

Verdichten von Beton durch Rütteln
Rüttelgeräte und Rüttelmechanik

DIN
4235
Teil 1

Compacting concrete by vibrating; vibrators and vibration mechanics
Serrage du béton par vibration; vibrateurs et mécanique de vibration

Mit DIN 4235 Teil 2, Teil 4 und
Teil 5 Ersatz für DIN 4235; mit
DIN 4235 Teil 3, Teil 4 und
Teil 5 Ersatz für DIN 4236.

Diese Norm wurde vom Fachbereich VII Beton- und Stahlbetonbau/Deutscher Ausschuß für Stahlbeton des Normenausschusses Bauwesen ausgearbeitet.
Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gleiche gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe . . . „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

- DIN 4235 ist in folgende Teile untergliedert worden:
- DIN 4235 Teil 1 Verdichten von Beton durch Rütteln; Rüttelgeräte und Rüttelmechanik
 - DIN 4235 Teil 2 Verdichten von Beton durch Rütteln; Verdichten mit Innenrüttlern
 - DIN 4235 Teil 3 Verdichten von Beton durch Rütteln; Verdichten bei der Herstellung von Fertigteilen mit Außenrüttlern
 - DIN 4235 Teil 4 Verdichten von Beton durch Rütteln; Verdichten von Ortbeton mit Schalungsrüttlern
 - DIN 4235 Teil 5 Verdichten von Beton durch Rütteln; Verdichten mit Oberflächenrüttlern

Inhalt

	Seite		Seite
1 Geltungsbereich	2	5 Einteilung der Rüttler	2
2 Mitgeltende Normen	2	6 Angaben des Herstellers	2
3 Begriffe	2	7 Messungen	3
3.1 Rüttler	2	7.1 Frequenz	3
3.1.1 Innenrüttler	2	7.2 Schwingungsbreite	3
3.1.2 Außenrüttler	2	7.3 Elektrische Stromstärke	3
4 Rüttelmechanik	2	8 Schutzmaßnahmen bei elektrisch angetriebenen Rüttlern	3
4.1 Kreisschwingungen und gerichtete Schwingungen	2	8.1 Schutz des Bedienungspersonals	3
4.2 Kennwerte	2	8.2 Schutz des Geräts	3
4.3 Zusammenhang zwischen den Kennwerten und der Verdichtungswirkung	2	9 Betrieb und Wartung der Rüttler	3
		10 Lärmentwicklung	3

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN

Frühere Ausgaben:
DIN 4235: 08.52, 10.55
DIN 4236: 11.54

Änderung Dezember 1978:
Inhalt von DIN 4235 in DIN 4235 Teil 1, Teil 2, Teil 4 und Teil 5
und Inhalt von DIN 4236 in DIN 4235 Teil 1, Teil 3, Teil 4 und
Teil 5 übernommen; Inhalt erweitert.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Beton nach DIN 1045 mit einem Größtkorn des Zuschlags bis 63 mm sowie für Beton nach den „Richtlinien für Leichtbeton und Stahlleichtbeton mit geschlossenem Gefüge“, Ausgabe Juni 1973.

Dieser Teil behandelt die derzeit üblichen Rüttler zum Verdichten von Frischbeton.

2 Mitteltende Normen

DIN 1045 Beton- und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung

3 Begriffe

3.1 Rüttler

Rüttler (auch Vibratoren) werden meist durch eine Unwucht (auch Schwungmasse), die sich in einem Gehäuse befindet, in mechanische Schwingungen versetzt. Die Schwingungen werden auf den Beton übertragen.

Rüttler werden durch Elektromotor, Verbrennungsmotor, Druckluft oder hydraulisch angetrieben.

3.1.1 Innenrüttler

Innenrüttler sind meist zylindrische Rüttelflaschen, die in den Beton eingetaucht werden.

3.1.2 Außenrüttler

Außenrüttler werden an Rütteltischen, Rüttelböcken, Schalungen, Formen, Platten oder Bohlen befestigt.

4 Rüttelmechanik

4.1 Kreisschwingungen und gerichtete Schwingungen

Eine sich drehende Unwucht erzeugt am freien Rüttlergehäuse praktisch eine Kreisschwingung, d. h., jeder Punkt des Rüttlers vollführt eine Kreisbewegung um seine Ruhelage rechtwinklig zur Drehachse. In jeder Richtung ergibt sich zeitlich eine Sinusbewegung. Der Durchmesser des Kreises ist die Schwingungsbreite s (siehe Bilder 1 und 2).

Mit Außenrüttlern können gerichtete Schwingungen dadurch erzeugt werden, daß der Rüttler über eine Pendelachse befestigt wird (siehe Bild 3) oder daß zwei gleiche, synchron laufende Außenrüttler mit gegenläufig drehenden Unwuchten parallel nebeneinander angeordnet werden (siehe Bild 3).

Bei der gerichteten Schwingung vollzieht sich die Bewegung ganz oder bevorzugt nur in einer Richtung. Eine Sinusbewegung ist praktisch nur in dieser Richtung vorhanden.

4.2 Kennwerte

Ein Rüttler wird gekennzeichnet durch seine Fliehkraft und seine mechanische Schwingungsfrequenz, im folgenden Frequenz genannt.

Es bedeuten (siehe Bilder 1 bis 4):

- F Fliehkraft in N
- f Frequenz in Hz
- f_N Nennfrequenz des frei schwingenden Rüttlers in Hz
- f_B Betriebsfrequenz des Rüttlers beim Verdichten in Hz
- m_U Masse der Unwucht in kg
- m_R Masse des Rüttlers ohne Unwucht in kg
- e Exzentrizität der Unwucht in mm (Abstand des Unwuchtschwerpunktes von der Drehachse)
- s Schwingungsbreite in mm (doppelte Amplitude des Schwingungsweges)
- a Beschleunigung in m/s^2 (Amplitude der Beschleunigung)

In Überschlagsberechnungen zur Ermittlung der notwendigen Fliehkraft kann statt m_R die Gesamtmasse des Rüttlers ($m_R + m_U$) eingesetzt werden; der dadurch entstehende Fehler ist vernachlässigbar klein.

4.3 Zusammenhang zwischen den Kennwerten und der Verdichtungswirkung

Für die Verdichtung des Betons sind die an der Kontaktfläche zwischen Beton und Rüttler bzw. Schalung erzeugte, auf den Beton gerichtete Beschleunigung a und die Rütteldauer maßgebend. Zwischen der Beschleunigung, der Schwingungsbreite und der Frequenz besteht der in Bild 4 dargestellte Zusammenhang.

Die Schwingungsbreite eines frei schwingenden Rüttlers wird durch seine Fliehkraft, seine Frequenz und seine Masse bestimmt. Sie wird meist vermindert durch die vom Rüttler in Schwingung versetzte Masse Σm (Masse der Tischplatte oder des Balkens, der Schalung oder der Schalform, der Platte oder der Bohle sowie des Betons).

Für die überschlägige Ermittlung kann ausgegangen werden von der Zahlenwertgleichung

$$F \approx 200 \cdot \Sigma m \cdot s \cdot \left(\frac{f_B}{100} \right)^2 \text{ in N.}$$

Hierin sind einzusetzen: s in mm, f_B in Hz, Σm in kg. Je größer die Schwingungsbreite an der Kontaktfläche ist, desto weiter reichen die Schwingungen in den Beton.

Die Frequenz bleibt bei Rüttlern mit Antrieb durch Drehstrom während des Verdichtens praktisch gleich; sie entspricht der Nennfrequenz. Dagegen nimmt die Frequenz bei Rüttlern mit Antrieb durch Universal-Elektromotor, Verbrennungsmotor oder Druckluft während des Verdichtens ab. Bei Rüttlern mit Antrieb durch Druckluft ist die Frequenz zusätzlich vom Betriebsdruck abhängig.

Mit geringer werdender Frequenz nehmen Fliehkraft und Beschleunigung quadratisch ab.

An der Kontaktfläche sollen folgende Werte nicht unterschritten werden:

Beschleunigung	30 m/s^2
Schwingungsbreite	0,1 mm
Betriebsfrequenz	50 Hz

Durch die Schwingungen wird der Beton „verflüssigt“; sein Verhalten entspricht dem einer thixotropen Masse. Die Kohäsion und die innere Reibung werden stark vermindert. Die eingeschlossene Luft kann nach oben aufsteigen und entweichen. Die Verflüssigung des Zementleims nimmt bei gleicher Schwingungsbreite mit steigender Frequenz zu, der Wirkungsbereich bei gleicher Frequenz mit größer werdender Schwingungsbreite. Bei zu großer Schwingungsbreite werden die Verdichtungseinrichtungen stärker beansprucht; außerdem besteht die Gefahr, daß sich der Beton entmischt.

5 Einteilung der Rüttler

Die Rüttlerarten werden in dieser Norm in drei Gruppen nach zunehmender Fliehkraft eingeteilt.

Einige kennzeichnende Größen sind für derzeitig überwiegend angewendete Innenrüttler in Tabelle 1, für Außenrüttler in Tabelle 2 zusammengestellt.

6 Angaben des Herstellers

Vom Hersteller sind in der Bedienungsanleitung für den Rüttler anzugeben:

die Fliehkraft F in N, die Nennfrequenz f_N in Hz, die Masse (Gesamtgewicht) in kg, die äußeren Abmessungen in mm.

Bei Rüttlern mit elektrischem Antrieb sind außerdem die Anschlußwerte in kW, V, A und bei Innenrüttlern noch die Schutzklasse nach VDE 0740 „Bestimmungen für Elektro-