

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

8. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 13. August 1955	Nummer 99
-------------	---	-----------

Inhalt

(Schriftliche Mitteilung der veröffentlichten RdErl. erfolgt nicht.)

A. Landesregierung.

B. Ministerpräsident — Staatskanzlei —.

C. Innenminister.

D. Finanzminister.

E. Minister für Wirtschaft und Verkehr.

F. Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

G. Arbeits- und Sozialminister.

H. Kultusminister.

J. Minister für Wiederaufbau.

II A. Bauaufsicht: RdErl. 27. 7. 1955, DIN 4235 — Innenrüttler zum Verdichten von Beton; DIN 4236 — Rütteltische zum Verdichten von Beton. S. 1477.

K. Justizminister.

J. Minister für Wiederaufbau

II A. Bauaufsicht

DIN 4235 — Innenrüttler zum Verdichten von Beton

DIN 4236 — Rütteltische zum Verdichten von Beton

RdErl. d. Ministers für Wiederaufbau v. 27. 7. 1955 —
II A 4 — 2.757 Nr. 1550/55

- 1 Der Reichsarbeitsminister hatte mit RdErl. v. 13. 9. 1943 — IV a 8 Nr. 9706/63/43 — (RABl. S. I 472; ZdB. S. 311) eine „Vorläufige Anweisung für die Verwendung von Innenrüttlern zum Verdichten von Beton“ bekanntgegeben und die Bauaufsichtsbehörden darauf hingewiesen. Der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton hat diese „Vorläufige Anweisung“ überarbeitet und als Normblatt DIN 4235 (Ausgabe August 1952) — Innenrüttler zum Verdichten von Beton, Richtlinien für die Verwendung — herausgegeben (Anlage 1).

In Anbetracht der zunehmenden Verwendung von Rütteltischen zum Verdichten von Betonfertigteilen hat der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton weiter das Normblatt DIN 4236 (Ausgabe November 1954) — Rütteltische zum Verdichten von Beton, Richtlinien für die Verwendung — herausgegeben (Anlage 2).

- 2 Die Kenntnis dieser Normblätter ist geeignet, die Überwachung der Herstellung des durch Innenrüttler und Rütteltische verdichteten Betons zu erleichtern. Ich weise daher die Bauaufsichtsbehörden des Landes Nordrhein-Westfalen unter Bezugnahme auf Nr. 1.5 meines RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBL. NW. S. 801) auf diese Normblätter hin. Die „Vorläufige Anweisung“ wird durch das Normblatt

DIN 4235 (Ausgabe August 1952) ersetzt. Der RdErl. d. Reichsarbeitsministers v. 13. 9. 1943 wird hiermit im Lande Nordrhein-Westfalen gegenstandslos.

- 3 Die Abschn. 6 u. 7 des Normblattes DIN 4235 sind auf Anregung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) mit Zustimmung der Arbeitsgruppe „Rüttelbeton“ im Deutschen Ausschuß für Stahlbeton aus Gründen der Unfallverhütung bei der Verwendung von Innenrüttlern ergänzt und geändert worden. Das als Anlage 1 bekanntgegebene Normblatt enthält bereits diese Ergänzung und Änderung.
- 4 Die dem RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBL. NW. S. 801) als Anlage 21 angefügte Nachweisung B ist unter I 6 bezüglich DIN 4235 entsprechend zu ändern. In der Nachweisung A (Anlage 20 zum gleichen RdErl.) ist dieser RdErl. unter V c 1, in Spalte 7 zu vermerken und der dort aufgeführte RdErl. d. Reichsarbeitsministers v. 13. 9. 1943 zu streichen. Das Normblatt DIN 4236 ist in der Nachweisung B unter I 10 aufzunehmen.
- 5 Dieser RdErl. ergeht im Einvernehmen mit dem Arbeits- und Sozialminister des Landes Nordrhein-Westfalen.

An die Regierungspräsidenten,

den Minister für Wiederaufbau des Landes Nordrhein-Westfalen — Außenstelle Essen —,

alle Bauaufsichtsbehörden,

die staatlichen Bauverwaltungen,

Bauverwaltungen der Gemeinden und Gemeindeverbände,

das Landesprüfamt für Baustatik,

die kommunalen Prüfämter für Baustatik in Bielefeld, Bochum, Dortmund, Essen und Köln.

Innenrüttler zum Verdichten von Beton

Richtlinien für die Verwendung

DIN 4235

1 Einleitung

Mit Rüttelbeton (vibrierter Beton) wird ein Beton bezeichnet, der durch Rütteln, das sind rasch aufeinanderfolgende Impulse (Schwingungen, Stöße), verdichtet worden ist. Für seine Zusammensetzung und Eigenschaften gelten die für Beton bekannten allgemeinen Grundsätze. Durch Rütteln können jedoch mit gleichem oder kleinerem Aufwand in der Regel grobkörnigere und wasserärmere Mischungen verdichtet werden als durch andere Verfahren.

Unter der Voraussetzung vollkommener Verdichtung werden die Eigenschaften des erhärteten Rüttelbetons überwiegend durch die Größe des Wasserzementwertes und die Zementgüte bestimmt.

Diese Richtlinien beziehen sich nicht auf weich angemachten Beton, auch nicht auf Leichtbeton.

2 Anwendungsbereich

Innenrüttler können dann sinnvoll angewandt werden, wenn der Beton so zubereitet wird, wie es für Innenrüttler zweckmäßig ist, vgl. Abschnitt 8, und wenn die Schüttung so hoch ist, daß die Rüttelflasche senkrecht oder schräg eingetaucht werden kann und wenn nicht durch andere Einwirkung die vollständige Verdichtung von geeignetem Beton technisch ebenso einfach oder ebenso wirtschaftlich möglich ist.

3 Leistung der Innenrüttler

Für normale Verhältnisse eignen sich Innenrüttler mit mindestens 8000 Schwingungen je Minute und über 500 kg Zentrifugalkraft, für Sonderfälle schwächere oder stärkere Geräte.

Bei Massenbeton mit grobkörnigen Zuschlagstoffen ist vorher an einer größeren Probeschüttung ($F = \approx 1,5 \text{ m mal } 1,5 \text{ m, } h = 0,7 \text{ m}$) festzustellen, ob die Verdichtungsleistung des Rüttelgeräts und die Antriebsleistung des Elektromotors genügend groß sind, vgl. auch Abschn. 14.

4 Pflege der Geräte

Die Innenrüttler sind sorgfältig zu warten, damit sie nicht vorzeitig versagen. Es ist deshalb ein besonders geschulter Handwerker (am besten ein Elektriker) mit dem Instandhalten der Geräte zu beauftragen. Ferner ist ein geeigneter, sauberer Arbeitsraum für die Lagerung und Pflege der Geräte bereitzustellen. Die Anweisungen der Herstellerfirma sind zu beachten.

5 Abnutzung

Durch die Reibung am Gestein wird die Rüttelflasche abgenutzt, besonders bei gebrochenem, scharfkantigem Hartgestein. Ferner können infolge der Zentrifugalkräfte und der auftretenden Stöße örtliche Abnutzungen der Wälzlageringringe entstehen. Abgenutzte Teile sind rechtzeitig zu ersetzen.

6 Überlastung der Antriebsmotore

Bei besonders steifem und grobkörnigem Beton wird das Gerät häufig über die Nennleistung beansprucht. Dies macht sich in der Regel durch eine übermäßige Erwärmung des Motors bemerkbar. In solchen Fällen ist das Gerät abzuschalten und Abhilfe gegen die Überlastung zu suchen. Zum Schutz der elektrischen Einrichtungen im Gerät wird in die Zuleitung zum Innenrüttler ein Motorschutzschalter ortsfest eingebaut. Als Betätigungsschalter des Rüttlers muß ein Motorschalter (Walzenschalter oder Nockenschalter) nach VDE 0660/12. 52, Tafel 6, Geräteklasse c (Lebensdauer von mindestens 100 000 Schaltspielen) vorhanden sein. Hebelschalter und Paketschalter sind nicht zulässig.

7 Elektrische Schutzmaßnahmen

Bei elektrischen Antriebsmotoren sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich, um die Bedienungsmänner vor Schaden zu bewahren. Gemäß VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V“ müssen von einem zugelassenen Installationsunternehmen im Einvernehmen mit dem Elektrizitätsversorgungsunternehmen zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen durchgeführt werden.

Wenn das Versorgungsnetz die Nullung gemäß 0100/3.52, § 3, Regel 6, zuläßt, ist diese durchzuführen. Andernfalls ist Schutzerdung gemäß 0100/3.52, § 3, Regel 5, oder Schutzschaltung gemäß 0100/3.52, § 3, Regel 7, anzuwenden. Die Schutzleiter müssen über die Anschlußleitungen geführt werden, für die vieradrige bewegliche NSH-Gummischlauchleitungen oder mindestens gleichwertige Leitungen zu verwenden sind.

Die jeweils gewählte Schutzeinrichtung muß stets in betriebs-sicherem Zustand gehalten werden, damit eine Gefährdung der Bedienungsmänner, die zu Todesfällen führen kann, vermieden wird. Diese Einrichtungen sind mindestens täglich vor dem Einsatz der Geräte zu prüfen.

Bei Geräten mit Frequenzumformern oder Schutztransformatoren ist ein ausreichender Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen vorhanden, wenn die Spannung am Antriebsmotor niedriger als 65 V gegen Erde ist, also im Bereich der als ungefährlich anzusehenden Spannungen liegt.

Besondere Aufmerksamkeit ist den Anschlußstellen am Gerät und am Stecker zu widmen, da durch unsachgemäße Installation und Bedienung Drahtbrüche auftreten können, durch die der Schutzleiter unterbrochen werden oder das Gehäuse gefährliche Berührungsspannungen annehmen kann. An allen Einführungsstellen für elektrische Leitungen muß eine Zugentlastungsvorrichtung vorhanden und sachgemäß montiert sein**).

8 Aufbau und Steife des Rüttelbetons

Für den Kornaufbau der Zuschlagstoffe sind im allgemeinen die Vorschriften in DIN 1045 und 1047 anzuwenden, andernfalls ist die Eignung durch Versuch nachzuweisen. Grundsätzlich sind verdichtungswillige Mischungen anzustreben (vgl. im folgenden).

Bei Verwendung der empfohlenen Innenrüttler, vgl. Abschnitt 3, kann Beton mit einem Eindringmaß¹⁾ von 4 bis 5 cm (Beton also etwas nasser als erdfeucht) zuverlässig gerüttelt werden, häufig auch noch steiferer Beton. Voraussetzung ist jedoch, daß der Feinmörtel im Beton mindestens schmierig-feuchte Beschaffenheit aufweist und daß sich beim langsamen Herausziehen der Rüttelflasche das Loch im Beton schließt. Engmaschige Stahlbewehrung oder Schwierigkeiten beim Einbringen des Betons können einen höheren Wasserzusatz zur Erzielung größerer Beweglichkeit erforderlich machen. Um die gleiche Betongüte zu gewährleisten, muß dann die Zementzugabe entsprechend erhöht werden.

Entsteht an der oberen Fläche beim Rütteln eine wäßrige Schlempe, dann ist der Beton zu weich angemacht; wenn sich jedoch eine geschlossene Schicht zäher Schlempe bildet, bestehen keine Bedenken.

Die Güte von weichem Beton (mit einem Ausbreitmaß von mehr als 36 cm) wird durch Rütteln im Vergleich zu ausgiebigem Stochern oder leichtem Stampfen nicht gesteigert. Es können

*) Die Abschnitte 6 und 7 sind geändert und ergänzt (vgl. Nr. 3 des vorstehenden RdErl.).

**) Ergänzung für das Land Nordrhein-Westfalen: Außerdem sind Maßnahmen zu treffen, um ein scharfes Kanten der Leitungen an den Einführungsstellen zu vermeiden (Abrunden der Kanten, Gummifüllen über der Leitungseinführung).

1) Vgl. DIN 1048, Teil D, der Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Berlin 1949, Wilh. Ernst & Sohn.

sogar schädliche Entmischungen entstehen. Deshalb darf im Regelfall Beton mit einem Ausbreitmaß von mehr als 36 cm nicht gerüttelt werden²⁾).

9 Einbringen des Rüttelbetons

Rüttelbeton soll in möglichst dicken Lagen eingebracht werden, vgl. Abschnitt 10. Der Durchmesser der Fallrohre muß größer sein als bei weichem Beton. Es kann dann bei Verstopfung auch die Rüttelflasche in das Rohr eingeführt und die Störung rasch behoben werden. Während des Einbringens ist die obere Betonfläche möglichst waagrecht zu schütten, weil der Beton an geneigten Flächen beim Rütteln ins Fließen kommt und sich entmischt. Deshalb ist auch in der Nähe von Schüttböschungen nicht zu rütteln. Im übrigen sollen Innenrüttler nicht zum Ausbreiten des Betons von der Schüttstelle aus benutzt werden, weil der Beton sich hierbei erheblich entmischen kann.

10 Schichthöhe des Betons

Beim Einbringen soll die Schichthöhe möglichst 30 cm und mehr betragen. Die neue Schüttung muß spätestens nach einer Stunde gerüttelt werden. Die Schichthöhe kann unter diesen Voraussetzungen auch 1 m betragen, wenn der Innenrüttler genügend kräftig ist. Die Wirkung des Innenrüttlers wird durch die mit der Schichthöhe wachsende Auflast begünstigt, andererseits wird der Weg für die nach oben verdrängte Luft größer. Die Rütteldauer je Tauchstelle richtet sich nach der jeweiligen Schichthöhe, vgl. Abschnitt 13.

11 Geschwindigkeit beim Eintauchen und Herausziehen der Rüttelflasche

Die Rüttelflasche ist zügig und gleichmäßig bis zur erforderlichen Tiefe in den Beton einzuführen, vgl. Abschnitt 12, und so langsam herausziehen, daß der Beton hinter der Rüttelflasche wieder zusammenfließt. Bei einem Weg von 8 cm je Sekunde ist häufig eine ausreichende Verdichtung gewährleistet, ohne daß der Bedienungsmannt übermäßig angestrengt wird. An den aufsteigenden Luftblasen und der Bildung einer ebenen, geschlossenen Fläche ist der Wirkungsbereich und der Verdichtungsgrad zu erkennen.

12 Tiefe des Eintauchens der Rüttelflasche und Nachrütteln

Die Rüttelflasche ist durch die zu verdichtende Schüttung hindurch noch etwa 10 bis 20 cm tief in die untere bereits verdichtete Schicht einzutauchen, damit ein guter Anschluß der einzelnen Lagen entsteht und die auf der unteren Schicht vorhandene Schlempe in die neue Schüttung verteilt wird. Das Rütteln der unteren Schicht ist zulässig, solange der Beton noch rüttelbar ist³⁾, siehe auch nächsten Absatz.

Durch ein nach längerer Zeit wiederholtes Rütteln (Nachrütteln im allgemeinen frühestens nach 1 Stunde) kann der Beton verbessert werden, namentlich wenn der Beton das Wasser abstößt oder höheren Wassergehalt hat. Schrumpf- und Setzrisse sowie andere Störungen, wie Hohlräume unter den waagerechten Bewehrungsstäben und unter groben Zuschlagteilen und ähnliches, können dadurch wieder geschlossen werden. Voraussetzung ist, daß der Beton beim Einführen der Rüttelflasche wieder weich wird.

13 Dauer des Rüttelns bei den einzelnen Tauchstellen

Die Rütteldauer ist abhängig von der Wirkung des Rüttlers und der Zusammensetzung des Betons. Zum Beispiel ist für geeignet zusammengesetzten, steifen Beton (siehe Abschnitt 8) bei einer Eintauch- und Auftauchgeschwindigkeit von 8 cm/sec die erforderliche Rüttelzeit je Tauchstelle $t = \frac{2(s+b)}{8}$ sec. Hierbei ist s die Schichthöhe des Betons und b die Eintauchtiefe in die untere Betonschicht.

	Rüttelzeit			
Schichthöhe $s =$	30	50	75	100 cm
Eintauchtiefe $b =$	15	15	15	15 cm
Rüttelzeit $t =$ rd.	11	16	22	29 Sekunden.

²⁾ Ausbreitmaß eines geschlossenen Betonkuchens; noch steiferer Beton kann in der Regel durch den Ausbreitversuch nicht mehr gekennzeichnet werden, vgl. DIN 1048.

³⁾ Über die Berührung der Rüttelflasche mit festen Teilen vgl. Abschn. 21.

Der Beton ist fertig verdichtet, wenn sich oben eine kreisförmig begrenzte Fläche von Zementschlempe gebildet hat; siehe auch Abschnitt 11. Es ist besser, etwas länger zu rütteln.

14 Abstand und Zahl der Tauchstellen, Verdichtungsleistung

Der Abstand der Tauchstellen ist so zu wählen, daß sich die Wirkungsbereiche etwas überschneiden und der frisch eingefüllte Beton überall ausreichend verdichtet wird. Der Wirkungsbereich wächst mit der Stärke des Geräts, er hängt auch von der Zusammensetzung des Betons ab. Mit den empfohlenen schnelllaufenden Innenrüttlern (vgl. Abschnitt 3) kann für einen Beton mit einem Eindringmaß von 4 bis 5 cm ein kreisförmiger Wirkungsbereich von etwa 60 bis 80 cm Durchmesser vorausgesetzt werden, wenn nicht durch engliegende Stahlbewehrung oder sonstige Umstände eine größere Dämpfung der eingeleiteten Schwingungen entsteht.

Der jeweils festgelegte Abstand der Tauchstellen ist gleichmäßig über die ganze Betonfläche einzuhalten, damit der Beton vollständig durchgerüttelt wird. Die wirkliche Verdichtungsleistung eines Rüttlers in Kubikmeter Beton je Stunde ist aus der Verdichtungszeit, während der die Rüttelflasche Schwingungen auf den Beton überträgt, zu berechnen. Die Verdichtungsleistung im Betrieb ist außerdem abhängig von den örtlichen Verhältnissen, vor allem von den Wartezeiten, und gegebenenfalls von den Zeiten zum Ein- und Ausführen der Rüttelflasche in die Schalung und in die Bewehrung.

Es muß verlangt werden, daß bei zweckmäßigem Abstand der Tauchstellen jedes Kubikmeter Beton mindestens drei Minuten mit den empfohlenen schnelllaufenden Innenrüttlern verdichtet wird (tatsächliche Rüttelzeit). Die im einzelnen Fall aufzuwendende Rüttelzeit ist für den betreffenden Beton vom verantwortlichen Bauleiter aus einem Versuch mit entsprechend hoher Schüttlage zu ermitteln (vgl. auch Abschnitt 3).

15 Rütteln von bewehrtem Beton

In der Bewehrung ist schon beim Entwurf genügend Platz für das Einführen der Rüttelflasche vorzusehen (vgl. Abschnitt 14). Die Stäbe sollen während des Rüttelns möglichst nicht berührt werden. Zweckmäßig wird der Rüttler nur in Betrieb gehalten, solange die Flasche im Beton eingeführt ist. Bei engliegender Stahlbewehrung ist besonders sorgfältig zu rütteln und darauf zu achten, daß keine Nester und Ansammlungen von Betonschlempe entstehen.

16 Rütteln in der Nähe der Schalungsfläche

Um glatte, geschlossene Außenflächen zu erhalten, muß der Beton zunächst einen genügenden Gehalt an sämiger Betonschlempe haben, die wenig wasserabstoßend ist. Die Rüttelflasche darf nicht zu nahe an der Schalung eingeführt werden, weil sich sonst leicht aufsteigende Wasserrinsel bilden, besonders wenn der Beton zu wenig mehlfine Stoffe enthält. Andererseits entsteht bei zu großem Abstand von der Schalung keine geschlossene Fläche. Der zweckmäßige Abstand ist 10 bis 20 cm. Wenn so gerüttelt wird, daß auf der oberen Fläche an der Schalung genügend Schlempe austritt und Luftblasen aufsteigen, kann bei richtiger Eintauchtiefe erwartet werden, daß die Außenflächen geschlossen sind.

Bei schwer zugänglichen Stellen der Schalung oder bei Betonwänden unter 30 cm Dicke kann es zweckmäßig sein, leichtere Geräte zu verwenden, die sicher an die gewünschte Stelle geführt werden können und die Schalungen nicht übermäßig beanspruchen.

17 Rütteln bei Anschlußflächen

Beim Anschluß an Fels oder bereits erhärteten Beton entstehen leicht Fehlstellen, weil die unterste Schicht des Betons nicht genügend gerüttelt werden kann. Es wird empfohlen, nach geeigneter Vorbereitung der Oberfläche (vgl. auch DIN 1045 § 9, 4), zuerst eine mindestens 5 cm hohe Schicht einzubringen, die aus Feinbeton besteht oder bei der die Zuschlagstoffe über 7 mm weg gelassen sind. Diese ist sorgfältig anzutreten, anzustampfen oder mit Oberflächenrüttlern zu verdichten. Die weiteren Mischungen sind dann in üblicher Weise einzubringen und zu rütteln. Dabei wird die leicht bewegliche feinkörnige Schicht genügend in Schwingungen geraten, sich mit dem Beton verbinden und vermischen.

18 Rütteln hoher Wände und Säulen

Mit den üblichen Längen von Antriebswellen ist es möglich, die Rüttelflasche etwa 3,0 m tief in die Schalung herabzulassen. Dies ist beim Aufbau der Schalung und der Bewehrung sowie bei der Einteilung der Arbeitsschichten zu berücksichtigen. In höheren Wänden und Säulen ist zu empfehlen, die mit Wellen angetriebenen Rüttelflaschen durch seitliche Öffnungen in der Schalung einzuführen. Hierbei kann ein Einführgerät (Rinne oder ähnliches) das Vorbeiführen an der Bewehrung erleichtern.

Durch ein Verlängerungsstück oder längere Schlauchwelle kann die biegsame Welle mit Schutzschlauch auf eine Gesamtlänge von 6 bzw. 8 m gebracht werden. Bei Rüttlern mit Motor in der Rüttelflasche kann ein noch längeres Stromkabel benutzt werden, um das Absenken in größere Tiefen durchzuführen.

19 Bauart der Schalung bei der Anwendung von Innenrüttlern

Es empfiehlt sich, die Schalung für Rüttelbeton widerstandsfähiger zu machen, als es für gewöhnlichen, gestocherten Beton nötig wäre. Genauere Unterlagen über die möglichen Drücke müssen noch ermittelt werden. Zunächst ist anzunehmen, daß in der Nähe der Rüttelflasche größere Drücke und Druckschwankungen auf die Schalung übertragen werden, die zu einer örtlichen Überbelastung führen können. Die Fugen sind dicht auszubilden, weil sonst die Schlempe herausgepreßt, auch Luft eingesaugt wird und Fehlstellen in der Fläche entstehen. Da die Schalung durch das Rütteln ins Schwingen kommt, ist dafür zu sorgen, daß sie sich an den Verbindungsstellen nicht lockern kann.

20 Vermeiden von Entmischungen

Beim Rütteln von Beton, der zum Entmischen neigt, und bei zu langem Eintauchen der Rüttelflasche an einer Stelle, steigen größere Mengen wässrige Betonschlempe an die Oberfläche, die sich besonders bei ungleichmäßiger Schüttung an der tiefsten Stelle — oft an der Schalungsfläche — sammeln und zu Fehlstellen führen (vgl. auch Abschnitt 9).

In den Tauchstellen werden die groben Steine verdrängt. Der beim Eintauchen der Rüttelflasche entstandene Hohlraum füllt sich beim langsamen Herausziehen mit Mörtel, der eine etwas geringere Festigkeit als der übrige Beton hat. Diese Entmischung ist jedoch unbedenklich, weil sie sich auf einen kleinen Bereich erstreckt.

21 Allgemeines über die Handhabung der Innenrüttler

Die im Betrieb befindliche Rüttelflasche darf keine festen Gegenstände wie Beton, Stahl, Holz usw. berühren, weil sonst Stöße entstehen, die zu einer Beschädigung der Wälzlager führen können. Der Motor darf deshalb auch nur eingeschaltet werden, wenn die Rüttelflasche angehoben ist oder auf einer weichen Unterlage liegt. Dies ist auch beim Einführen und Herausziehen der Rüttelflasche zu beachten. Es darf deshalb bei engen Einführungsstellen der Motor erst eingeschaltet werden, wenn die Rüttelflasche in den Beton getaucht wird. Bei Flaschen mit biegsamer Welle ist der Gummischlauch so zu führen, daß unnötige und scharfe Krümmungen vermieden werden.

Rütteltische zum Verdichten von Beton

Richtlinien für die Verwendung

DIN 4236

1 Begriffe

1.1 Rütteltische (Schwingtische, Vibriertische) im Sinne dieser Norm sind alle Rüttelvorrichtungen, die auf eine aufgesetzte, mit Beton gefüllte Form rasch verlaufende Schwingungen oder Stöße übertragen. In der Regel sind hierbei Schwingungserreger — sich drehende Unwuchten oder elektromagnetische Geräte — an einer Platte befestigt. Diese stützt sich über Federn (aus Stahl, Gummi u. dgl.) auf ein Untergestell.

Für größere Werkstücke werden auch mehrere gleichartige Rütteltische oder Rüttelböcke zu einem Rüttelgerät zusammengefaßt. Auch solche Anordnungen fallen unter den Begriff „Rütteltisch“¹⁾.

1.2 Rüttelbeton. Mit Rüttelbeton (vibrierter Beton) wird ein Beton bezeichnet, der durch Rütteln, d. h. rasch aufeinanderfolgende Impulse (Schwingungen, Stöße) verdichtet worden ist (vgl. auch Abschnitt 5). Für seine Zusammensetzung und Eigenschaften gelten die für Beton bekannten allgemeinen Grundsätze. Durch Rütteln können jedoch grobkörnige und wasserarme Mischungen wirtschaftlicher verdichtet werden als durch andere Verfahren.

Unter der Voraussetzung vollkommener Verdichtung (Gefüge des frisch verdichteten Betons ohne Lufthohlräume) werden die Eigenschaften des erhärteten Rüttelbetons überwiegend durch die Größe des Wasserzementwertes und die Güte des Zements (Bindemittels) bestimmt.

2 Anwendungsbereich

Rütteltische werden für das Verdichten von bewehrten und unbewehrten Betonkörpern benutzt.

Bei Leichtbeton aus Zuschlägen mit Haufwerksporigkeit — z. B. für die Herstellung von Hohlblocksteinen — dient das Rütteln dazu, die Verbindung zwischen den Körnern zu verbessern. Eine weitgehende Verdichtung ist hierbei jedoch nicht erwünscht.

3 Wirksamkeit

Tragkraft und Größe sowie Anzahl der Rütteltische müssen auf Gewicht und Abmessungen der Werkstücke abgestimmt sein. Die Belastung, mit der noch eine gute Wirkung verbürgt wird, soll auf einem Leistungsschild am Rütteltisch angegeben sein.

¹⁾ Schock- oder Stoßtische fallen nicht unter den Begriff „Rütteltische“. Beim „Schocken“ wird die Form in langsamer Folge meist mittels Nockenwelle gehoben und der Beton durch den harten Schlag beim Herabfallen verdichtet.

Für die Wirksamkeit eines Rütteltisches ist die Beschleunigung

$$b = \frac{1}{2} s \left(\frac{2 \pi n}{60} \right)^2 \text{ cm/Sek.}^2 \text{ maßgebend.}$$

Hierbei bedeutet s die Schwingungsbreite (gesamter Ausschlag) in Zentimeter und n die Schwingzahl je Minute. Als Schwingzahl gilt die Drehzahl der Unwuchten bzw. bei elektromagnetischen Rüttlern die Zahl der Aufwärts- oder Abwärtsbewegungen je Minute. Die Beschleunigung b wird meist als Vielfaches der Erdbeschleunigung $g = 981 \text{ cm/Sek.}^2$ angegeben. In diesem Falle wird

$$b = 5,59 \cdot s \cdot n^2 \cdot 10^{-6} \cdot g.$$

Schwingzahl und Schwingungsbreite sollen für den unbelasteten Tisch und für den mit der zulässigen Last beschwerten Tisch unter Angabe dieser Last auf dem Leistungsschild angegeben sein. Die Schwingzahl soll mindestens bei $n = 2800/\text{min}$ liegen und die Beschleunigung b für den belasteten Tisch mindestens den Wert $4 \cdot g$ erreichen. Dies ist bei $n = 2800/\text{min}$ der Fall, wenn s mindestens $0,9 \text{ mm}$ wird.

4 Messen der Schwingungsbreite

Die Schwingungsbreite s soll an allen Punkten der Rüttelplatte annähernd gleich groß sein; sie soll sich im Leerlauf um höchstens $0,25 s$ unterscheiden. Ist dies nicht der Fall, dann ist die Platte nicht ausreichend steif. Große Werkstücke werden dann ungleichmäßig, kleinere je nach Aufsetzstelle verschieden stark verdichtet.

Die Schwingungsbreite kann auf einfache Weise durch zwei Verfahren nachgeprüft werden:

- Eine Reißnadel wird fest auf die Rüttelplatte gedrückt oder so daran festgeklammert, daß an der Spitze ein weicher Blechstreifen (z. B. Aluminium) mit ganz leichtem Andruck vorbeigeführt werden kann. An der so erzeugten Wellenlinie läßt sich die Schwingungsbreite mittels der Lupe nachmessen.
- Eine gleichschenklige Dreiecksfläche mit 10 mm Grundlinie und 50 mm Höhe (vgl. Bild 1) wird z. B. auf weißer Pappe so angelegt, daß zwischen der Dreiecksfläche und der umgebenden Fläche ein starker Kontrast vorhanden ist. Die Höhe der Dreiecksfläche ist in 10 Teile geteilt; eine Einheit dieser Ableseskala entspricht einer Schwingungsbreite von 1 mm . Das Dreieck wird, falls nötig auf einer passenden Unterlage, an die Meßstelle angedrückt oder angeklammert. Bei Tischen mit Unwuchten auf nur einer Welle wird das Dreieck mit seiner Höhe gleichlaufend zur Erregerwelle angelegt. Beim Rütteln entsteht für das Auge ein Kernschatten nach Bild 2, dessen Spitze die Schwingungsbreite in mm anzeigt (im Beispiel $1,8 \text{ mm}$).

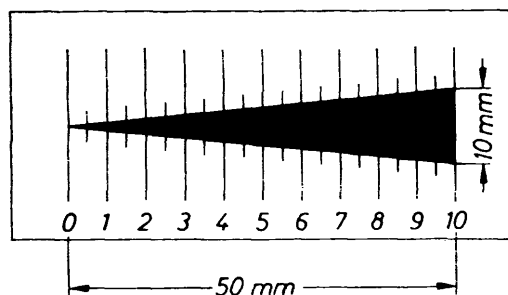


Bild 1

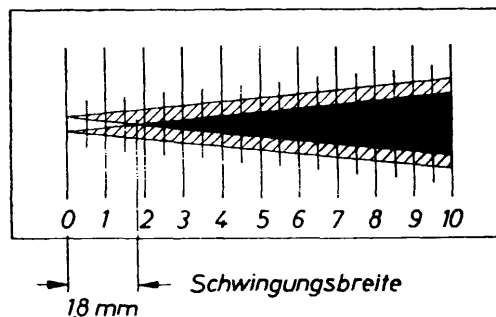


Bild 2

5 Mischungsaufbau und Betonsteife des Rüttelbetons

Kornzusammensetzungen, die nach der üblichen Sieblinienbewertung im „besonders guten“ Bereich liegen und ausgewählte Ausfallkörnungen sind besonders geeignet. Beton aus Zuschlägen mit runden Körnern läßt sich leichter verdichten als solcher mit splittrigen Körnern.

Die Steife ist so zu wählen, daß der Frischbeton in angemessener Rüttelzeit an der Oberfläche durch Feinmörtel geschlossen wird. Die zweckmäßige Steife ist also von der Leistung des Rüttlers abhängig. Ist der Beton zu weich, dann wird durch Rütteln kein wesentlicher Vorteil erzielt, auch kann das Werkstück nicht unmittelbar anschließend entformt werden. Ist der Beton zu steif, dann wird die volle Verdichtung nicht oder erst nach langer Rüttelzeit erreicht. Mischungen für Rüttelbeton können beim Schütten lose fallen, müssen jedoch mindestens schmierig-feuchten Feinmörtel aufweisen, damit ein rasches Anhaften des Betons an der Formwand und damit eine volle Übertragung der Schwingungen erzielt werden. Über Leichtbeton vgl. unter Abschnitt 9.

6 Einfüllen des Betons

Beim Rütteln von Schwerbeton soll das Entweichen der Luft aus dem eingefüllten Beton erleichtert werden. Das geschieht zweckmäßig dadurch, daß der Frischbeton während des Rüttelns laufend oder in niedrigen Schichten eingefüllt und verdichtet wird. Einzelte, nicht zusammenhängende Luftporen an den Flächen und im Beton lassen sich nicht vermeiden und beeinträchtigen die Güte praktisch nicht.

Der Beton soll möglichst gleichmäßig in Lagen in die Form eingefüllt werden, damit sich keine Kegel und Böschungen bilden können. An Böschungen entstehen durch das Absondern der groben Bestandteile oder von Feinmörtel Entmischungen, die zu ungleicher Zusammensetzung sowie zu Nestern mit löchrigem Gefüge führen können.

7 Rütteln bei aufgespannter und bei lose aufliegender Form

Durch das Aufspannen der Form werden Schwingzahl und Schwingungsbreite des Tisches annähernd gleichmäßig auf die Form und in den Frischbeton übertragen. Tisch und Form werden mehr geschont als beim Rütteln mit loser Form. Die Form soll an genügend vielen und geeigneten Stellen auf der Unterlage liegen und mit dieser so gespannt sein, daß annähernd gleiche Schwingungsausschläge über den ganzen Bereich der Unterlage bzw. der Form erhalten werden.

Beim Rütteln mit lose aufliegender Form entstehen Prellschwingungen. Auf Rütteltischen mit einer Unwuchtwellen kann dadurch die Verdichtung bei lose aufliegender Form u. U. etwas günstiger sein als bei aufgespannter Form. Die Eigenschaften des Rütteltisches und die Steife der Form sowie das Gewichtsverhältnis zwischen schwingender Masse und Form sind von Einfluß.

8 Rüttelzeit

Die Rüttelzeit hängt ab von der Wirksamkeit des Tisches, der Frischbetonsteife und der Höhe des einzubringenden Betons. Die günstigste Rüttelzeit muß von Fall zu Fall festgelegt werden. Die Rüttelzeit ist dann ausreichend, wenn der Beton an der oberen Fläche bei kräftig aufgedrückter Hand sich zäh zusammenhängend bewegt und sich mit Feinmörtel geschlossen hat.

9 Rütteln mit Auflast

Beim Rütteln von Leichtbeton mit Haufwerksporigkeit — und allgemein bei wenig zusammenhängendem Beton — ist das „Rütteln mit Auflast“ notwendig, damit in kurzer Zeit eine gleichmäßige Verkitung und Betonfestigkeit auch im oberen Teil des Werkstückes und außerdem eine ebene obere Fläche erhalten wird.

Auch beim Rütteln von steifem Schwerbeton kann eine Auflast von Vorteil sein.

10 Art der Formen

Die auf Rütteltischen zu verdichtenden Werkstücke werden zweckmäßig in Metallformen hergestellt. Holzformen dämpfen die Schwingungen mehr und vermindern so die Wirksamkeit der Rüttelstöße. Die Formen sollen möglichst leicht, jedoch so beschaffen sein, daß die Wandungen beim Rütteln keine Eigenschwingungen ausführen („Flattern“) und nicht pumpend wirken, weil sonst durch Einziehen und Ausblasen von Luft mangelhafte Flächen und Kanten entstehen.

11 Bewertung von Rütteltischen

(vgl. auch Abschnitt 3)

Die Wirkung verschiedenartiger Rütteltische kann durch Vergleich der zur Verdichtung erforderlichen Rüttelzeit oder der mit gleicher Rütteldauer entstandenen Festigkeit bei gleichen Betonmischungen und Probekörpern bewertet werden. Die Angaben von Rüttelzeit oder Betonfestigkeit als Leistungsmaßstab für Rütteltische sind nur dann für eine objektive Beurteilung brauchbar, wenn der Mischungsaufbau, Rohstoffeigenschaften, Frischbetonsteife, Probekörpergröße, Alter und Lagerung des Betons gleich sind.

— MBI. NW. 1955 S. 1477.

Einzelpreis dieser Nummer 0,30 DM.

Einzellieferungen nur durch den Verlag gegen Voreinsendung des Betrages zuzügl. Versandkosten (pro Einzelheft 0,15 DM) auf das Postscheckkonto Köln 8516 August Bagel Verlag GmbH., Düsseldorf.
(Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.)

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Druck: A. Bagel, Düsseldorf.
Vertrieb: August Bagel Verlag GmbH., Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 4,50 DM, Ausgabe B 5,40 DM.