Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 26-27 (1958-1959)
Heft: 17

Artikel: Über den Schalungsdruck des Betons
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153371

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: 11.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

MAI 1959 JAHRGANG 27 NUMMER 17

Über den Schalungsdruck des Betons

Der Schalungsdruck als hydrostatischer Druck des Betons. Zonen verringerter Druckzunahme und mit konstant bleibendem Druck. Einflüsse auf den Schalungsdruck und Abschätzung desselben.

Der Druck, den der frisch eingefüllte Beton auf die seitlichen Schalungswände ausübt, kann ganz erhebliche, sehr oft ungeahnte Kräfte erzeugen. Bei jüngsten amerikanischen Versuchen wurde unter extremen Bedingungen (Schüttgeschwindigkeit = 7,5 m pro Stunde) ein Druck von 14,5 t/m^2 gemessen. Man kann sich leicht vorstellen, dass unter solchen Kräften die üblichen Schalungen längst auseinandergeborsten wären. Wenn z. B. an einer zu betonierenden Wand jeden Laufmeter in waagrechter und senkrechter Richtung je zwei Schalungsdrähte angebracht werden, so wird ein solches Drahtpaar, zusätzlich zu seiner eigenen Spannung, die gesamte Druckkraft pro m^2 aufnehmen müssen. Schon oft ist es vorgekommen, dass Schalungsdrähte unter der Druckeinwirkung rissen und dadurch, wenn nicht die gesamte Schalung zerstört wurde, so doch Ausbuchtungen in der Wandfläche entstanden (Abb. 3). Auch können einzelne schwächere Schalungsbretter durch den Betondruck herausgebogen werden oder gar brechen.

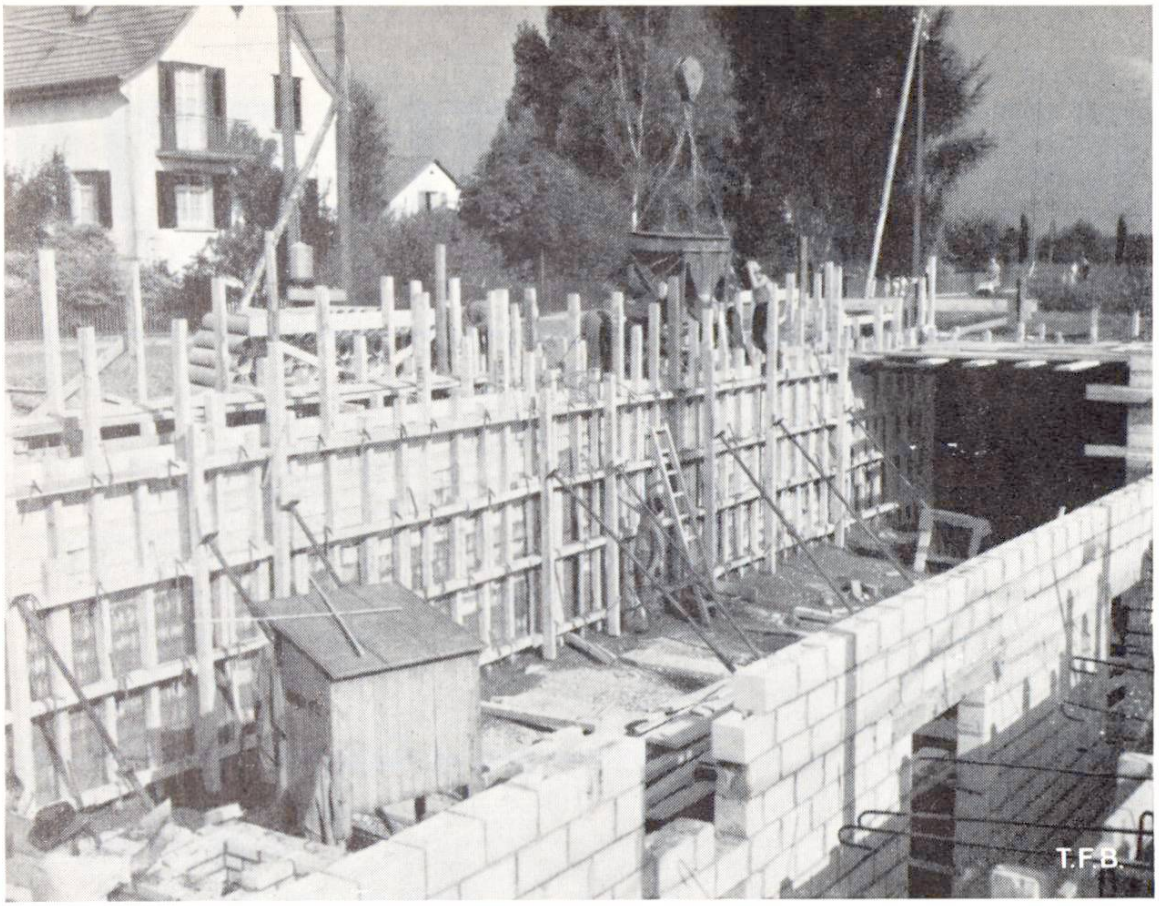

Abb. 1 Wenn diese Wand mit einer Schüttgeschwindigkeit von 0,75 m/Std. betoniert wird, so ergibt sich in der unteren Hälfte (ca. 1,5 × 20 m = 30 m²) ein geschätzter maximaler Schalungsdruck von 2,8 t/m². Die gesamte Drucklast beträgt somit ca. 84 t. Sie wird, wie aus dem Bild ersichtlich, von ca. 200 Schalungsdrähten aufgenommen. Das sind 420 kg pro Draht, der damit schon bis nahe an seine Zugfestigkeit beansprucht ist (⌀ 4 mm, Zugfestigkeit 40 kg/mm²). Wären weniger Schalungsdrähte angeordnet oder würde die Schüttgeschwindigkeit gesteigert, so bestünde bereits eine aktute Gefahr des Schalungsbruches

Bei mittleren und kleinen Bauarbeiten wird bei der Erstellung der Schalung der zu erwartende Betondruck kaum berücksichtigt. Man errichtet die Holzkonstruktion nach hergebrachten Regeln, welche, und dies ist zu beanstanden, z. T. noch aus der Zeit vor der Einführung der Innenvibration stammen. Unter gewissen Umständen, die gar nicht so selten sind, werden solche Schalungen durch den Betondruck bis zur äussersten Grenze beansprucht.

Der Schalungsdruck des frischen Betons kann zunächst als rein hydrostatischer Druck aufgefasst werden. Dies gilt bei Anwendung der Vibration, welche bekanntlich die innere Reibung der Mischung grösstenteils aufhebt und bewirkt, dass sich der Beton ähnlich einer homogenen Flüssigkeit verhält. Der hydrostatische Druck, der von jedem gewählten Punkt aus nach allen Richtungen in demselben Ausmass wirkt, ist abhängig vom Gewicht der überstehenden Flüssigkeitssäule. Eine Betonsäule von z. B. 1 m Höhe

3 (h) und 1 dm^2 Querschnitt wiegt 24 kg (Raumgewicht des frischen Betons = d = 2,4 kg/l). An ihrem Fusse herrscht somit ein Druck von 24 kg/dm^2 = 2,4 t/m^2. Der hydrostatische Druck ist jederzeit leicht durch die Gleichung $p = h \cdot d$ zu berechnen. Er erweist sich somit mit Ausnahme der Höhe als unabhängig von der Form des Baukörpers und von der beteiligten Flüssigkeitssmenge.
Abgesehen von eventuellen kurzen Druckstössen beim Einbringen, bildet der berechnete hydrostatische Druck immer das Maximum des zu erwartenden Schalungsdruckes. Er wird im Bereich intensiver Vibration annähernd erreicht. Im übrigen ist der auftretende Druck abhängig von der Konsistenz, der Kornzusammensetzung, der Beschaffenheit der Schalung und Armierung und, vor allen Dingen, von der Abbindezeit des Betons und damit von der Cementart, der Betontemperatur und der Schüttgeschwindigkeit.

Betrachtet man einen nach der Höhe fortschreitenden Betonierungsvorgang, so lassen sich bezüglich des Druckes drei Zonen unterscheiden:

A. Die eben eingebrachten Schichten, welche der Vibration unmittelbar unterworfen werden. Sie erzeugen Druckwirkung in der Grössenordnung des hydrostatischen Druckes. In 1 m Tiefe z. B. 2,4 t/m^2, in 0,7 m Tiefe 1,7 t/m^2 ($\sim$0,7 . 2,4).

B. Die darunter liegenden Schichten, in welchen die Vibration nur noch in abgeschwächtem Masse nachwirkt, der Abbindeprozess jedoch noch nicht eingesetzt hat. In ihnen steigert sich der Druck nicht mehr in dem Verhältnis, wie oben die Auflage erhöht wird. Wird z. B. die Betonierung oben um 1 m fortgesetzt, so erfährt der Druck in der Zone B wohl noch einen Zuwachs, jedoch nicht mehr im theoretisch entsprechenden Betrag von 2,4 t/m^2.

C. Die tieferen Schichten, in welchen der Abbindeprozess eingesetzt hat. Sie erzeugen den Schalungsdruck, den sie zuvor als Schichten A und B mitgeteilt erhalten haben. Der Druck erhöht sich aber nicht mehr durch die weitere Fortsetzung der Betonierung.

An der Grenze zwischen den Zonen B und C ist bei fortschreitender Betonierung der maximale Schalungsdruck erreicht. Dieser Punkt wird zunächst zeitlich festgelegt, und zwar nimmt man bei normalen Abbindeverhältnissen und Temperaturen von 15—20 °C hierfür ein Betonalter von 2 Std. an. Tiefere Betontemperaturen,

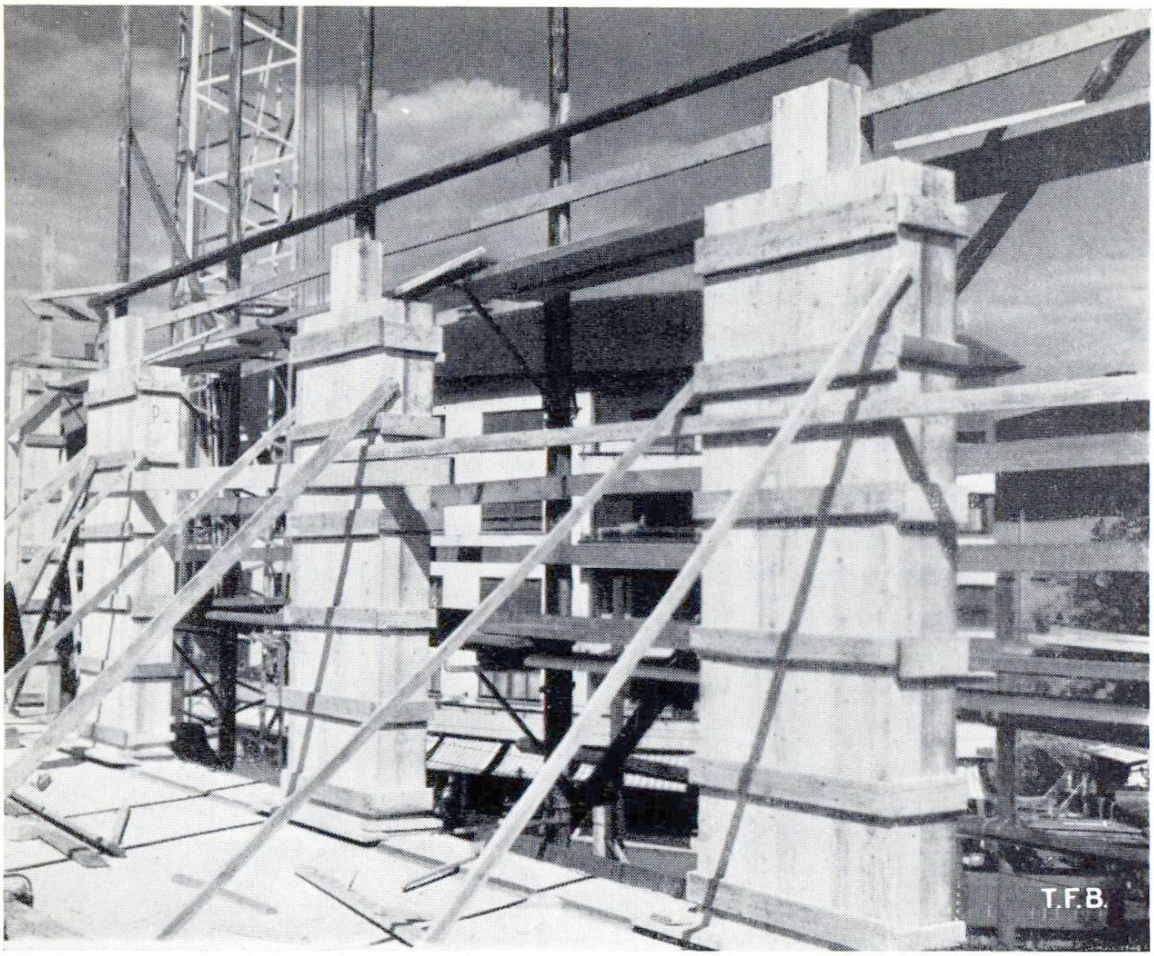

Abb. 2 Säulen oder Stützen, Betonkörper mit relativ kleinem Querschnitt, die hohe Schüttgeschwindigkeiten erlauben, erfordern wegen der grossen Schalungsdrücke besondere Aufmerksamkeit bei der Erstellung der Schalung, beim Einbringen und Verdichten des Betons

gegen den Gefrierpunkt, erhöhen diese Zeit beträchtlich, so dass in diesem Falle die Grenze für ein Druckmaximum praktisch ausscheidet.

Der Anteil, um den sich die Druckzunahme in der Zone B reduziert, ist veränderlich. Bei Massenbeton, d. h. in grossen Betonquerschnitten ist er klein, in engen Schalungen, bei kleinen Betonquerschnitten, gross. Im ersten Falle, bei dem mit Schüttgeschwindigkeiten von höchstens v = 1 m/Std. gerechnet werden muss, wäre auch in der Zone B der volle hydrostatische Druck anzunehmen. Der maximale Schalungsdruck $p_{max.}$ würde sich hier bei der 2-Std.-Grenze aus der Schüttgeschwindigkeit v wie folgt berechnen lassen:

$$p_{max.} = 2 \,.\, v \,.\, 2{,}4 \qquad \left[\frac{t}{m^2} = \text{Std.} \frac{m}{\text{Std.}} \cdot \frac{t}{m^3} \right]$$

Je kleiner demgegenüber der Betonquerschnitt wird, desto grössere Schüttgeschwindigkeiten werden möglich und um so ge-

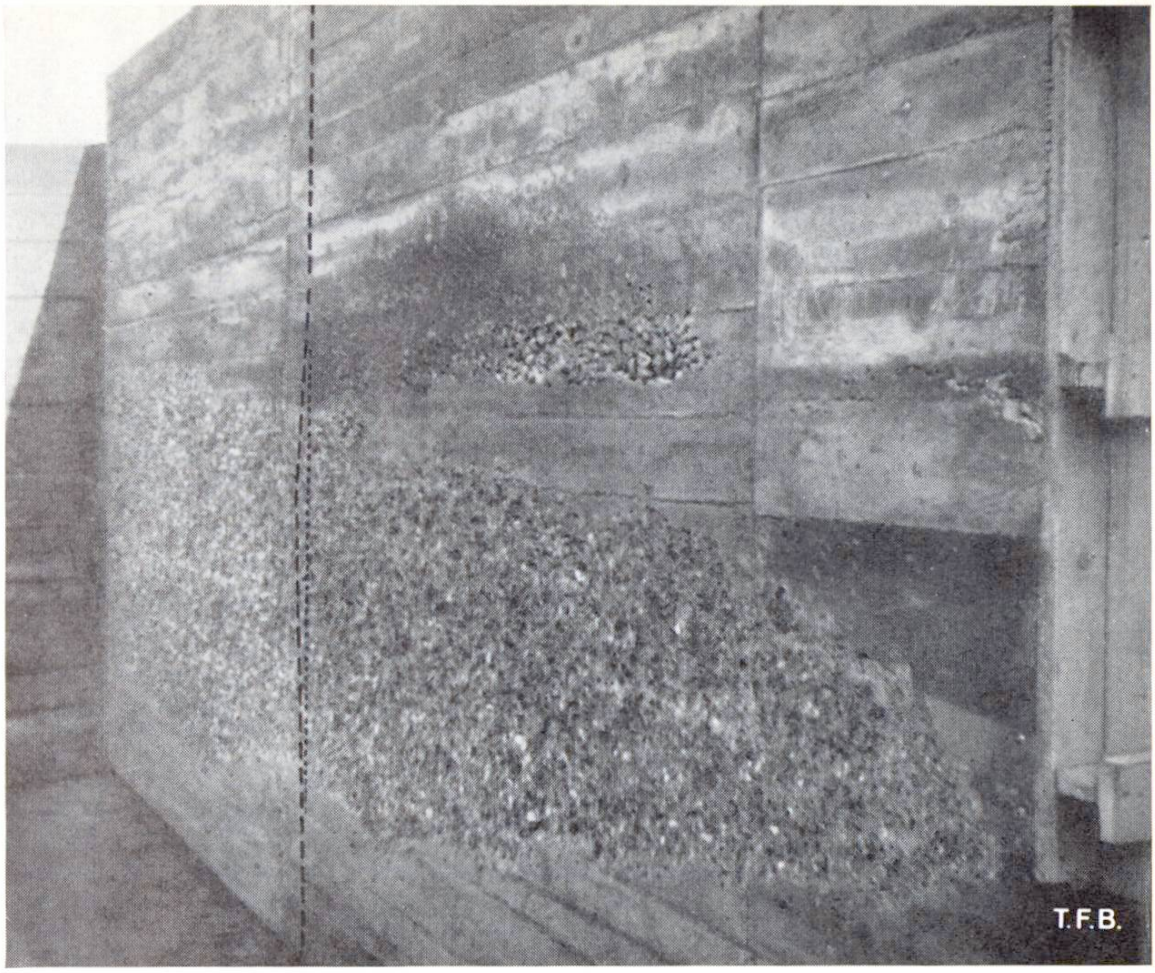

Abb. 3 Beim Betonieren dieser 16 cm starken Wand hat wegen zu hoher Schüttgeschwindigkeit der Schalungsdruck dermassen zugenommen, dass einige Schalungsdrähte rissen. Es war nur einem Zufall zu verdanken, dass nicht das ganze Werk einstürzte. Immerhin entstand eine Ausbuchtung der Wandfläche, die abgepickelt werden musste

ringer wird aber auch der fortschreitende Druckzuwachs in der Zone B sein (infolge der äusseren Reibung und Gewölbewirkung). Nimmt man als Grenze zwischen Zone A und B die Tiefe der direkten Vibration, z. B. 1 m an, so wird sich der maximale Schalungsdruck an der 2-Std.-Grenze nach folgenden Richtlinien abschätzen lassen:

Bis zu 1 m Tiefe (Zone A): hydrostatischer Druck,
$p = h \cdot 2{,}4 = 2{,}4\ t/m^2$. In der darunterliegenden Zone B wird der Druck im Mittel nur noch um $^1/_3$ des hydrostatischen Wertes zunehmen. Es ergibt sich somit:

$$p_{max.} = 2{,}4 + \frac{1}{3} \cdot (h - 1) \cdot 2{,}4$$
$$= 2{,}4 + 0{,}8\ h - 0{,}8$$
$$= 1{,}6 + 0{,}8\ h \qquad (h = 2 \cdot v)$$
$$p_{max.} = 1{,}6 + 1{,}6\ v \qquad \text{(bei normalen Abbindeverhältnissen)}$$

6 Aus diesen Ausführungen wären für den allgemeinen Gebrauch noch die folgenden Schlussfolgerungen zu ziehen:

1. Das Vibrieren des Betons führt zu erheblich höheren Druckwirkungen. Zu empfehlen ist Tauchvibration. Aussenvibration erfordert immer eine speziell starke Schalungskonstruktion.

2. Der Schalungsdruck kann in folgenden Fällen gefährliche Ausmasse erreichen:
   a) Bei hohen Schüttgeschwindigkeiten über 2 m/Std., also vornehmlich bei kleinen Betonquerschnitten.
   b) Bei langsamem Abbinden infolge tiefer Temperaturen oder verzögernden Zusatzmitteln.
   c) Bei zu tiefem Eintauchen des Vibriergerätes.
   d) Bei unsorgfältigem Einbringen infolge der fallenden Last der Betonmasse.

Literaturverzeichnis:

S. Rodin, Pressure of Concrete on Formwork, Proceedings, **1,** No. 6 (Nov. 1952) London

L. J. Kahn, Evolution des coffrages, Ann. Inst. Techn. **7,** No. 77, 412 (Mai 1954) Paris

H. Muhs, Zum Schalungsdruck des Betons, Beton- und Stahlbetonbau **50,** 158 (Juni 1955) Berlin

ACI Committee 622, Pressures on Formwork, J. Am. Concr. Inst. **30,** 173 (Aug. 1958) Detroit, Mich.

Zu jeder weitern Auskunft steht zur Verfügung die

TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER E. G. PORTLAND
WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71

607