Zeitschrift: Cementbulletin

Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)

Band: 30-31 (1962-1963)

Heft: 10

Artikel: Die Bestimmung der Festigkeitsstreuung von Beton im Bauwerk mit dem Rückprallhammer

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153412

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: 23.12.2025

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

CEMENTBULLETIN

OKTOBER 1962 30. JAHRGANG NUMMER 10

Die Bestimmung der Festigkeitsstreuung von Beton im Bauwerk mit dem Rückprallhammer

Die Bedeutung der Festigkeitsstreuung. Möglichkeiten der Bestimmung der Festigkeitsstreuung. Ausführungsbeispiel.

Im Cementbulletin Nr. 15/1961 haben wir am Schlusse speziell auf die sehr grossen Unterschiede hingewiesen, welche bezüglich der Bauwerkssicherheit zwischen Betonen mit verschieden hoher Festigkeitsstreuung bestehen. Ein Beton mit sehr guter Regelmässigkeit der Festigkeit (V = 10%) bietet z. B. mit nur 250 kg/cm² mittlerer Würfeldruckfestigkeit eine grössere Bauwerkssicherheit als ein unregelmässiger Beton (V = 20%) mit 500 kg/cm². Es wurde angeregt, den Qualitätsunterschied, der sich aus dem Streuungsmass

ergibt, angesichts seiner bedeutenden praktischen Auswirkung in kommenden Betonnormen zu berücksichtigen. Es wäre eine höchste Betonklasse einzuführen, bei der nebst einer mittleren Würfeldruckfestigkeit auch die Innehaltung einer bestimmten, niedrigen Festigkeitsstreuung vorgeschrieben würde bzw. gewährleistet werden müsste. Dieser Vorschlag ist nicht neu. Seine Verwirklichung scheiterte aber an den grossen Umtrieben, mit denen die zuverlässige Bestimmung der Festigkeitsstreuung des Betons bis anhin verbunden war (s. hierzu CB Nr. 22/1957).

In einem kurzen Bericht haben Prof. Dr. J. Weinhold und H.-G. Meyer, Hannover, Resultate von Festigkeitsmessungen an 113 Betonbauwerken zusammengestellt (s. lit. Ang.). Für die Messungen dienten zwei Verfahren, nämlich je ungefähr zur Hälfte die Prüfung von entnommenen Bohrkernen und die zerstörungsfreie Festigkeitsbestimmung nach der Kugelschlagmethode (DIN 4240). Aus dem so gewonnenen Zahlenmaterial wurden die Streuungsmasse der Betonfestigkeit für jedes Bauwerk errechnet, wobei als wesentlichste Ergebnisse die folgenden festgehalten werden konnten:

- Die beiden gänzlich verschiedenartigen Messmethoden lieferten praktisch gleichwertige Streuungsmasse.
- Im Bauwerksbeton muss mit einer etwas höheren Festigkeitsstreuung gerechnet werden als solche aus entsprechenden, nebenbei gefertigten Probekörpern ermittelt wird.
- Die errechneten Streuungsmasse schwankten von ungefähr V = 5% bis V = 45%.
- Die Höhe der Streuungsmasse scheint unabhängig von den mittleren Würfeldruckfestigkeiten zu sein (die letzteren bewegen sich in der Prüfreihe zwischen ungefähr 100 und 500 kg/cm²).

Im Rahmen der Beschreibung von Methoden der zerstörungsfreien Betonprüfung (CB Nr. 19/1961) haben wir auch den Schmidtschen Betonprüfhammer gewürdigt und dabei festgestellt, dass sich dieses Gerät auch zur Bestimmung von relativen Werten (Vergleichswerten) besonders gut eignet. Mit dem Beton-Prüfhammer ist uns deshalb ein Mittel gegeben, die Streuung der Betonfestigkeit in einem Bauteil oder ganzen Bauwerk rasch und zuverlässig zu bestimmen.

3 Das Streuungsmass der Betonfestigkeit, ermittelt am bestehenden Bauwerk, hat einen höheren, unmittelbaren Aussagewert. Das Einbringen und Verdichten sowie die Erhärtungsbedingungen erbringen im Bauwerk nicht ganz dieselben Einflüsse wie in den nebenbei erstellten Probekörpern. Für eingehende Erwägungen von Fragen der Bemessung und der Bauwerkssicherheit bilden die an Bauwerken selber korrekt ermittelten Festigkeitsstreuungen die beste Grundlage.

Im folgenden wird nun anhand eines Beispiels gezeigt, wie die Bestimmung der Festigkeitsstreuung des Betons in einem Bauwerk mit Hilfe des Beton-Prüfhammers ausgeführt werden kann.

Geprüft wurde die Platte einer Strassenüberführung. Der Beton war zu diesem Zeitpunkt 81 Tage alt. 64 Prüfstellen wurden an der Plattenunterseite so verteilt, dass jede in den Bereich einer anderen eingebrachten Beton-Mischcharge fiel.

Resultate:

Tabelle 1

R-Werte der 64 Messstellen

(R = Mittel aus je 10 Einzelbestimmungen = $\frac{\Sigma r}{10}$)

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	49,7	52,2	55,9	56,8	59,5	56,5	55,4	55,2
B	52,0	56,2	56,2	57,4	54,8	55,6	53,5	51,2
C	58,1	52,3	55,4	49,6	51,2	50,6	51,0	50,9
D	53,8	56,6	54,1	55,7	54,2	53,4	50,9	54,6
E	53,0	54,6	55,3	54,3	56,8	50,6	55,7	55,2
F	57,7	55,6	52,7	53,8	53,7	56,4	53,5	52,3
G	52,4	55,2	51,4	49,4	50,5	56,3	52,4	55,2
H	54,9	52,3	53,9	55,4	51,6	57,1	52,4	59,4

Mittel der 64 Prellhärten $= \overline{\mathbf{R}} = \frac{\Sigma R}{64} = \mathbf{54{,}1}$

Mittl. Streuung der R-Werte $s = \sqrt{\frac{\Sigma (R-\overline{R})^2}{63}} = \pm \mathbf{2{,}42}$

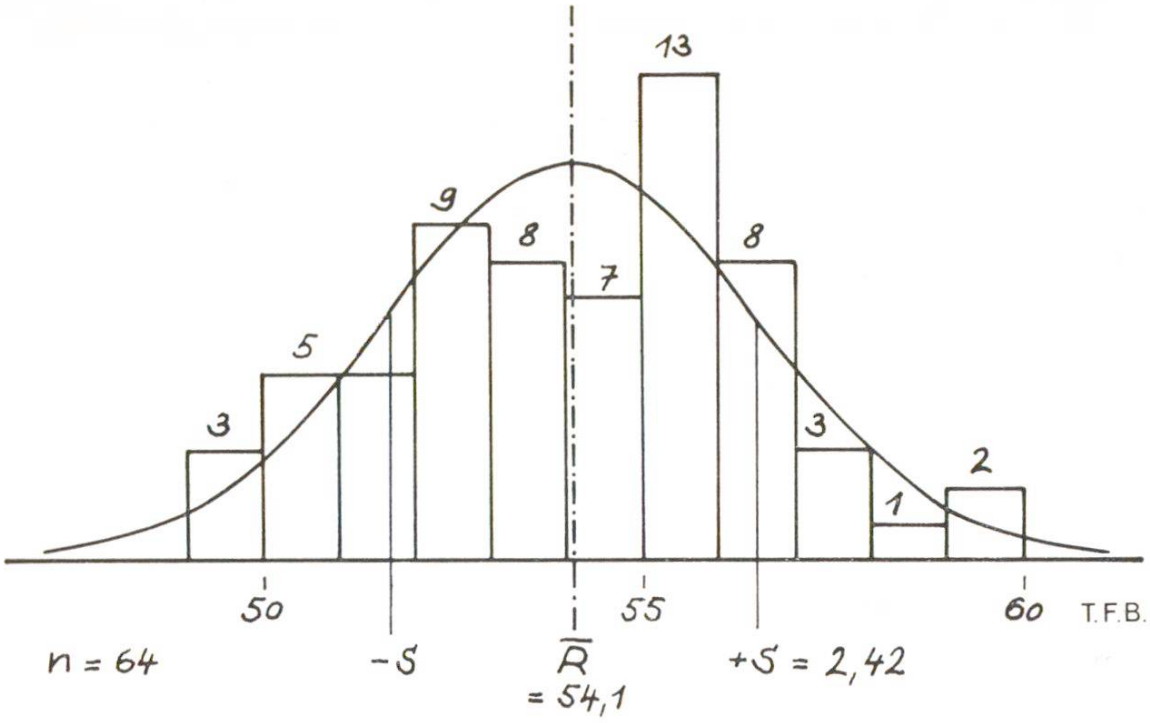

Abb. 1 Häufigkeitsdiagramm der 64 R-Werte mit der zugehörigen Gauss'schen Glockenkurve

Tabelle 2

Einzelwerte der Prüfhammerablesungen an 8 Messstellen

Mess-stelle	10 Ablesungen, r										R	s_1
A 1	48	52	50	45	45	44	49	54	55	55	49,7	4,21
B 1	56	54	52	51	52	52	52	50	50	51	52,0	1,82
C 1	55	61	61	57	56	56	57	60	60	58	58,1	2,23
D 1	54	56	57	58	55	54	52	50	50	52	53,8	2,78
E 1	52	50	48	57	50	53	59	58	49	54	53,0	3,92
F 1	61	59	56	57	57	57	55	58	58	59	57,7	1,70
G 1	55	53	56	51	52	53	51	50	55	48	52,4	2,50
H 1	52	56	52	58	59	60	54	55	51	52	54,9	3,25

Durchschnitt = Prellhärte : $R = \frac{\Sigma r}{10}$

Mittlere Streuung der Einzelschläge $s_1 = \sqrt{\frac{\Sigma (r-R)^2}{9}}$

Durchschnittliche Streuung der Einzelablesungen:

$\bar{s}_1 = \sqrt{\frac{\Sigma s_1^2}{8}} = 2{,}93$ Skaleneinheiten

5 **Auswertung:** Die durchschnittliche Streuung der Einzelablesungen $\overline{s}_1 = 2{,}93$ ist hier relativ hoch. Dies ist typisch für einen kiesreichen Beton.

Die ermittelte Streuung der 64 R-Werte von $s = \pm 2{,}42$ Skaleneinheiten bedarf noch einer Korrektur, indem von ihr der Streuungsanteil der Einzelbestimmungen in Abzug gebracht werden muss. Würde der Beton nämlich an allen geprüften Punkten genau die gleiche Festigkeit haben, so wären die 64 R-Werte wegen der Streuung der einzelnen Prüfhammerablesungen dennoch verschieden. Der betreffende Streuungsanteil errechnet sich wie folgt:

$$\frac{\overline{s}_1}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}93}{\sqrt{10}} = 0{,}93 \text{ Skaleneinheiten}$$

Die Korrektur wird nun gemäss dem Fehlerfortpflanzungsgesetz vorgenommen:

$$\mathbf{s_b} = \sqrt{2{,}42^2 - 0{,}93^2} = \pm \mathbf{2{,}23} \text{ Skaleneinheiten.}$$

Der mittlere R-Wert von 54,1 Skalenheiten, der sich aus der Prüfreihe ergibt, entspricht gemäss der Eichkurve des Prüfhammers einer Würfeldruckfestigkeit von 630 kg/cm². In diesem Bereich beträgt die Steigung der Eichkurve 21 kg/cm² je Skaleneinheit. Als mittlere Streuung umgerechnet in kg/cm² ergibt sich somit:

$$\mathbf{s_b} = 2{,}23 \times 21 = \pm \mathbf{46{,}8\ kg/cm^2}$$

Der Variationskoeffizient V des Bauwerksbetons beträgt:

$$\mathbf{V} = \frac{46{,}8 \times 100}{630} = \mathbf{7{,}5}\%$$

(Dies ist ein ausserordentlich niedriges Streuungsmass, das den Erstellern des Bauwerkes das beste Zeugnis ausstellt.)

Bei der Ausführung einer solchen Untersuchung ist besonders noch auf die folgenden Punkte zu achten:

- Bezeichnung von mindestens 20–30 Messstellen am Bauwerksbeton, wobei selbstverständlich nur Beton gleichen Ursprungs, gleichen Alters und gleicher Zusammensetzung in die Messreihe mit einbezogen werden kann. Die Messpunkte müssen willkür-

lich verteilt sein und so weit auseinanderliegen, dass sie mit grösster Wahrscheinlichkeit jeweils verschiedene eingebrachte Beton-Mischchargen treffen.

- Die ganze Messreihe ist mit demselben Prüfhammer unter genauer Beobachtung der Gebrauchsanweisung durchzuführen. Insbesondere sollen die Vorbereitungen der Messstellen (Reinigen und Anschleifen) überall gleichartig erfolgen.

(Die Zahlenangaben und die Rechnungen für das angeführte Beispiel wurden uns in verdankenswerter Weise von Herrn dipl. Ing. E. Schmidt zur Verfügung gestellt.) Tr.

Literaturangabe:

J. Weinhold und **H.-G. Meyer,** Streuung der Betondruckfestigkeit im Bauwerk. Beton- und Stahlbetonbau **56,** 200 (Aug. 1961) (mit einigen weiteren Literaturangaben zum Thema).

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71