

Teil 3 - Verdichtung

Beton richtig verdichten. So geht's.

SCHALUNG ■ Das Ziel: druckfeste, wasserundurchlässige Betonbauteile mit dichter Betonlagerung und maximal 2 % Luftgehalt, bei Sichtbeton zudem eine makellose Oberfläche. Welche Verdichtungsmethode mit Innen-, Außen- oder Oberflächenrüttler die jeweils geeignete Methode ist, erläutert dieses Merkblatt.

Die Anforderungen: Beim Einfüllen des Betons in die Schalung sind Zement, Wasser und weiter enthaltene Stoffe unterschiedlicher Körnung und Festigkeit ungleichmäßig verteilt und schließen Luft ein, die Hohlräume hinterlässt. Zudem verteilt sich Beton je nach Fließfähigkeit mehr oder weniger gut. Erst beim Rütteln stellt sich eine dichtere Lagerung der Bestandteile ein. Bei der Rüttelverdichtung erzeugt der Rüttler Vibrationen, deren Energie sich auf den Beton überträgt. Er wird in Schwingungen versetzt, die innere Reibung vermindert, fließt durch die Schwerkraft und füllt Hohlräume. Die Luft wird aus dem Beton gedrückt, seine Bestandteile verdichten sich und der Beton setzt sich um 2 bis 50 %. Der Beton ist vollständig verdichtet, wenn er sich nicht mehr setzt und seine Oberfläche mit Feinmörtel umschlossen ist. Nach dem Verdichten gibt es mitunter noch Hohlräume, z. B. in Wandkronen, wenn mit großer Steiggeschwindigkeit betoniert wurde. Manchmal ist die Bewehrung nicht vollflächig von Mörtel umschlossen, weil sich der Beton unter ihr abgesenkt hat. Dann wird oft nachverdichtet. Davon raten wir aus zwei Gründen ab:

1. Erstarrender Beton fließt nicht mehr wie nach dem Einbringen. Berührt nun der Innenrüttler den Betonstahl, wird dieser freigerüttelt. Der Beton ist beim Nachverdichten nicht mehr fließfähig genug, um die Bewehrung wieder komplett zu umschließen. In den Luftspalt dringt Feuchtigkeit ein, der Betonstahl rostet.
2. Das Nachverdichten erhöht den Druck auf die Schalung. Hält sie ihm nicht

stand, kommt es zu Schalungsverformungen außerhalb der Toleranz lt. DIN 18202 oder zum Schalungsversagen.

Geeignete Rüttelmethoden

Man kann an der Oberfläche, im Beton oder außen an der Schalung rütteln. Die jeweils geeignete Methode hängt von der Geometrie und Lage des Bauteils ab, von der Bewehrung, den Aussparungen, der angestrebten Oberflächengüte und Betonkonsistenz. Das Oberflächenrütteln eignet sich nur für maximal 20 cm dicke, nahezu waagerechte Betonschüttungen, also dünne, flächige Bauteile wie Fahrbahnen und Decken.

Innen oder außen rütteln?

Die Wahl hängt von diversen Kriterien ab. Oberflächengüte: Außenrütteln verdich-

Fortsetzung auf folgender Seite!



1 Beim Innenrütteln wird die Rüttelflasche möglichst senkrecht in den Beton eingelassen.



2 Ist der Außenrüttler die ideale oder einzig mögliche Verdichtungsmethode, dann gilt: Paarweise, Betonlage für Betonlage und von unten nach oben rütteln. Immer nur ein Rüttlerpaar einschalten, nicht mehrere gleichzeitig.

CHECKLISTE

Der Weg zur perfekten Verdichtung

Für die Rüttelverdichtung sind folgende Punkte zu beachten:

- Der Beton muss mindestens Betonkonsistenz F2 haben (bei F1 Rüttelstampfen mit zusätzlichem Druck).
- Den Beton direkt nach dem Einbringen verdichten.
- Bei Wänden wird der Beton lt. DIN 4235 in Lagen von 0,50 bis 1 m eingebracht und jede Lage sofort verdichtet.
- Ein abschließendes Rütteln über die gesamte Betonierhöhe ist nicht erlaubt, da sich

der Beton dann über die gesamte Höhe verflüssigen und die Schalung überlasten kann. Weiteres Rütteln würde zu Entmischungserscheinungen wie dem Absinken größerer Steine, zur Absonderung von Anmachwasser und zu Lunkeranhäufungen führen.

- Die Schwingungen sollen die Gesteinskörnung und den Zement bewegen. Optimal ist es, wenn die Schwingungsfrequenz der Eigenfrequenz der Körner entspricht. Kleine Körner haben eine hohe und große Körner eine niedrige Eigenfrequenz.
- Zu wenig Rütteln führt zu Kiesnestern, zu viel Rütteln zu Entmischung.

CHECKLISTE

Innenrütteln

- Rüttelflasche zügig und möglichst senkrecht in den Beton einführen, kurz verharren, langsam herausziehen. Die Luft soll durch Schwingungen aus dem Beton an die Oberfläche „gerüttelt“ werden. Wird die Rüttelflasche langsam eingeführt, wird die obere Betonschicht zuerst verdichtet. Wird danach die untere Schicht gerüttelt, können die Luftporen nicht durch die obere kompakte Schicht aufsteigen und verbleiben im Beton. Wird die Rüttelflasche nach dem Rütteln langsam aus dem Beton gezogen, wird der Beton von unten nach oben verdichtet, die Luft kann frei aufsteigen. Wird sie jedoch schnell

herausgezogen, verbleibt Luft im Beton. Es wird ungleichmäßig verdichtet und kann zu Kiesnestern kommen.

- Rüttelflasche nicht einfach hier und dort in den Beton stecken. Ihr Wirkungsdurchmesser beträgt maximal das 10-fache ihres Durchmessers, die Rüttelwirkung nimmt mit zunehmendem Abstand zur Rüttelflasche ab. Der Wirkungsdurchmesser wird zudem von der Betondichte und -rezeptur beeinflusst; bei Schwer- und Leichtbeton liegt er bei 50% des Normaldurchmessers. Die Eintauchstellen dürfen nur so weit auseinander liegen, dass sich die Wirkungsdurchmesser um die Eintauchstellen gleichmäßig überlappen und die Rüttlerschwingungen jede Eintauchstelle erreichen.

CHECKLISTE

Außenrütteln

- Von unten nach oben in 50 cm hohen Rüttelreihen und nur lageweise rütteln. Der Beton muss mind. 30 bis 50 cm über der Rüttlerhöhe eingefüllt sein.
- Nur an der Einbaustelle beim Betoneinbau rütteln.
- Die Kompressorleistung muss 6 m³ betragen.
- Je 2 Außenrüttler sind ein Paar und werden gleichzeitig eingeschaltet. Ca. 1 Minute rütteln und vor dem Umsetzen der Rüttler ein zweites Mal für 20 bis 30 Sekunden zur Optimierung der Betonoberfläche.
- Leichtbeton zur Schockverdichtung vor dem Umsetzen 2 x 10 Sekunden und zusätzlich 10 Sekunden rütteln (Schwerbeton 90 Sekunden und erneut 30 Sekunden vor dem Umsetzen).

tet gleichmäßig und gut, das Überschusswasser wird von der Schalhaut nach innen oder oben verdrängt. So entstehen wenig Luftporen an der Oberfläche, was bei Sichtbeton wichtig ist. Beim Innenrütteln treibt das Überschusswasser gegen die Schalhaut und nach oben. Dadurch entstehen nach dem Verdunsten Luftporen an der Oberfläche. Handhabung: Einfach beim Innenrütteln (weil der Rüttler direkt in den Beton getaucht wird) und aufwendig beim Außenrütteln (Anordnung, Abstände, Regeln). Durchführbarkeit: Das Außenrütteln ist sinnvoll, wenn eine sehr gute Oberflächenqualität ohne Luftporen gefordert ist; bei Bauteilen, bei denen Innenrütteln nicht möglich ist, z. B. in Tunneln und bei Fertigteilen; bei hohen und dünnen Bauteilen; bei solchen mit mehr als 300 kg Bewehrung pro m³; direkt bei Aussparungen; bei Wandstärken unter 20 cm mit entsprechender Bewehrung, da hier kein Platz zum Eintauchen der Rüttelflasche ist. In allen anderen Fällen kann innen gerüttelt werden, falls man die Rüttelflasche senkrecht oder zumindest schräg eintauchen kann. Es gibt auch Fälle, in denen man innen und außen rütteln muss, z. B. bei breiteren Aussparungen.

Hochfrequenzmotor versetzt sie in mechanische Schwingungen, die sich auf den Beton übertragen. Die Rüttelflasche sollte nicht mit der Bewehrung in Berührung kommen, weil sich sonst Hohlräume im erstarrenden Beton bilden können.

Außenrütteln

Voraussetzung ist ein Beton ab 42 cm Ausbreitmaß. Die Schalung wird durch den an ihr befestigten Schalungsrüttler (oder Rütteltisch für die Fertigteilherstellung) in Schwingungen versetzt, die sich auf den Beton übertragen. Liegt sie lose auf dem Rütteltisch auf, kann es zu Prellschlägen und unterschiedlichen Bewegungen kommen. Die Schalung wird dann stark beansprucht und der Lärmpegel ist hoch. Elektro- oder Druckluft-Außenrüttler? Der Druckluft-Außenrüttler durchfährt beim Einschalten sofort den Eigenfrequenzbereich der Schalung und verliert beim Un-

terbrechen der Luftzufuhr sofort jede Energie. Es kommt nicht zum Gerätenachlauf, die verdichtete Beton-Oberflächenstruktur wird nicht durch unkontrollierte Schwingungen zerstört. Generell verdichtet der Druckluft-Rüttler gut bei minimaler Schalungsbelastung; er lässt sich schnell umsetzen und variabel anbringen. Die Schwingungsenergie wird an der Schalhaut in den Beton eingeleitet. Größere Energieverluste durch die Schalung entfallen. Druckluft-Außenrüttler benötigen eine Luftmenge von ca. 1,25 m³/min. Bei Wandstärken unter 40 cm wird einseitig gerüttelt, darüber muss beidseitig gerüttelt werden.

Innenrütteln (häufigste Methode für Ortbeton)

Die Rüttelflasche mit 30 bis 80 mm Durchmesser wird in den Beton eingetaucht. Der

Die Baugewerbe-Merkblatt Serie

- Reach-Verordnung (09-2010)
- Schalung – Trennmittel (18-2010)
- Schalung – Verdichtung (19-2010)
- Schalung – Betondruck (01-2011)

Verdichten bei Aussparungen. Man kann auch den Beton unter Aussparungen problemlos ohne luftbedingte Hohlräume verdichten. Praktisch heißt das: Nur in eine Richtung arbeiten, nie an mehreren Stellen betonieren und verdichten. Am obigen Beispiel: Bei (1) betonieren und verdichten, bis der Beton die Position (2) erreicht. Es ist jetzt keine Luft mehr unter der Aussparung (3). Nun bei (4) betonieren und verdichten usw. Bei breiten Aussparungen rüttelt man zusätzlich außen (5).

