Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 40-41 (1972-1973)
Heft: 11

Artikel: Ausfallkörnung
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153534

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: 09.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

NOVEMBER 1972 JAHRGANG 40 NUMMER 11

Ausfallkörnung

Normenbestimmungen über Ausfallkörnung. Arten und Auswirkungen der Ausfallkörnung. Schlupfkorn. Entmischung. Regeln.

Die «Norm für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung von Bauwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton», SIA-Technische Norm Nr. 162 (1968), schreibt für die Zusammensetzung des Betonzuschlages grundsätzlich die Einhaltung einer kontinuierlichen Kornabstufung vor, wobei nur kleine Abweichungen von der Idealsieblinie zulässig sind. Diese enge Vorschrift ist notwendig, weil beim angewandten Grundsatz der gleichbleibenden Zementdosierung und Konsistenz, Schwankungen in der Kornabstufung Änderungen in der Wasserbeigabe bedingen würden und es damit zu einem entsprechenden Auf und Ab der Festigkeit käme. Die Norm fügt bei, dass andere Kornabstufungen, z.B. Ausfallkörnungen, nur dann verwendet werden dürfen, wenn deren Eignung durch Versuche erprobt sei.

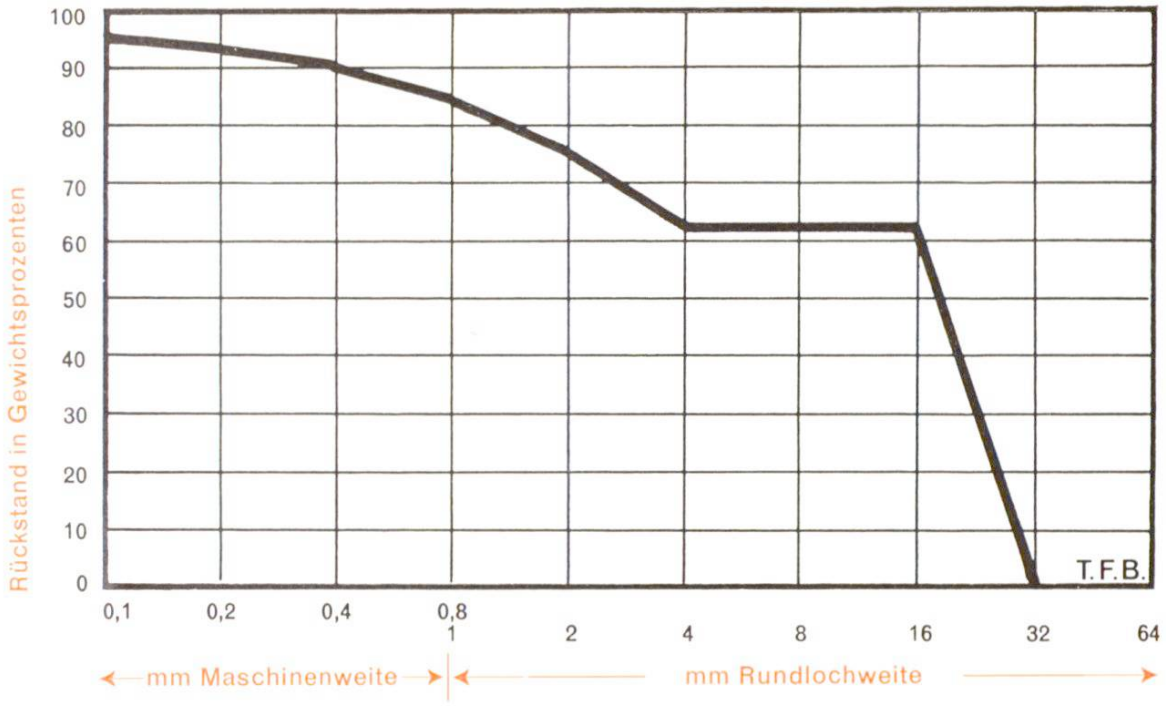

Abb. 1 Diese Siebkurve lässt einen vollständigen Kornausfall von 4 bis 16 mm Korndurchmesser erkennen. Es ist zu beachten, dass das Diagramm die Grenzen der Ausfallkörnung nicht genau wiedergibt. Im vorliegenden Fall könnte sich beispielsweise die Körnungslücke von 2,5 bis 25 mm erstrecken, womit die Schlupfkornbedingung (s. Abb. 5) mehr als erfüllt wäre.

Die Siebkurve Abb. 1 zeigt Ausfallkörnung, indem sie zwischen den Korngrössen 4 und 16 mm waagrecht verläuft. Die Korngruppe 4 bis 16 mm fehlt oder «fällt aus». Die Sieblinie hat eine Unstetigkeit erhalten, die Kornabstufung ist nicht mehr kontinuierlich. In Abb. 2 ist eine Sieblinie zu sehen, deren Verlauf im kritischen Bereich zwischen 2 und 8 mm nicht ganz waagrecht, aber deutlich flacher erscheint. Sie zeigt eine Ausfallkörnung an, doch ist diese mit den Siebgrössen 2 und 8 mm nicht deutlich abgegrenzt. Effektiv fehlen vielleicht die Korngrössen zwischen 3,5 und 6,8 mm. Man erkennt damit, dass Ausfallkörnungen oft durch die natürlichen Mineralvorkommen bedingt sind. Ausfallkörnung kann aber auch im Feinkornbereich auftreten. Abb. 3 zeigt einen solchen Fall, wo die Sieblinie gleich damit beginnt. Vielleicht infolge spezieller Umstände bei der Aufbereitung des Sandes gingen die Anteile unterhalb 0,4 mm restlos verloren. Schliesslich kommen auch Korngemische mit mehreren Ausfallkörnungen vor, entsprechend etwa der Sieblinie Abb. 4.

Wie wirken sich nun solche Kornabstufungen auf die Eigenschaften des Betons aus? Zunächst haben Versuche gezeigt, dass Ausfälle in der groben Körnung im normalen Ausmass, über den Bereich etwa des 4fachen Korndurchmessers, auf die Festigkeit und Dichtigkeit des Betons kaum Einfluss haben. In der Regel verändern sie den Wasseranspruch der Mischung nicht. Diese erste allgemeine Feststellung entbindet jedoch nicht von der, in der Norm vorgeschriebenen Erprobung, besonders weil indirekte Beeinträchtigung

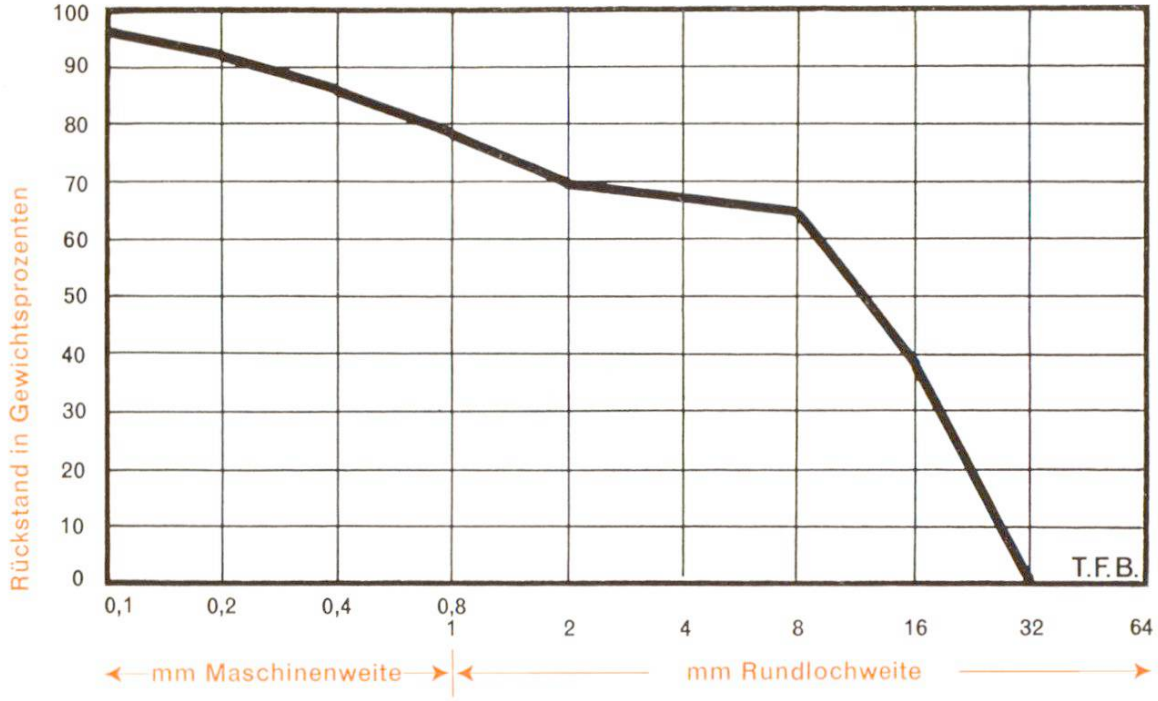

Abb. 2 Mit dieser Siebkurve wird eine Ausfallkörnung zwischen 2 und 8 mm Korngrösse angezeigt. Da die Kurve dort nicht ganz waagrecht verläuft, liegen die effektiven Grenzen der fehlenden Körnung innerhalb dieses Bereichs. Die Bedingungen für Schlupfkorn sind nicht erfüllt.

wegen erhöhter Neigung zu Entmischung besteht. In einem Gemisch etwa gemäss Abb. 1 haben es die groben Körner offensichtlich leichter, im feinkörnigen Mörtelbett abzusinken, als bei kontinuierlicher Kornabstufung. Wenn diese Art der Entmischung eintritt, so entstehen im Bauteil Zonen mit verschiedener Zementdosierung und entsprechend verschiedenem Schwindmass. Risse in den oberen Teilen sind möglicherweise die Folge. Aus diesem Grund sind Ausfallkörnungen im groben Sand und im Kiesanteil nur bei steifplastischen oder erdfeuchten Betonkonsistenzen zu empfehlen.

Entmischung und Ausfallkörnung stehen über eine wichtige theoretische Betrachtung im Zusammenhang, und zwar über die sogenannte Schlupfkorngrösse. Die Aufschüttung eines Materials mit einheitlicher Körnung enthält einen Hohlraum mit bestimmten minimalen Lichtweiten. Ein feineres Korngemisch, dessen Maximalkorn kleiner als dieses Mass ist, ist dann zwischen dem Grobkorn frei beweglich. Man spricht bildlich von «Schlupfkorn». Wären die Grobkörner Kugeln vom Durchmesser D, so errechnet sich die Schlupfkorngrösse mit $d = 0{,}15\ D$. Wenn der Kugelhaufen eine ebene Grenzfläche berührt (beim Beton die Schalung), so ist dort das Schlupfkorn grösser und beträgt $d = 0{,}25\ D$ (Abb. 5).

Die Bedingungen des Schlupfkornes sind nur bei entsprechend breiten Ausfallkörnungen erfüllt, und in diesem Falle wird die wichtige stabilisierende Wirkung des Korngerüstes aufgehoben.

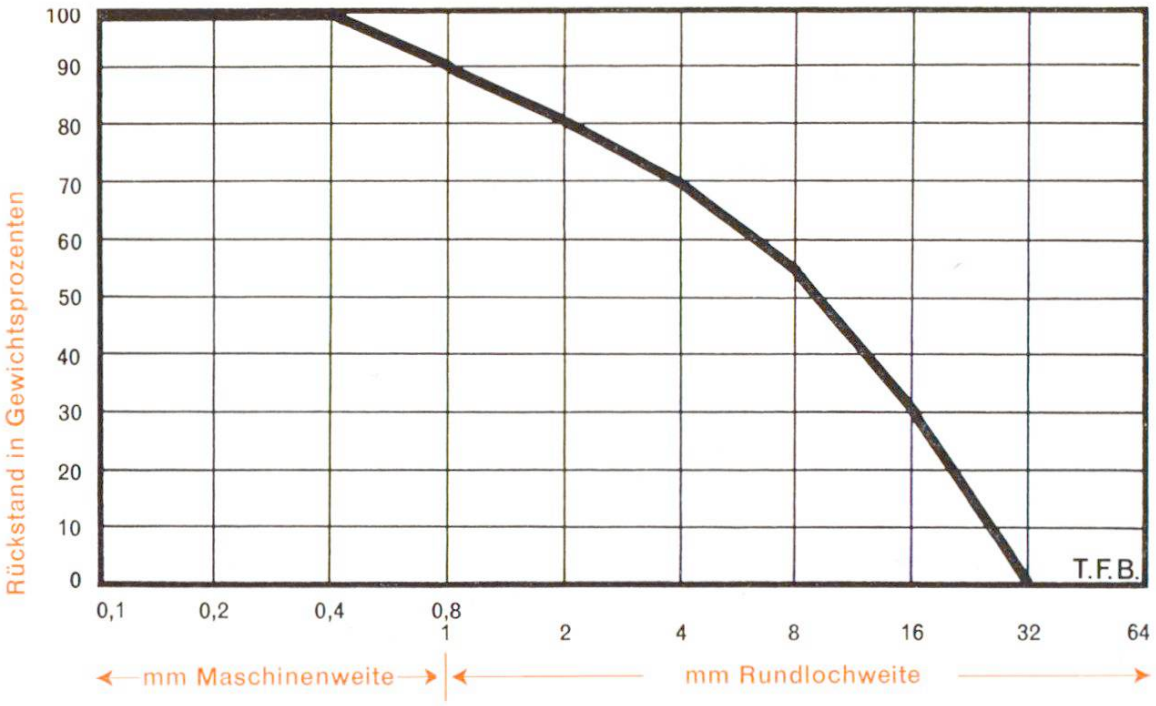

Abb. 3 Ausfallkörnung im Feinkornbereich. Dieser Fehler sollte vermieden werden, denn er führt während der Vibration unvermeidlich zu Entmischungen zwischen Wasser, Zement und Sand. Die stabilisierende Wirkung der kontinuierlichen Kornabstufung darf im Feinkornbereich unter 1 mm nicht fehlen.

Durch Leckstellen der Schalung beispielsweise kann der Beton seinen Mörtel vollständig verlieren, während sich dort sonst selbständig ein Korngerüstfilter aufbaut. Im Innern des Betons kann sich unter diesen Umständen Mörtelsubstanz an bevorzugten Orten ansammeln, je nach den Wirkungsfeldern der Rüttelschwingungen. Dabei ist zu beachten, dass die Schlupfkornsituat'on hier eher eintritt, weil ja die Packung der Grobkörner praktisch niemals die optimale Dichte erreicht, die bei der theoretischen Rechnung angenommen wird.

Die örtliche Ausscheidung oder Anreicherung bestimmter Korngrössen unter Vibrationswirkung vollzieht sich um so langsamer je grösser die dabei sich bewegenden Körner sind. Der Grobzuschlag entmischt sich auf diese Weise kaum merklich, da die Zeit, während der ein entsprechend wirksames Schwingungsfeld aufrecht erhalten wird, zu kurz ist. Anders bei den feineren Körnungen unter 1 mm, bei denen der Korndurchmesser in der Grössenordnung dem Rüttlerausschlag entspricht. Hier vollziehen sich solche Entmischungen fast augenblicklich. Das Mischungsverhältnis Wasser–Zement–Feinsand kann sich örtlich sehr stark verändern, besonders, wenn die stabilisierende Wirkung der kontinuierlichen Körnung fehlt.

Damit ist ein zweiter Anschauungspunkt der Ausfallkörnung aufgezeigt, nämlich die eventuell fehlenden Feinkornfraktionen im Sand (Abb. 3). In diesem Bereich ist es sehr gut möglich, dass

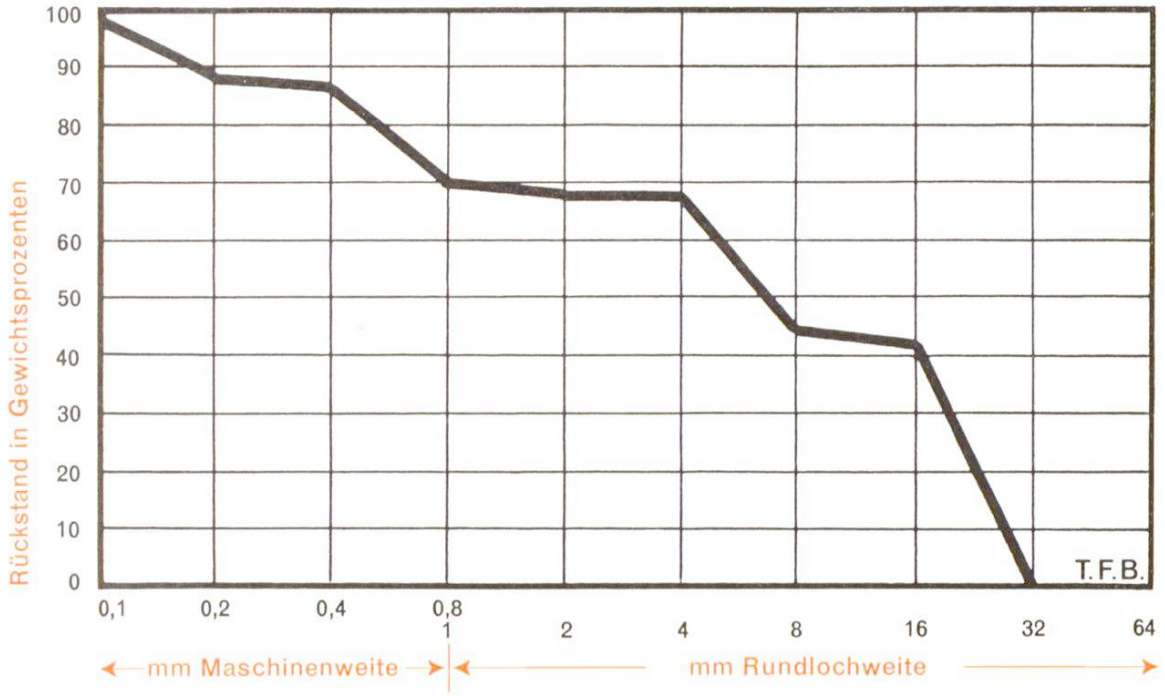

Abb. 4 Siebkurve eines Korngemisches mit fehlenden Korngruppen in drei Bereichen

Korngruppen weit über das kritische Ausmass des 4- bis 5fachen Korndurchmessers hinaus fehlen. Diese Kornausfälle werden oft erst dann bemerkt, wenn sie sich auf die Einheitlichkeit einer Betonsichtfläche verheerend ausgewirkt haben. Die Entmischung führt zu unregelmässigem Grauton, vornehmlich an glatten Oberflächen, zu Sprenkelungen, «durchscheinenden» Armierungen, schwarzen Flecken usw.

Zusammengefasst sind bezüglich Ausfallkörnung folgende Punkte zu beachten:

1. Im Feinkornbereich sollte eine kontinuierliche Abstufung bestehen. Keine Ausfallkörnung unter 1 mm.
2. Ausfallkörnungen im groben Bereich (über 1 mm) sind statthaft, sofern die Erprobung durch Vorversuche positiv ausgefallen ist.
3. Der Kornausfall sollte den Bereich des 4fachen Korndurchmessers nicht übersteigen, d.h. das kleinste Korn der groben Fraktion sollte nicht mehr als 4mal grösser sein als das grösste Korn der feineren Fraktion.
4. Beton mit Ausfallkörnung sollte steifplastische oder erdfeuchte Konsistenz aufweisen.
5. Die Anwendung einer Ausfallkörnung ist nicht qualitativ, sondern allenfalls preislich bedingt. Ausfallkörnung kann sich bei haushälterischer Auswertung der natürlichen Kiesvorkommen ergeben.

Tr.

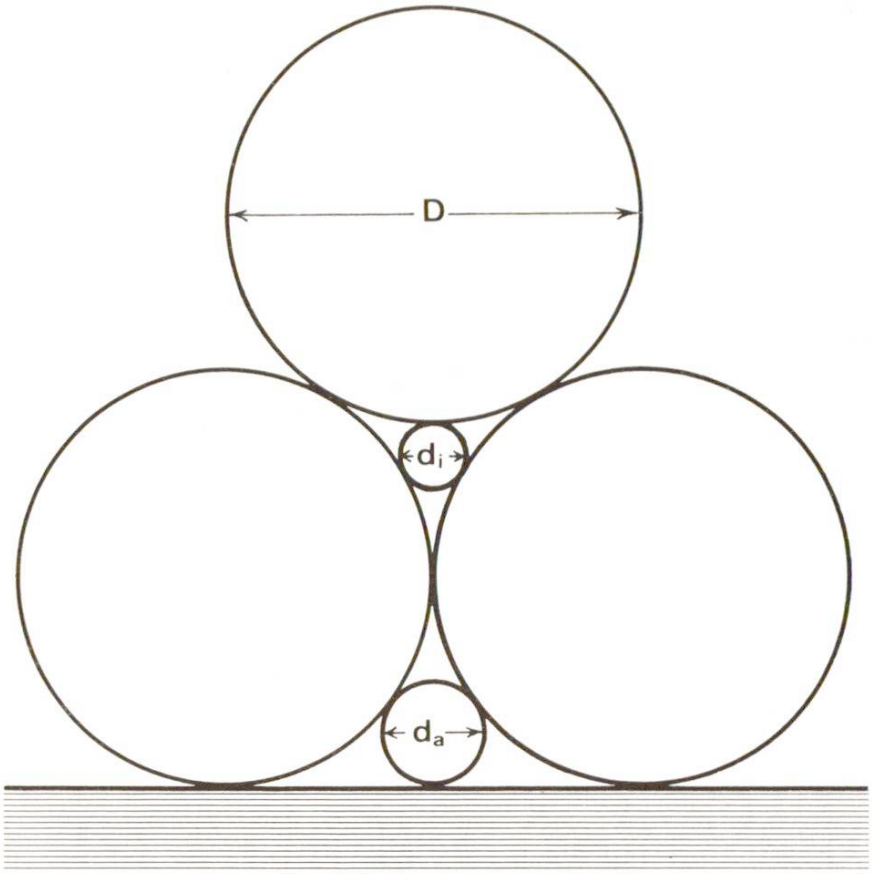

Abb. 5 Bei Ausfallkörnungen grösserer Breite kann die Schlupfkornbedingung erfüllt sein. In diesem Falle ist das Grösstkorn der feineren Fraktion in den Hohlräumen zwischen den gröberen Körnern frei beweglich. Unter Annahme von kugelförmigen Körnern beträgt die Schlupfkorngrösse im Innern der Mischung $d_i = 0{,}15\ D$ und in der Berührungsfläche zur Schalung $d_a = 0{,}25\ D$.

TFB

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE
DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
5103 Wildegg Postfach Telephon (064) 53 17 71