Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 9

PDF erstellt am: **04.06.2024**

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

INHALT: Versuche zur Bestimmung des Seitendruckes vom feuchten Zementbeton. — Der Stammheimer Bildersturm A. D. 1923. — Reformierte Gemeindebauten. — Elektrische Fussboden-Heizung. — Miscellanea: Erhöhung der Talsperre der Stadt Nordhausen. Automobilstrasse von 5300 km Länge zwischen New York und San Francisco. Dampfkessel mit umlaufenden Wasserrohren. Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Wettervoraussage zur See. Hudson-Bai-Eisenbahn. — Konkurrenzen: Neuer Bahnhofplatz und Bahnhof Enge. — Literatur: Zwingli-Kalender 1924. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 82. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 9.

# Versuche zur Bestimmung des Seitendruckes von feuchtem Zementbeton.

Von Dr.-Ing. *Paul Noack*, Halle a. S.

Beim Einbringen der feuchten Betonmasse werden die Schalungen nebst ihrer Absteifung in senkrechter Richtung durch das Eigengewicht des Beton und die Verkehrslasten, in seitlicher Richtung durch den Seitendruck des frischen Betons und durch Wind beansprucht.

Die senkrechten und Windkräfte, die der Rechnung leicht zugänglich sind, können hier ausser Betracht bleiben. Zur Bestimmung des Seitendruckes von feuchtem Zement-Beton wurden vom Verfasser in den Jahren 1916/17 Versuche beim Bau der A. E. G.-Schnellbahn Gesundbrunnen-Neukölln in Berlin durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend kurz mitgeteilt werden. In eingehender Weise ist das Problem des Beton-Seitendruckes in der Dissertation des Verfassers: „Ergebnisse neuerer Forscherarbeiten über die Eigenschaften des Zementbetons und Versuche zur Bestimmung seines Seitendruckes" (Dresden 1919), behandelt.

Veröffentlichungen deutscher oder europäischer Versuche über den Seitendruck von Beton oder Angaben seiner Grösse und der zu beobachtenden Rechnungsgrundsätze liegen bisher nicht vor. Nur gelegentliche Hinweise auf die Notwendigkeit guter Versteifung der Schalung gegen den „im halbflüssigen Zustande stark drückenden Beton" oder Meinungsverschiedenheiten über die Frage, ob Guss-Beton eine stärkere oder schwächere Rüstung erfordert als Stampfbeton, finden sich in der vom Verfasser sorgfältig durchgesehenen Fachliteratur. Klarheit über die Art und Grösse der vom feuchten Beton entfalteten Seitenkräfte ist indessen nötig, um die Schalungen und Rüstungen, insbesondere bei der Anwendung der Gussbetonbauweise, sachgemäss und wirtschaftlich ausbilden zu können.

Die Versuche des Verfassers wurden mit erdfeuchtem, plastischem und flüssigem Beton aus einem Raumteil Rüdersdorfer Portlandzement und sechs Raumteilen Löcknitzer Kiessand durchgeführt. Die Lufttemperaturen schwankten zwischen + 16° und + 20° C. Aus der nachstehenden Tabelle gehen hervor: die Wasserzusätze (in Prozenten der Gewichte der Trockenmischungen), die beobachteten natürlichen Böschungswinkel und Abbindezeiten der Versuchsbeton, die Füllzeiten und lotrechten Füllgeschwindigkeiten, die Reibungszahlen zwischen Beton und rauher Holzschalung.

| Steife des Betons | erdfeucht | plastisch | flüssig |
|---|---|---|---|
| Wasserzusatz . . . . . % | 6,7 | 10,0 | 13,0 |
| Böschungswinkel . . . . . tg $\varphi$ | 0,38 | 0,31 | 0,27 |
| Abbindezeit . . . . . h | 12,0 | 13,0 | 13,5 |
| Füllzeit . . . . . min | 130 | 100 | 55 |
| Füllgeschwindigkeit . . . . . m/h | 1,22 | 1,58 | 2,88 |
| Reibungszahlen . . . . . tg $\varphi'$ | 0,85 | 0,70 | 0,64 |

Als Messkörper diente ein hölzerner Kasten von 1,97 m Länge, 0,62 m Breite und 2,64 m Höhe. Rück- und Querwände waren so kräftig ausgebildet, dass sie nennenswerte Formänderungen beim Einbringen des Beton nicht gestatteten. Die Vorderwand bestand aus 44 einzelnen kiefernen Latten von 20/60 mm Querschnitt. Während der Kastenfüllung wurden die Lattendurchbiegungen $d$ fortlaufend gemessen, aus denen der Seitendruck $p$ (nach vorheriger Bestimmung des Elastizitätsmoduls $E$ der Latten) wie folgt errechnet wurde:

$$p \text{ (in t/m}^2) = 0{,}03583 \cdot d \text{ (in cm)}.$$

Die grösste gemessene Durchbiegung $d$ betrug 20,6 cm; zu einem Lattenbruche ist es nicht gekommen.

Auf Grund der eingehenden Bearbeitung der Versuchsunterlagen kam der Verfasser zu folgenden Ergebnissen: Die gefundenen Seitendruck-Kurven jeder der drei Reihen werden in durchaus befriedigender Weise von Hüll-Kurven umschlossen, die gesetzmässig einer logarithmischen Funktion (Formel 1) folgen. Diese Funktion wurde zuerst von H. A. Janssen in Bremen für den Getreidedruck in Silos aus Modellversuchen im Jahre 1895 abgeleitet. Spätere Getreidedruck-Versuche an Silozellen von Prante, Jameson, Bovey, Lufft und Pleissner (1896 bis 1905) bestätigen die Richtigkeit der Rechnungsweise nach Janssen. Georg Lindner in Karlsruhe wies 1912 nach, dass die Theorie von Janssen allgemein auf Schüttgüter in hohen Behältern, wie Salz, Zement, Sand, Steinschlag, Kohle und Erz, die man gewöhnlich als „Halbflüssigkeiten" bezeichnet, anwendbar ist. (Mitt. über Forschungs-Arbeiten, Heft 124.)

Aehnlich wie Getreide verschiedener Art gewisse Aenderungen der im Grundgesetz enthaltenen Koeffizienten bedingt, so drückt sich die unterschiedliche Beschaffenheit (Steife) des Betons in verschiedener Bezifferung der Koeffizienten aus. Das Druckgesetz der vollkommenen Flüssigkeiten ist auf Beton nicht anwendbar.

Bedeutet:

$p$ den Seitendruck des feuchten Beton in t/m²,
$q$ den Bodendruck des feuchten Beton in t/m²,
$\gamma$ das Raumgewicht des gestampften, bezw. eingefüllten frischen Beton in t/m³ (Mittelwert 2,1 t/m³),
$U$ den Grundrissumfang der Schalzelle in m,
$F$ den wagerechten Zellenquerschnitt in m²,
$c$ den Quotient $U:F$,
$e$ die Basis der nat. Logarithmen = 2,718 . . .
$f = \text{tg}\,\varphi'$ die Reibungszahl zwischen Beton und Schalwand,
$k = f(p:q)$ eine Konstante und zwar
für erdfeuchten Beton $k = 0{,}401$,
für plastischen Beton $k = 0{,}380$,
für flüssigen Beton $k = 0{,}375$,
$h$ die Füll- oder Druckhöhe in der Zelle in m,

so lautet das allgemeine Gesetz für den Seitendruck von feuchtem Beton:

$$p = \frac{\gamma}{fc}\left(1 - e^{-kch}\right) \text{ für } c > 0 \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Wenn die Druckhöhe bis $h = \infty$ wächst, so erreicht der Seitendruck den Asymptotenwert

$$\max p = \frac{\gamma}{fc} \text{ für } h = \infty,\ c > 0 \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Von bestimmendem Einflusse auf den Verlauf der Kurven gemäss Formel (1) ist der Wert $c = U:F$. Mit wachsendem $c$ sinkt der Seitendruck $p$, mit fallendem $c$ nimmt er zu. Eine besondere Stellung beansprucht der Grenzwert $\lim c = 0$, der für unendlich grosse Zellen gilt. Man erhält hierfür den einfachen Ausdruck

$$\lim p = \gamma \frac{k}{f} h = \gamma' h \text{ für } c = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Formel (3) ist die Gleichung einer geraden Linie durch den Koordinatenanfang, die daselbst alle mit $c > 0$ konstruierten Seitendruck-Kurven als Tangente berührt. Mit den oben mitgeteilten Ziffern für $k$, $f$ und $\gamma$ ergeben sich folgende Grenzwerte des Seitendruckes:

für erdfeuchten Beton $\lim p$ (in t/m²) $= 0{,}99 \cdot h$,
für plastischen Beton $\lim p$ (in t/m²) $= 1{,}14 \cdot h$,
für flüssigen Beton $\lim p$ (in t/m²) $= 1{,}23 \cdot h$.