

**Bestimmung der Zusammensetzung von
erhärtetem Beton****Salzsäurelöslicher und/oder -unlöslicher Zuschlag
Ausgangsstoffe vollständig oder teilweise verfügbar****DIN****52 170**

Teil 4

Determination of composition of hardened concrete; hydrochloric acid soluble and/or insoluble aggregate; materials used for the concrete totally or partly available

Détermination de la composition du béton durci; granulats solubles et/ou insolubles dans l'acide chlorhydrique; composants de base complètement ou partiellement disponible

Mit DIN 52170

Teil 1 bis Teil 3

Ersatz für DIN 52170

DIN 52170 Teil 1 enthält Allgemeines, Begriffe (einschließlich allgemeiner Hinweise), Probenahme und Bestimmung der Trockenrohdichte.

Die Angabe % bedeutet in dieser Norm Gewichts(Masse)-Prozent; siehe auch allgemeine Angaben in Abschnitt 5.1.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5.3.3 Durchführung und Auswertung	5
2 Mitgeltende Normen	2	5.3.3.1 Zement	5
3 Grundlagen	2	5.3.3.2 Zuschlag	6
3.1 Beton, Zement und Zuschlag verfügbar	2	5.3.3.3 Beton	6
3.2 Beton und Zement verfügbar	2	5.4 Calciumoxid	6
3.2.1 Salzsäureunlöslicher Zuschlag	2	5.4.1 Zement	6
3.2.2 Kalkstein- und/oder dolomithaltiger Zuschlag	2	5.4.2 Zuschlag	6
3.3 Beton und Zuschlag verfügbar	3	5.4.3 Beton	6
3.4 Ermittlung der Sieblinie	3	5.5 Magnesiumoxid	6
4 Bezeichnung des Verfahrens	4	5.6 Kohlendioxid	6
5 Analysenverfahren	4	6 Berechnung der Betonzusammensetzung	6
5.1 Allgemeines	4	6.1 Zement- und Zuschlaggehalt in %	6
5.2 Glühbeständiges	4	6.1.1 Beton, Zement und Zuschlag verfügbar	6
5.2.1 Zement	4	6.1.2 Beton und Zement verfügbar	7
5.2.2 Zuschlag	5	6.1.2.1 Salzsäureunlöslicher Zuschlag	7
5.2.3 Beton	5	6.1.2.2 Kalkstein- und/oder dolomithaltiger Zuschlag	7
5.3 Unlöslicher Rückstand	5	6.1.3 Beton und Zuschlag verfügbar	7
5.3.1 Gerät	5	6.2 Zement- und Zuschlaggehalt in kg/m ³	7
5.3.2 Reagenzien	5	7 Prüfbericht	7

1 Anwendungsbereich

Nach dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren können der Zementgehalt Z , der Zuschlaggehalt G und das Gewichtsverhältnis von Zement zu Zuschlag (Mischungsverhältnis) ermittelt werden, wenn neben dem Beton auch die Ausgangsstoffe Zement und Zuschlag teilweise oder vollständig zur Verfügung stehen. Das Verfahren ist insbesondere dann anzuwenden, wenn die Verfahren nach DIN 52170 Teil 2 und Teil 3 versagen. Das ist der Fall, wenn zum Beispiel der Zuschlag andere salzsäurelösliche Bestandteile als Kalkstein und/oder Dolomit enthält (z. B. Basalt, Diabas, Gabbro, Granit, Grauwacke, natürliche und künstlich hergestellte Leichtzuschläge) oder die für die Zusammensetzung des Zementes in DIN 52170 Teil 2 und Teil 3 getroffenen Annahmen nicht zutreffend sind. Dabei müssen der Zuschlag und/oder der Zement zur Verfügung stehen, oder es

müssen zuverlässige Angaben über deren chemische Zusammensetzung vorliegen.

Für die Behandlung ist zu unterscheiden, ob neben dem Beton auch der Zement und/oder der Zuschlag zur Verfügung stehen. Steht der Zuschlag zur Verfügung, so kann auch bei teilweise salzsäurelöslichem Zuschlag die Sieblinie bestimmt werden. Bei im Sinne von DIN 52170 Teil 3, Ausgabe Februar 1980, Abschnitt 1 salzsäureunlöslichen Zuschlägen im Beton erfolgt die Bestimmung der Sieblinie nach DIN 52170 Teil 3, Ausgabe Februar 1980, Abschnitt 7.4.

Die Entnahme von Proben und die Bestimmung der Trockenrohdichte ρ_t sind nach DIN 52170 Teil 1 durchzuführen; DIN 52170 Teil 1 enthält außerdem allgemeine Hinweise, die bei der Ermittlung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton zu beachten sind.

Fortsetzung Seite 2 bis 7
Erläuterungen Seite 8

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Documents

2 Mitgeltende Normen

DIN 1164 Teil 3	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Bestimmung der Zusammensetzung
DIN 4188 Teil 1	Siebböden; Drahtsiebböden für Analysensiebe; Maße
DIN 52 170 Teil 1	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton; Allgemeines, Begriffe, Probenahme, Trockenrohddichte
DIN 52 170 Teil 2	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton; Salzsäureunlöslicher und kalkstein- und/oder dolomithaltiger Zuschlag; Ausgangsstoffe nicht verfügbar
DIN 52 170 Teil 3	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton; Salzsäureunlöslicher Zuschlag; Ausgangsstoffe nicht verfügbar

3 Grundlagen

3.1 Beton, Zement und Zuschlag verfügbar

Zur Ermittlung des Zement- und Zuschlaggehalts werden das Glühbeständige, der unlösliche Rückstand und der Calciumoxidgehalt des Betons sowie die entsprechenden Größen der Ausgangsstoffe Zement und Zuschlag benötigt. Zwischen diesen Größen und dem Zement- und Zuschlaggehalt bestehen folgende Zahlenwertgleichungen:

$$A = \frac{1}{100} (\alpha Z' + a G') \quad (1)$$

$$B = \frac{1}{100} (\beta Z' + b G') \quad (2)$$

$$C = \frac{1}{100} (\gamma Z' + c G') \quad (3)$$

In den Gleichungen bedeuten (alle Angaben in %):

Z' Zementgehalt des Betons

G' Zuschlaggehalt des Betons

A Glühbeständiges des Betons

B Unlöslicher Rückstand des Betons

C Calciumoxidgehalt des Betons

α Glühbeständiges des Zements

β Unlöslicher Rückstand des Zements

γ Calciumoxidgehalt des Zements

a Glühbeständiges des Zuschlags

b Unlöslicher Rückstand des Zuschlags

c Calciumoxidgehalt des Zuschlags

Die Größen A , B , C , α , β , γ , a , b und c sind chemisch-analytisch zu bestimmen (vergleiche Abschnitt 5). Durch Auflösen der Zahlenwertgleichungen (1) bis (3) nach Z' und G' erhält man die Zahlenwertgleichungen (4) bis (9) (allgemeine Bestimmungsgleichungen) für Z' und G' :

$$Z'_{A/B} = \frac{A b - a B}{\alpha b - a \beta} \cdot 100 \quad (4)$$

$$Z'_{A/C} = \frac{A c - a C}{\alpha c - a \gamma} \cdot 100 \quad (5)$$

$$Z'_{B/C} = \frac{B c - b C}{\beta c - b \gamma} \cdot 100 \quad (6)$$

$$G'_{A/B} = \frac{-A \beta + \alpha B}{\alpha b - a \beta} \cdot 100 \quad (7)$$

$$G'_{A/C} = \frac{-A \gamma + \alpha C}{\alpha c - a \gamma} \cdot 100 \quad (8)$$

$$G'_{B/C} = \frac{-B \gamma + \beta C}{\beta c - b \gamma} \cdot 100 \quad (9)$$

Ist keiner der aus den Zahlenwertgleichungen (4) bis (9) ermittelten Werte größer als 100 oder kleiner als 0 und weichen die aus den Zahlenwertgleichungen (4) bis (6) bzw. (7) bis (9) ermittelten Einzelwerte von ihrem Mittelwert nicht mehr als $\pm 10\%$ ab, so gilt der Mittelwert aus den Gleichungen (4) bis (6) bzw. (7) bis (9) als der Zement- bzw. Zuschlaggehalt. Trifft eine der genannten Bedingungen nicht zu, so ist nach Abschnitt 3.2 (Beton und Zement verfügbar) zu verfahren. Bei dieser Entscheidung wird davon ausgegangen, daß der im Beton enthaltene Zuschlag eine andere Sieblinie hat als der chemisch-analytisch untersuchte unverarbeitete Zuschlag und daß darauf die Unterschiede zurückzuführen sind. An Stelle des Vorgehens nach Abschnitt 3.2 kann auch wie folgt verfahren werden: Nach Abschnitt 3.4 wird die Kornzusammensetzung des Zuschlages ermittelt. Danach wird eine Zuschlagprobe mit dieser Kornzusammensetzung zusammengesetzt und an dieser Probe die Größen a , b und c ermittelt. Der Zement- und Zuschlaggehalt ergibt sich dann aus den Zahlenwertgleichungen (4) bis (9) durch Einsetzen von a , b und c . Trifft auch bei diesem Vorgehen eine der oben genannten Bedingungen nicht zu, so ist nach Abschnitt 3.2 zu verfahren.

Liegt der Zuschlag nach Korngruppen getrennt vor, so ist zur Ermittlung der Größen a , b und c aus den einzelnen Korngruppen eine Probe entsprechend der anteilmäßigen Verwendung der Korngruppen zusammenzusetzen und zu analysieren. Liegen keine Angaben vor, in welchem Verhältnis die einzelnen Korngruppen verwendet worden sind oder sind die Angaben als nicht ausreichend zuverlässig anzusehen, so ist in der Regel nach Abschnitt 3.2 (Beton und Zement verfügbar) vorzugehen. Soll jedoch auch die Sieblinie des im Beton befindlichen Zuschlags ermittelt werden oder enthalten die Zuschläge andere salzsäurelösliche Bestandteile als Kalkstein und/oder Dolomit, so ist zunächst die Sieblinie nach Abschnitt 3.4 zu bestimmen. Dann ist eine Probe so zusammenzusetzen, daß die nach Abschnitt 3.4 ermittelte Kornzusammensetzung entsteht. An dieser Probe sind die Größen a , b und c zu bestimmen, mit denen dann die Auswertung nach den Zahlenwertgleichungen (4) bis (6) erfolgt.

3.2 Beton und Zement verfügbar

3.2.1 Salzsäureunlöslicher Zuschlag

Zur Ermittlung des Zement- und Zuschlaggehaltes werden das Glühbeständige und der unlösliche Rückstand benötigt. Die Untersuchungen werden nach DIN 52170 Teil 2 oder Teil 3 durchgeführt. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse sind jedoch für das Glühbeständige und den unlöslichen Rückstand des Zementes nicht die in DIN 52170 Teil 2 und Teil 3 angegebenen Erfahrungswerte, sondern die nach Abschnitt 5.2.1 und Abschnitt 5.3 ermittelten Werte zu verwenden. Die für die Berechnung des Zement- und Zuschlaggehaltes maßgebenden Zahlenwertgleichungen sind dann (10) und (11).

$$Z' = 100 \frac{98 A - 99 B}{98 \alpha - 99 \beta} \quad (10)$$

$$G' = 100 \frac{\alpha B - A \beta}{98 \alpha - 99 \beta} \quad (11)$$

3.2.2 Kalkstein- und/oder dolomithaltiger Zuschlag

Zur Ermittlung des Zement- und Zuschlaggehaltes werden das Glühbeständige und der unlösliche Rückstand sowie der Kohlendioxid- und Magnesiumoxidgehalt des Betons benötigt.

Die Untersuchungen werden nach DIN 52170 Teil 2 durchgeführt. Es gelten die dort angegebenen Grundlagen. In die Zahlenwertgleichungen (5) und (6) von DIN 52170 Teil 2 sind jedoch nicht die dort angegebenen Erfahrungswerte, sondern die an dem vorhandenen Zement nach Ab-

schnitt 5.2.1 und Abschnitt 5.3 dieser Norm ermittelten Werte für das Glühbeständige und den unlöslichen Rückstand des Zementes einzusetzen.

Die Zahlenwertgleichungen lauten dann:

$$Z' = 100 \frac{98A - 99B}{98\alpha - 99\beta} - 1,27 \text{ CO}_2 + 0,38 \text{ MgO} \quad (12)$$

$$G' = 100 \frac{\alpha B - A\beta}{98\alpha - 99\beta} + 2,27 \text{ CO}_2 - 0,38 \text{ MgO} \quad (13)$$

3.3 Beton und Zuschlag verfügbar

Zur Ermittlung des Zement- und Zuschlaggehaltes werden das Glühbeständige und der unlösliche Rückstand benötigt. Deshalb gelten die Zahlenwertgleichungen (1) und (2) sowie die nach Z' und G' aufgelösten Zahlenwertgleichungen (4) und (7). Die Größen A , B , a und b werden chemisch-analytisch bestimmt. Für die Größen α und β können, sofern keine genaueren Zahlenwerte zur Verfügung stehen, folgende Erfahrungswerte angenommen werden:

$$\begin{aligned}\alpha &= 99\% \\ \beta &= 0\%\end{aligned}$$

Somit lauten die Gleichungen (4) und (7):

$$Z' = \frac{Ab - aB}{99b} \cdot 100 \quad (14)$$

$$G' = \frac{B}{b} \cdot 100 \quad (15)$$

Liegt der Zuschlag nach Korngruppen getrennt vor, so ist zur Ermittlung der Größen a und b aus den einzelnen Korngruppen eine Probe entsprechend der anteilmäßigen Verwendung der Korngruppen zusammenzusetzen und zu analysieren. Liegen keine Angaben vor, in welchem Verhältnis die Korngruppen verwendet worden sind oder sind die Angaben als nicht zuverlässig anzusehen, so ist in der Regel nach DIN 52 170 Teil 2 oder Teil 3 vorzugehen. Soll jedoch auch die Sieblinie des im Beton befindlichen Zuschlags ermittelt werden oder enthält der Zuschlag andere salzsäurelösliche Bestandteile als Kalkstein und/oder Dolomit, so ist zunächst die Sieblinie nach Abschnitt 3.4 zu bestimmen. Dann ist eine Probe mit der nach Abschnitt 3.4 ermittelten Kornzusammensetzung zusammenzusetzen. Die an dieser Probe ermittelten Größen a und b sind in die Zahlenwertgleichungen (14) und (15) einzusetzen.

3.4 Ermittlung der Sieblinie

Die Sieblinie kann nur ermittelt werden, wenn der Zuschlag vorhanden ist.

Bei salzsäureunlöslichem Zuschlag im Sinne von DIN 52 170 Teil 3 erfolgt die Ermittlung der Sieblinie nach den dort angegebenen Verfahren.

Bei vollkommen salzsäurelöslichem Zuschlag ist die Ermittlung der Sieblinie mit Hilfe chemischer Verfahren nicht möglich.

Bei teilweise salzsäurelöslichem Zuschlag führt das Verfahren nach DIN 52 170 Teil 3 in der Regel zu einer verfälschten Sieblinie. Um die tatsächlich im Beton vorhandene Sieblinie der Zuschläge zu ermitteln, muß deshalb an der durch die Salzsäurebehandlung verfälschten Sieblinie eine Korrektur vorgenommen werden, die den löslichen Anteil der

Zuschläge berücksichtigt. Dieses Verfahren kann deshalb nur angewendet werden, wenn der Zuschlag im unverarbeiteten Zustand vorliegt. Zunächst wird der durch thermische Behandlung (siehe DIN 52 170 Teil 3) vorzerkleinerte Beton mit Salzsäure behandelt. Dabei werden der Zementstein und die löslichen Bestandteile des Zuschlags aufgelöst. Von dem verbleibenden Rückstand wird die Kornzusammensetzung durch Sieben ermittelt. Die Gehalte der einzelnen Kornklassen 0/0,25; 0,25/0,5; 0,5/1 mm usw. werden mit G_1 , G_2 , G_3 usw. bezeichnet. Der unverarbeitete Zuschlag wird durch Sieben in die einzelnen Kornklassen 0/0,25; 0,25/0,5; 0,5/1 mm zerlegt. Diese werden getrennt ebenfalls mit Salzsäure behandelt. Durch Wägen vor und nach der Salzsäurebehandlung wird der für die Korrektur erforderliche unlösliche Rückstand bestimmt. Der an den einzelnen Kornklassen 0/0,25; 0,25/0,5; 0,5/1 mm usw. ermittelte unlösliche Rückstand wird mit B_1 , B_2 , B_3 usw. bezeichnet.

Die Behandlung der einzelnen Kornklassen mit Salzsäure kann dazu führen, daß sie nach der Salzsäurebehandlung Unterkorn aufweisen, d. h., daß z. B. die Kornklasse 8/16 mm auch Anteile kleiner als 8 mm hat. Von den salzsäurebehandelten Kornklassen ist deshalb nach der Salzsäurebehandlung der Anteil an Unterkorn durch Sieben zu bestimmen. Die einzelnen Gehalte an Unterkorn werden, wie in der Tabelle angegeben ist, bezeichnet.

Das Unterkorn der Kornklassen 0,25/0,5; 0,5/1 mm usw. des Betons wird der nächst kleineren Kornklasse zugeschlagen. Wird der salzsäureunlösliche Anteil einer Kornklasse mit x_1 , x_2 , x_3 usw. bezeichnet, so gelten für die einzelnen Kornklassen die folgenden Zahlenwertgleichungen (16) bis (24):

$$0/0,25 : G_1 = 100x_1 + g_2x_2 \quad (16)$$

$$0,25/0,5 : G_2 = (100 - g_2)x_2 + g_3x_3 \quad (17)$$

$$0,5/1 : G_3 = (100 - g_3)x_3 + g_4x_4 \quad (18)$$

$$1/2 : G_4 = (100 - g_4)x_4 + g_5x_5 \quad (19)$$

$$2/4 : G_5 = (100 - g_5)x_5 + g_6x_6 \quad (20)$$

$$4/8 : G_6 = (100 - g_6)x_6 + g_7x_7 \quad (21)$$

$$8/16 : G_7 = (100 - g_7)x_7 + g_8x_8 \quad (22)$$

$$16/32 : G_8 = (100 - g_8)x_8 + g_9x_9 \quad (23)$$

$$32/63 : G_9 = (100 - g_9)x_9 \quad (24)$$

Die Zahlenwertgleichungen (16) bis (24) werden nach den unbekannten Anteilen x_1 bis x_9 aufgelöst. Dadurch ergeben sich die Zahlenwertgleichungen (25) bis (33):

$$x_9 = \frac{G_9}{100 - g_9} \quad (25)$$

$$x_8 = \frac{1}{100 - g_8} (G_8 - g_9x_9) \quad (26)$$

$$x_7 = \frac{1}{100 - g_7} (G_7 - g_8x_8) \quad (27)$$

$$x_6 = \frac{1}{100 - g_6} (G_6 - g_7x_7) \quad (28)$$

$$x_5 = \frac{1}{100 - g_5} (G_5 - g_6x_6) \quad (29)$$

$$x_4 = \frac{1}{100 - g_4} (G_4 - g_5x_5) \quad (30)$$

Tabelle. Bezeichnung der Unterkornanteile der einzelnen Kornklassen nach der Säurebehandlung

Kornklasse mm	0/0,25	0,25/0,5	0,5/1	1/2	2/4	4/8	8/16	16/32	32/63
Gehalt an Unterkorn in %	$g_1 = 0$	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9