durch Stampfen zu erreichen, hängt von der Konsistenz des Betons ab.

Weitere Anleitungen zum Verdichten von Betonen mit unterschiedlicher Konsistenz oder bei Anwendung von Formen und abweichender Größe dürfen in einem Nationalen Anhang NA angegeben werden.

Die Materialmenge für die letzte Schicht muss möglichst so bemessen sein, dass der Behälter gerade ausreichend gefüllt wird, aber kein überschüssiger Beton entfernt werden muss. Eine kleine Menge zusätzlichen Betons kann zugefügt und verdichtet werden, um den Druckbehälter zu füllen, jedoch sollte das Entfernen überschüssigen Materials vermieden werden.

4.3.3 Mechanische Verdichtung

4.3.3.1 Verdichten mit dem Innenrüttler

Die Rüttelbehandlung muss mindestens für die Dauer angewendet werden, die für eine vollständige Verdichtung des Betons notwendig ist. Zu langes Rütteln, das den Verlust künstlich eingeführter Luftporen bewirken kann, ist zu vermeiden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass der Druckbehälter nicht beschädigt wird. Der Rüttler sollte senkrecht gehalten werden und darf den Boden und die Wände des Druckbehälters nicht berühren. Die Verwendung des Aufsatzes wird empfohlen.

ANMERKUNG Laborversuche haben gezeigt, dass bei Verwendung von Innenrüttlern der Verlust von künstlich eingeführten Luftporen zu beachten ist.

4.3.3.2 Verdichten mit dem Rütteltisch

Die Rüttelbehandlung muss mindestens für die Dauer angewendet werden, die für eine vollständige Verdichtung des Betons notwendig ist. Der Druckbehälter sollte vorzugsweise am Tisch befestigt sein oder fest dageengehalten werden. Zu langes Rütteln, das den Verlust künstlich eingeführter Luftporen bewirken kann, ist zu vermeiden.

4.3.4 Verdichten mit dem Stab oder dem Stampfer

Die Stöße mit dem Stab oder dem Stampfer werden gleichmäßig über den Querschnitt der Form verteilt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Stab oder der Stampfer beim Verdichten der ersten Schicht nicht gewaltsam auf den Boden des Druckbehälters auftrifft und außerdem nicht wesentlich in die vorangegangenen Schichten eindringt. Je Schicht wird der Beton mindestens 25 Stößen ausgesetzt. Um Lufteinschlüsse in Hohlräumen, nicht aber künstlich eingeführte Luftporen zu entfernen, wird nach dem Verdichten jeder Schicht mit dem Schlegel leicht an die Seitenwände des Druckbehälters geklopft, bis auf der Oberfläche keine großen Luftblasen mehr erscheinen und die Eindruckstellen des Stabs oder des Stampfers ausgefüllt sind.

4.3.5 Messen des Luftgehalts

Nach dem Verdichten des Betons wird dieser mit dem Stampfer bündig mit dem oberen Rand des Druckbehälters abgestrichen und mit der Glättkelle geglättet.

Die Flansche von Druckbehälter und Verschluss werden gründlich gereinigt. Wenn kein Sprührohr verwendet wird, dann wird die Ablenkplatte mittig auf den Beton gelegt und angedrückt. Das Verschlussaggregat wird aufgesetzt und mit der Klemmvorrichtung befestigt. Dabei ist darauf zu achten, dass eine gute Druckabdichtung zwischen Verschluss und Behälter hergestellt wird. Das Prüfgerät wird mit Wasser gefüllt und es wird mit dem Schlegel leicht dagegen geklopft, um die an den Innenwänden des Verschlussaggregats haftende Luft zu entfernen. Die Wasserhöhe im Steigrohr wird bei geöffnetem Entlüftungsventil durch Ablassen von Wasser durch das kleine Ventil auf den Nullpunkt eingestellt. Das Entlüftungsventil wird geschlossen und mit der Luftpumpe wird der Prüfdruck, P , aufgebracht. Die Wasserhöhe im Steigrohr, h_1 , wird aufgezeichnet und der Druck entlastet. Die Wasserhöhe wird erneut abgelesen, und wenn dieser Wert, h_2 , $\leq 0,2\%$ Luftgehalt beträgt, wird der Wert $h_1 - h_2$ als scheinbarer Luftgehalt, A_1 , auf $0,1\%$ festgehalten. Beträgt $h_2 > 0,2\%$ Luftgehalt, wird der Prüfdruck, P , erneut aufgebracht, und der Wert h_3 und (nach Entlasten des Drucks) der Wert h_4 abgelesen. Beträgt $h_4 - h_2 \leq 0,1\%$ Luftgehalt, wird der Wert $h_3 - h_1$ als scheinbarer Luftgehalt festgehalten. Beträgt $h_4 - h_2 > 0,1\%$ Luftgehalt, dann ist die Prüfanordnung wahrscheinlich undicht und die Prüfung ungültig.

5 Druckausgleichsverfahren

5.1 Allgemeines

Die nachstehend aufgeführte Prüfeinrichtung zur Ausführung dieses Prüfverfahrens muss den Spezifikationen in EN 12350-1 und den folgenden entsprechen.

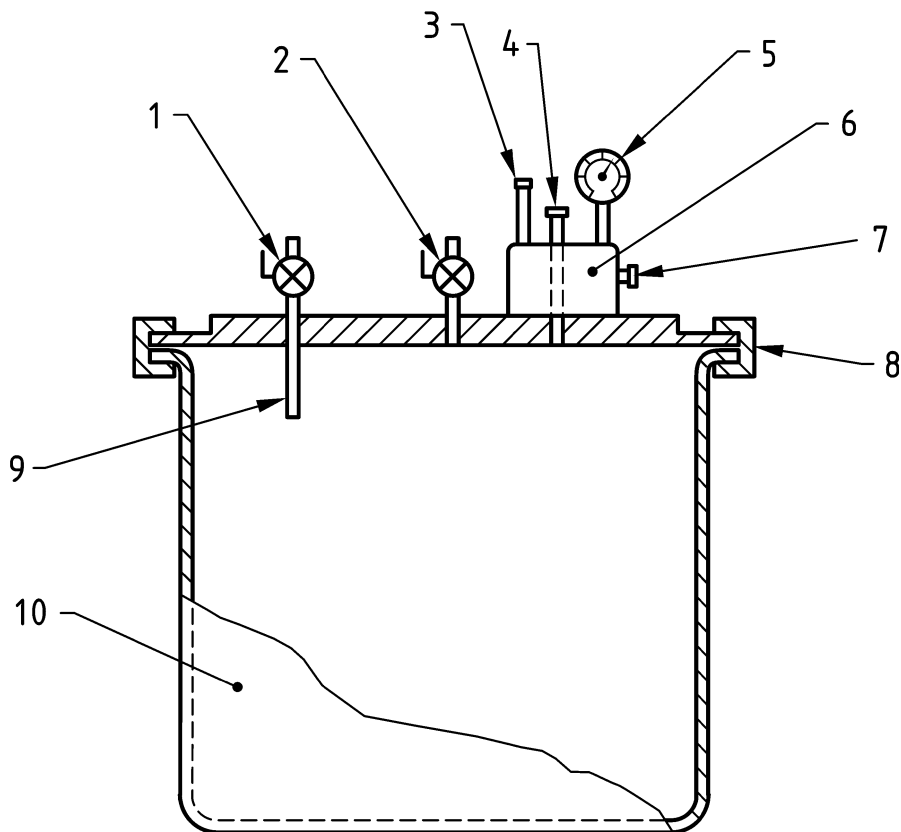
5.2 Prüfeinrichtung

5.2.1 Manometer

Das Gerät, das Bild 2 beispielhaft zeigt, besteht aus:

- a) **Druckbehälter:** Ein angeflanshtes zylindrisches Gefäß aus Stahl oder einem anderen harten Metall, das reaktionsträge gegenüber dem Zementleim ist, mit einem Nennvolumen von mindestens 5 l und einem Durchmesser/Höhe-Verhältnis zwischen 0,75 und 1,25. Der äußere Rand und die Innenflächen des Behälters müssen glatt geschliffen sein. Der Druckbehälter muss wasserdicht sein, Behälter und Verschlussaggregat müssen außerdem für einen Prüfdruck von etwa 0,2 MPa (N/mm²) geeignet sein.
- b) **Verschlussaggregat:** Ein angeflanschter biegesteifer Verschluss aus Stahl oder einem anderen harten Metall, das reaktionsträge gegenüber dem Zementleim ist. Der äußere Rand und die untere Oberfläche des Flansches sowie die Innenflächen müssen glatt geschliffen sein. Das Verschlussaggregat muss den Druckbehälter mithilfe einer Klemmvorrichtung druckdicht verschließen.
- c) **Manometer,** das am Verschlussaggregat angebracht ist, das für einen Luftgehalt von 0 % bis mindestens 8 %, vorzugsweise 10 %, kalibriert ist. Die Skala des Manometers sollte wie folgt unterteilt sein: 0 % bis 3 %: 0,1 %; 3 % bis 6 %: 0,2 %; 6 % bis 10 %: 0,5 %.
- d) **Luftpumpe:** Druckpumpe, die in das Verschlussaggregat eingebaut ist.

Das Manometer muss bei Prüfung nach Anhang D kalibriert sein.



Legende

- 1 Ventil A
- 2 Ventil B
- 3 Pumpe
- 4 Hauptluftventil
- 5 Manometer
- 6 Luftkammer
- 7 Luftablassventil
- 8 Klemmvorrichtung
- 9 Ausdehnröhre für Überprüfungen beim Kalibrieren
- 10 Druckbehälter

Bild 2 — Prüfgerät für das Druckausgleichsverfahren

5.2.2 Hilfsmittel für die Verdichtung, welches eines der folgenden sein kann:

- a) Innenrüttler;
- b) Rütteltisch;
- c) Stampfer;
- d) Stab.

5.2.3 Probenahmeschaufel

5.2.4 Glättkelle aus Stahl

5.2.5 Mischbehälter oder Schale

5.2.6 Schaufel

5.2.7 **Spritzflasche**, geeignet um Wasser durch das Ventil A oder B in den Druckbehälter zu spritzen.

5.2.8 Schlegel

5.2.9 **Einfüllrahmen** (optional): Das Einfüllen kann durch Verwendung eines Einfüllrahmens, der eng mit dem Behälter abschließt, erleichtert werden.

5.3 Durchführung

5.3.1 Probenahme

Die Probenahme des Frischbetons wird nach EN 12350-1 durchgeführt. Vor der Prüfung wird die Probe durchgemischt.

5.3.2 Befüllen des Druckbehälters und Verdichten des Betons

Der Beton wird mit der Probenahmeschaufel so in den Druckbehälter eingefüllt, dass möglichst wenig Luft eingeschlossen wird.

Der Druckbehälter muss unter Berücksichtigung der Konsistenz des Betons und des Verdichtungsverfahrens in einer oder mehreren Lagen gefüllt werden, um eine völlige Verdichtung durch Anwendung einer der in 5.2.3 oder 5.2.4 beschriebenen Verfahren zu erzielen. Im Falle selbstverdichtenden Betons, muss der Druckbehälter in einem Arbeitsgang gefüllt werden, ohne eine mechanische Verdichtung während oder nach dem Füllen des Druckbehälters zu bewirken.

ANMERKUNG 1 Die vollständige Verdichtung ist bei mechanischer Rütteleinwirkung erreicht, wenn keine großen Luftblasen an der Betonoberfläche mehr vorhanden sind und die Oberfläche relativ glatt und eben erscheint, ohne übermäßiges Entmischen.

ANMERKUNG 2 Die für jede Schicht erforderliche Anzahl der Stöße, um eine vollständige Verdichtung durch Stampfen zu erreichen, hängt von der Konsistenz des Betons ab.

Weitere Anleitungen zum Verdichten von Betonen mit unterschiedlicher Konsistenz oder bei Anwendung von Formen und abweichender Größe dürfen in einem Nationalen Anhang NA angegeben werden.

Die Materialmenge für die letzte Schicht muss möglichst so bemessen sein, dass der Behälter gerade ausreichend gefüllt wird, aber kein überschüssiger Beton entfernt werden muss. Eine kleine Menge zusätzlichen Betons kann zugefügt und verdichtet werden, um den Druckbehälter zu füllen, jedoch sollte das Entfernen überschüssigen Materials vermieden werden.

5.3.3 Mechanische Verdichtung

5.3.3.1 Verdichten mit dem Innenrüttler

Die Rüttelbehandlung muss mindestens für die Dauer angewendet werden, die für eine vollständige Verdichtung des Betons notwendig ist. Zu langes Rütteln, das den Verlust künstlich eingeführter Luftporen bewirken kann, ist zu vermeiden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass der Druckbehälter nicht beschädigt wird. Der Rüttler sollte senkrecht gehalten werden und darf den Boden und die Wände des Druckbehälters nicht berühren. Die Verwendung des Aufsatzes wird empfohlen.

ANMERKUNG Laborversuche haben gezeigt, dass bei Verwendung von Innenrüttlern der Verlust von künstlich eingeführten Luftporen zu beachten ist.

5.3.3.2 Verdichten mit dem Rütteltisch

Die Rüttelbehandlung muss mindestens für die Dauer angewendet werden, die für eine vollständige Verdichtung des Betons notwendig ist. Der Druckbehälter sollte vorzugsweise am Tisch befestigt sein oder fest dageengehalten werden. Zu langes Rütteln, das den Verlust künstlich eingeführter Luftporen bewirken kann, ist zu vermeiden.

5.3.4 Verdichten mit dem Stab oder dem Stampfer

Die Stöße mit dem Stab oder dem Stampfer werden gleichmäßig über den Querschnitt der Form verteilt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Stab oder der Stampfer beim Verdichten der ersten Schicht nicht gewaltsam auf den Boden des Druckbehälters auftrifft und außerdem nicht wesentlich in die vorangegangenen Schichten eindringt. Je Schicht wird der Beton mindestens 25 Stößen ausgesetzt. Um Lufteinschlüsse in Hohlräumen, nicht aber künstlich eingeführte Luftporen zu entfernen, wird nach dem Verdichten jeder Schicht mit dem Schlegel leicht an die Seitenwände des Druckbehälters geklopft, bis auf der Oberfläche keine großen Luftblasen mehr erscheinen und die Eindruckstellen des Stabs oder des Stampfers ausgefüllt sind.

5.3.5 Messen des Luftgehalts

Nach dem Verdichten des Betons wird dieser mit dem Stampfer bündig mit dem oberen Rand des Druckbehälters abgestrichen und mit der Glättkelle geglättet.

Die Flansche von Druckbehälter und Verschluss werden gründlich gereinigt. Das Verschlussaggregat wird aufgesetzt und mit der Klemmvorrichtung befestigt. Dabei ist darauf zu achten, dass eine gute Druckabdichtung zwischen Verschluss und Druckbehälter hergestellt wird. Das Hauptluftventil wird geschlossen und die Ventile A und B werden geöffnet. Durch Ventil A oder B wird mit einer Spritze so lange Wasser eingefüllt, bis es aus dem anderen Ventil austritt. Mit dem Schlegel wird leicht gegen das Gerät geklopft und die enthaltene Luft vollständig ausgetrieben. Das Entlüftungsventil der Luftkammer wird geschlossen und es wird so lange Luft in die Luftkammer gepumpt, bis der Zeiger des Manometers anspricht (Nullpunktanzeige). Nachdem sich die Druckluft in wenigen Sekunden auf Raumtemperatur abgekühlt hat, wird die Nullpunktanzeige am Manometer durch Nachpumpen oder Ablassen von Luft stabilisiert. Während dieses Vorgangs wird mit dem Schlegel leicht gegen das Manometer geklopft. Ventil A und Ventil B werden geschlossen, das Hauptluftventil wird geöffnet und kräftig an die Behälterwände geklopft. Der Anzeigewert wird abgelesen, indem leicht am Manometer geklopft wird, und entspricht dann dem scheinbaren prozentualen Luftgehalt, A_1 , auf 0,1 %. Bevor der Verschluss entfernt wird, werden die Ventile A und B geöffnet, um den Druck zu entlasten.

6 Berechnung und Angabe der Ergebnisse

Luftgehalt der geprüften Probe.

Der Luftgehalt des Betons im Behälter, A_c , wird nach Gleichung (1) berechnet:

$$A_c = A_1 - G \quad (1)$$

Dabei ist

A_1 der scheinbare Luftgehalt der geprüften Probe;

G der Korrekturfaktor der Gesteinskörnung. $G = 0$, sofern nicht anders ermittelt oder im Nationalen Anhang angegeben. Der Luftgehalt wird in Prozent auf 0,1 % angegeben.