

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 28

Artikel: Einfache Rechnung zur Kontrolle des Zementgehaltes bei Betonmischungen
Autor: Joosting, Robert / Herzog, Max / Stamm, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68210>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Mit Hilfe der hier wiedergegebenen Begriffe und Zusammenhänge lassen sich eine ganze Anzahl der eingangs gestellten Fragen objektiv überblicken. Die nachfolgend gezogenen Schlussfolgerungen müssen notwendigerweise summarisch bleiben oder sich auf Illustrationsbeispiele des Zivilschutzes beschränken.

1. Gegen die Atomwaffe lässt sich kein absoluter Schutz erzielen.
2. Ein Punktziel zu verstärken, von dem man annehmen muss, dass der Gegner seine Koordinaten kennt und es als lohnendes Atomziel betrachten wird, ist wenig sinnvoll oder überhaupt unnütz, wenn die mögliche Waffenstreuung s_k klein ist im Verhältnis zur erzielbaren Schutzdistanz d_s .
3. Der beste Schutz wird erreicht, wenn wenigstens in der Grösse des Einzugsgebietes einer Explosion eine mehr oder weniger gleichmässige Bevölkerungs- oder Truppenverteilung angestrebt werden kann.

Einfache Rechnung zur Kontrolle des Zementgehaltes bei Betonmischungen

DK 693.552.3

Der Aufsatz von Dr. Max Herzog, Aarau, in H. 19, S. 319 der Schweizerischen Bauzeitung vom 13. Mai 1965 veranlasst mich zu folgender Beantwortung.

Sehr viele Ingenieure machen merkwürdigerweise wie Dr. Herzog immer wieder den Fehler, Rechnungen zur Kontrolle des Zementgehaltes bei Betonmischungen auf Basis der Volumina durchzuführen. Auch die VESI-Norm 1965 (Verband der selbständigen praktizierenden Ingenieure des Kantons Zürich) beruht auf dem gleichen fundamentalen Fehler. Die Schüttgewichte der normalen Portlandzemente, die in der Schweiz produziert werden, schwanken zwischen 1,1 und 1,35 t/m³. Ein Sand mit guter Kornzusammensetzung zwischen 0 und 5 mm verändert sein Schüttgewicht bei 4 Gew. % Feuchtigkeitsgehalt um rund 45% gegenüber seinem Schüttgewicht bei absoluter Trockenheit. Ein Kiessand-Gemisch mit Korngrössen von 0-30 mm, nach EMPA-Siebkurve zusammengesetzt, hat in erdfreiem Zustand eine Differenz des Schüttgewichtes von rund 20% gegenüber einer sehr sandreichen Mischung, die ebenfalls erdfreit ist. Diese grossen Streuungen zeigen, dass Rechnungen, welche auf den Volumina beruhen, sehr grosse Unsicherheiten enthalten müssen.

Umgekehrt ist bekannt, dass die Gewichte von verdichtetem Frischbeton nicht sehr stark schwanken. Für einen Frischbeton P 300 kann mit genügender Genauigkeit ein Raumgewicht von 2,45-2,50 t/m³ angenommen werden. Diese Streuung beträgt nur 2%. Wenn wir beispielsweise von einem Frischbeton-Gewicht von 2480 kg/m³ ausgehen, haben wir bei einem Beton P 300 definitionsgemäss 300 kg Zement, und wenn wir einen Wasser-Zement-Faktor von 0,5 wählen, sind dies 150 kg, so dass für das Kiessand-Gemisch 2030 kg bleiben. Sind nun, was vielfach der Fall ist, an der Betonaufbereitung anlage keine Einrichtungen vorhanden, um den Zement und die Zuschlagsstoffe zu wägen, so soll nicht ein Schüttgewicht angenommen werden, das aus irgendwelchen Tabellen entnommen wird, sondern es ist von Fall zu Fall mit einer einfachen Waage der Inhalt eines Zementkistchens zu bestimmen und auf die gleiche Weise der Inhalt eines Aufzugskubels mit dem entsprechenden Kiessand-Gemisch.

Kurz wiederholt das Rezept: Rechnung gewichtsmässig durchführen, Bestimmung der entsprechenden Mengen durch Probewägungen, welche auf jeder Baustelle zu wiederholen sind.

Die Kontrolle auf den Zementgehalt eines Betons kann auf dem Bauplatz sehr einfach und exakt auf folgende Weise durchgeführt werden. Von einer Mischung ist der zugegebene Zementgehalt mit einer einfachen Waage zu kontrollieren. Die ganze Mischung wird anschliessend in eine aus Schalbrettern provisorisch hergestellte Kiste geschüttet. Vernünftigerweise wählt man den Grundriss dieser Kiste 1x1 m. Nachdem dieser Beton vibriert ist, misst man das Volumen des verdichten Betons. Der Zementgehalt pro Mischung kann durch Wägen und das erhaltene Betonvolumen durch Messen sehr genau ermittelt werden. Aus diesen beiden Werten ergibt sich die genaue Angabe von kg/m³ verdichten Beton. Wenn man für diese Probe in der Messkiste mehr als eine Mischung zusammennimmt, so können noch die Unterschiede von Mischung zu Mischung ausgeglichen werden. Nach dieser Ergiebigkeitsprobe soll die Zementzugabe pro Mischung korrigiert werden. Es wäre zu wünschen, dass sich die Ingenieure auf diese einfache Ergiebigkeitskontrolle stützen und endlich mit ungenauen volumetrischen Berechnungen aufhören würden.

Hans Stamm, dipl. Ing. ETH, Leiter der Techn. Forschungs- und Beratungsstelle der Schweiz. Zementindustrie, Willegg

4. Verstärkungsmassnahmen für Truppen- oder Bevölkerungskonzentrationen sind dann von ebenso grossem Nutzen wie bei der gleichmässigen Verteilung, wenn der gegnerische Angriff als zufällig angesehen werden kann.

5. Werden nur wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt, dann liegt der optimale Schutzmfang bei Neubauten, wie sie für Zivilschutzverhältnisse üblich sind, in der Grössenordnung von 0,75 bis 3 atü entsprechend einem Wirkungsgrad von 70 bis 90%.

6. Als eine realistische Beurteilung des Nutzens von Atomschutzmassnahmen auf Flächenziele darf angenommen werden, dass mit rund 1000 Fr. Investitionen pro Person die Zahl der Ausfälle bei irgendeinem Waffeneinsatz auf einen Zehntel verringt werden könnte.

Adressen der Verfasser: Dr. E. Basler in Firma Basler & Hofmann, 8008 Zürich, Forchstrasse 84, und U. Kämpfer, dipl. Math., 8049 Zürich, Ackersteinstrasse 197. — Forschungsinstitut für Militärische Bau-technik, 8001 Zürich, Auf der Mauer 2.

Die Zuschrift von Ing. H. Stamm beanstandet grundsätzlich die vom Verfasser verwendete volumetrische Methode zur Kontrolle des Zementgehaltes von Betonmischungen. Aber im Zeitalter der Überbeschäftigung des Baugewerbes sind unproduktive Untersuchungen – wie die sogenannte Ergiebigkeitsprobe – zu mindest unbeliebt und nur auf bedeutenden Baustellen durchsetzbar. In allen übrigen Fällen gestattet die von mir angegebene Rechnung die schnellste Abschätzung der erforderlichen Zementmenge.

Der Einfluss der Variation des Schüttgewichtes von Zement auf das Ergebnis der volumetrischen Rechnung ist klein. Im Zahlenbeispiel des Verfassers¹) liefert

$$\begin{array}{lll} \gamma = 1,1 \text{ t/m}^3 & Z = 63 \text{ kg} \\ \gamma = 1,2 \text{ t/m}^3 & Z = 64 \text{ kg} \\ \gamma = 1,35 \text{ t/m}^3 & Z = 66 \text{ kg} \end{array}$$

Der Einfluss der Variation des Raumgewichts von Kiessand ist grösser. Für das im Mittelland (im Aufsatz als Arbeitsbereich des Verfassers zitiert) übliche runde Material 0-30 mm liefert das Zahlenbeispiel

$$\begin{array}{lll} F = 3\% & \gamma = 1,75 \text{ t/m}^3 & Z = 64 \text{ kg} \\ F = 10\% & \gamma = 1,95 \text{ t/m}^3 & Z = 68 \text{ kg} \end{array}$$

Selbst für die sehr hohe Eigenfeuchtigkeit des Kiessandes von 10% ergibt die Rechnung mit den vom Verfasser verwendeten Mittelwerten eine nur um 6% zu kleine Zementmenge.

Dies lässt den Schluss zu, dass die Ergebnisse der einfachen volumetrischen Rechnung des Verfassers doch nicht so schlecht sind, wie die Zuschrift von Ing. Stamm vermuten lässt. Dr. Max Herzog, Aarau

Die Redaktion hat diese beiden Äusserungen Ing. R. Joosting, EMPA, vorgelegt und von ihm folgende Antwort bekommen:

1. Wünscht man mit möglichst grosser Genauigkeit den Zementgehalt einer Betonmischung zu bestimmen, so ist die Ergiebigkeitsprobe die am besten geeignete Methode. Die verschiedenen Komponenten des Betons werden hierbei mit einer Waage gewogen, wobei eine Genauigkeit der Wägung von 0,5 bis 1,0% ohne weiteres erzielt werden kann. Das Volumen des verdichten Betons in der Spezialschalung kann mit einer Genauigkeit von 1 bis 2% gemessen werden.

2. Auch die Kontrolle des Zementgehaltes bei Betonmischungen auf Basis der Volumina ist möglich. Hierbei muss man sich aber ver-gegenwärtigen, dass die Genauigkeit dieser Methode bedeutend schlechter ist, als diejenige der Ergiebigkeitsprobe. Durch fehlerhafte Schätzungen der Raumgewichte des Betons, des Zementes und des Kiessandes können unter Umständen bei der Zementgehaltsbestim-mung Fehler bis zu 20% entstehen.

3. Dem Argument von Dr. Herzog, dass auf kleineren Baustellen die Ergiebigkeitsproben nicht durchgeführt werden können, kann ich nicht beipflichten. Die Durchführung nimmt höchstens eine halbe bis eine Stunde in Anspruch. Meines Erachtens ist dieser geringe Aufwand auch für kleinere Baustellen noch erträglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Beide Methoden sind brauchbar. Wünscht man genaue Resultate, so wendet man die Ergiebigkeitsprobe an, begnügt man sich dagegen mit approximativen Werten, so kann auch die volumetrische Methode zum Ziel führen.

Robert Joosting, dipl. Ing., Vorsteher der Abteilung Beton und Binde-mittel, EMPA, Dübendorf ZH

¹⁾ Hier sei berichtet, dass es in Zeile 15 meines Aufsatzes heißen soll: Zement 300 kg = 250 l.