Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 32-33 (1964-1965)
Heft: 11

Artikel: Einfrieren des Betons
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153437

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: 07.08.2025

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

CEMENTBULLETIN

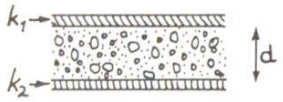
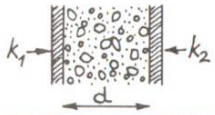
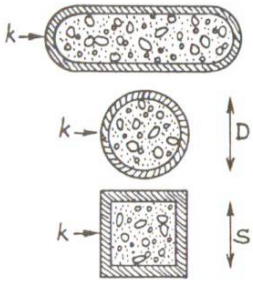
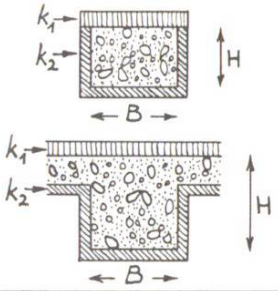
NOVEMBER 1964 JAHRGANG 32 NUMMER 11

Einfrieren des Betons

Vereinfachte Methode zur Bestimmung der notwendigen Isolierung von frisch eingebrachtem Beton im Hinblick auf die Gefahr des Gefrierens.

Im CB Nr. 23/1959 haben wir den Einfluss des Frostes auf den frischen Beton im allgemeinen besprochen. Gefriert der frisch eingebrachte Beton, bevor er eine bestimmte Festigkeitsstufe erreicht hat, so erfährt er starke Schädigungen hinsichtlich der Festigkeit und Dichtigkeit. Man kann sich vorstellen, dass die Abkühlung und die Festigkeitsentwicklung miteinander in einem Wettlauf stehen, wobei jene die Nullgradgrenze erreichen will, bevor diese den Erhärtungsgrad erlangt hat, bei welchem der Frost den Beton nicht mehr schädigen kann.

Um den Ausgang des Wettrennens zu bestimmen, scheint es zunächst einfach, den zeitlichen Verlauf der Abkühlung des Betonkörpers graphisch darzustellen und in dasselbe Diagramm auch die Festigkeitsentwicklung einzutragen. Man muss aber feststellen, dass sich die beiden Konkurrenten gegenseitig behindern, womit die Vorausberechnungen stark erschwert werden. Der Abkühlung wirkt nämlich der entstehenden Hydratationswärme des Zementes entgegen, während sich der Erhärtungsvorgang, wie alle chemischen Reaktionen, bei abnehmender Temperatur verlangsamt.

		d=	K=
Platten		Plattendicke	$k_1 + k_2$
Mauern		Mauerdicke	$k_1 + k_2$
Säulen		$\frac{\text{Querschnittsfläche}}{\text{Umfang}}$ $\frac{D}{4}$ $\frac{S}{4}$	k k k
Balken		H H	$k_1 + \left(1 + \frac{2H}{B}\right) k_2$ $k_1 + \left(1 + \frac{2H}{B}\right) k_2$

T.F.B.

Abb. 1 Bestimmung des Form-Faktors d und des gesamten Isolationswertes K von Betonkörpern mit verschiedenen Querschnitten.

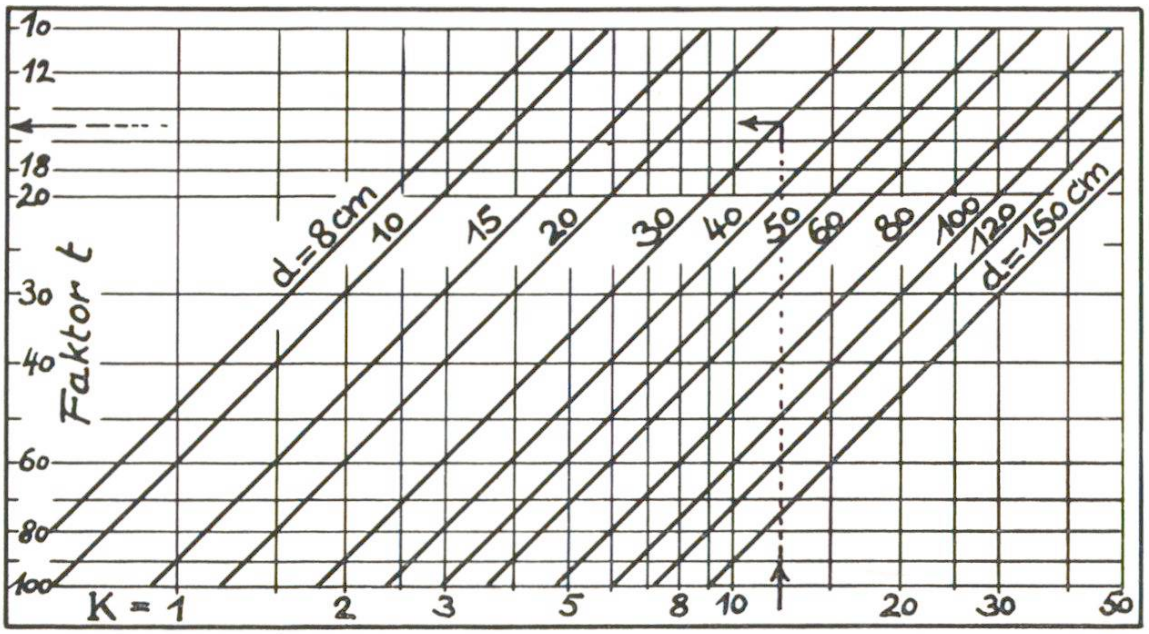
3 Die im folgenden angegebene Methode zur Abschätzung des Ausganges dieses Wettrennens, bzw. zur Bestimmung der notwendigen Schutzmassnahmen gegen das vorzeitige Einfrieren, geht auf Vorschläge des schwedischen Forschers Sven G. Bergström zurück und ist den RILEM-Empfehlungen* für das Betonieren im Winter entnommen (s. Literaturangaben).
Folgende Grössen nehmen auf den Vorgang des Einfrierens und der möglichen Schädigung des Betons wesentlichen Einfluss:

- Temperatur des Frischbetons;
- Temperatur der umgebenden Luft;
- Wärmeabgang, Abkühlung des Betonkörpers (geometrische Form, Isolation);
- Wärmeentwicklung des Zementes beim Erhärten (Zementdosierung, Zementtyp);
- Notwendiger Erhärtungsgrad für die Unempfindlichkeit gegen das Einfrieren (Wasserzementwert).

Nun bestimmt man zunächst die Einflussfaktoren der geometrischen Form und der Wärmeisolation des Betonkörpers. Aus Abb. 1 können die entsprechenden Grössen d und K entnommen werden, wobei sich K aus den k-Werten der angewandten Schalungs- und Isolationsmaterialien ergibt (s. Tabelle 1 für k-Werte).
Aus d und K lässt sich mittelst des Diagrammes Abb. 2 der Zeitfaktor t für den Abkühlungsvorgang bestimmen.
Das Diagramm Abb. 3 schliesslich zeigt, ob unter den gegebenen Verhältnissen das Einfrieren des Betons vor oder nach der Erreichung des kritischen Erhärtungsgrades zu erwarten ist. Je nachdem wären dann die Schutzmassnahmen zu verbessern. Leider kann damit die grosse Zahl der Einflussgrössen noch nicht vollständig berücksichtigt sein. Das Diagramm gilt nur für eine Zementdosierung von 300 kg/m³ und bei Anwendung von normalem Portlandzement. Es ist zu hoffen, dass in absehbarer Zeit eine Ergänzung für andere Zementdosierungen und für hochwertigen Portlandzement an dieser Stelle veröffentlicht werden kann.

Tr.

* RILEM = Réunion Internationale des Laboratoires des Essais des Matériaux de Construction.



T.F.B.

Abb. 2 Diagramm zur Bestimmung des Zeitfaktors t aus K und d. Eingezeichnetes Beispiel: K = 12 und d = 30 ergeben einen Faktor t = 15.

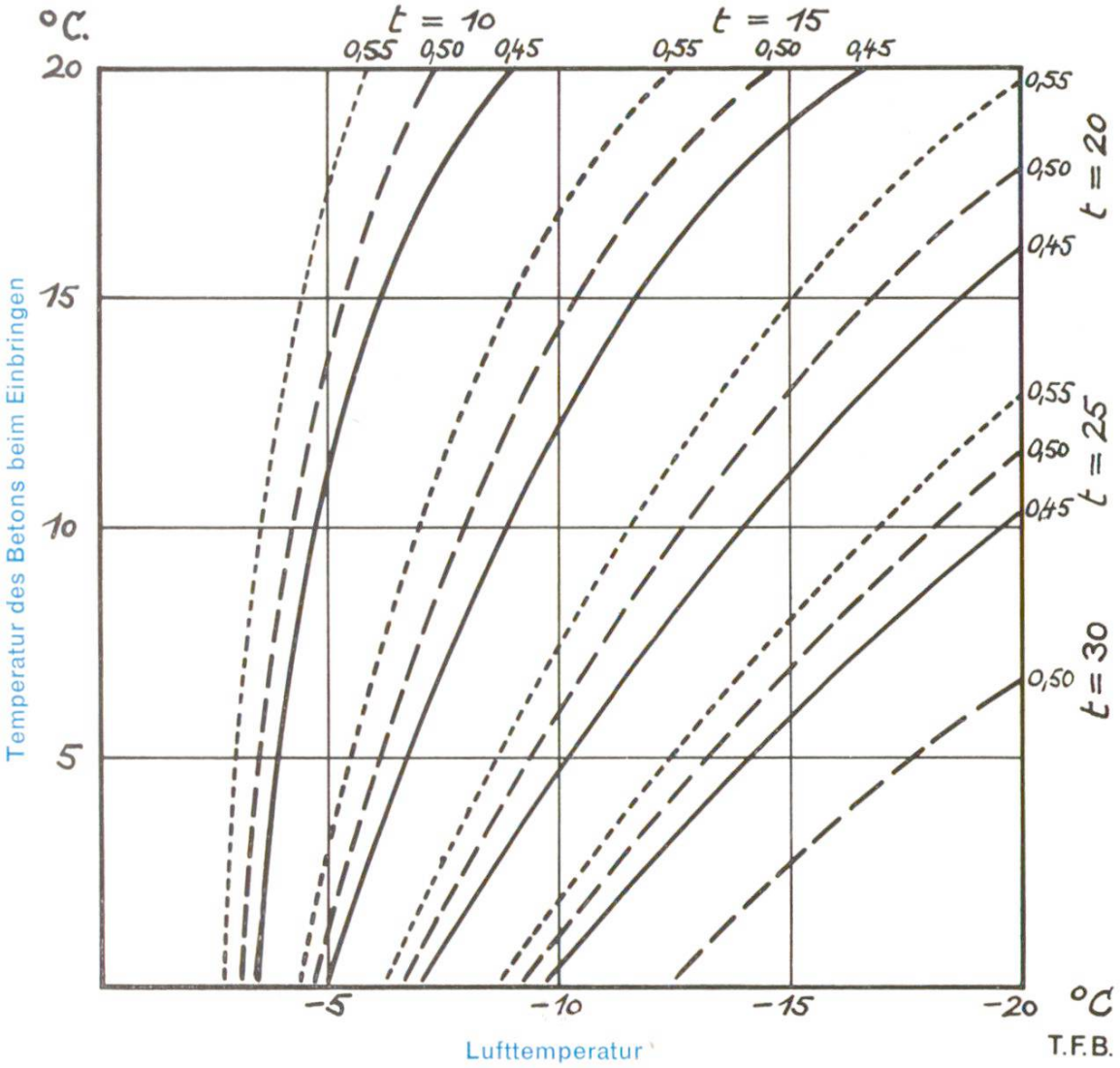


Abb. 3 Mit diesem Diagramm kann die Frage beantwortet werden, ob der Beton bei der Abkühlung vor oder nach Erlangung der kritischen Festigkeit den Gefrierpunkt erreicht.
Grundbedingung: Zementdosierung 300 kg/m³, normaler Portlandzement.
Parameter: Zeitfaktor t und Wasserzementwert (0,45, 0,50 und 0,55).
Man zeichnet den Punkt im Diagramm ein, der sich aus der Temperatur des Betons beim Einbringen und aus der Temperatur der umgebenden Luft ergibt. Kommt dieser Punkt rechts bzw. unter die zutreffende Kurve zu liegen, so besteht Frostgefährdung. Die Schutzmassnahmen müssen verbessert werden.

Tabelle 1 Werte für die thermische Isolation

Isolierendes Material	$k \left(\frac{Kal}{m^2 \cdot Std. \cdot °C} \right)$
Keine Isolation, bewegte Luft	25,0
Karton, 0,5 mm	17,0
Blache mit Luftraum	4,0
Strohmatte, 40 mm, feucht	4,0
Holzschalung, 32 mm, feucht	3,0
Strohmatte, lufttrocken, 40 mm	3,0
Strohmatte, lufttrocken, 40 mm, auf Holzbretter 25 mm	2,5
Strohmatte, lufttrocken, 40 mm, unter Blache	1,9
Strohmatte, lufttrocken, 40 mm, zwischen Kraftpapier	1,6

Literaturangaben:

S. G. Bergström, Protection against early freezing (in Schwedisch). Swedish Cement and Concrete Research Institute, Applied Studies No. 5, (Stockhom 1962).
RILEM-Winter Construction Committee, Recommandations pour le bétonage en hiver. Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics, **16,** 1011 (oct. 1963).
A. Meyer, Herstellung und Nachbehandlung von Beton bei niedrigen Temperaturen. Bau-Markt, Nr. 46, November 1961.

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