

MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

8. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 3. August 1955

Nummer 94

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. 13. 7. 1955, DIN 4240 — Kugelschlagprüfung von Beton mit dichtem Gefüge. S. 1417.
- K. Justizminister.**

J. Minister für Wiederaufbau

II A. Bauaufsicht

DIN 4240 — Kugelschlagprüfung von Beton mit dichtem Gefüge

RdErl. d. Ministers für Wiederaufbau v. 13. 7. 1955 —
II A 4 — 2.75 Nr. 1600/55

1 Vom Deutschen Ausschuß für Stahlbeton im Deutschen Normenausschuß ist das Normblatt DIN 4240 (Ausgabe September 1954) — Kugelschlagprüfung von Beton mit dichtem Gefüge, Richtlinien für die Anwendung — aufgestellt worden. Die in dem Normblatt enthaltenen Richtlinien gelten für die zerstörungsfreie Prüfung der Druckfestigkeit von Betonbauteilen mit dichtem Gefüge. Ich weise die Bauaufsichtsbehörden des Landes Nordrhein-Westfalen unter Hinweis auf Nr. 1.5 meines RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 (MBI. NW. S. 801) auf dieses Normblatt hin und gebe es als Anlage bekannt.

2 Mit der Kugelschlagprüfung kann die Betondruckfestigkeit im Bauwerk ausreichend genau festgestellt und vor allem ihre Gleichmäßigkeit an verschiedenen Stellen des Bauwerks nachgeprüft werden. Diese Prüfung eignet sich namentlich auch in den Fällen, in denen keine Probewürfel zur Verfügung stehen, z. B. bei Änderung und Ergänzung bestehender Bauwerke.

Bei Neubauten wird aber der im Normblatt DIN 1045, § 6 geforderte Nachweis der Betondruckfestigkeit an Probewürfeln durch die Kugelschlagprüfung nicht entbehrlich. Die Kugelschlagprüfung kann

nur als Ergänzung zu den Prüfungen mit Probewürfeln angewandt werden. Sie ist außerdem dann anwendbar, wenn die Druckfestigkeit der Probewürfel nicht ausreichend sein sollte, so daß auf das Ausstemmen von Probekörpern zur weiteren Festigkeitsprüfung gegebenenfalls verzichtet werden kann.

Für die Beurteilung der Druckfestigkeit von Beton, der wesentlich jünger oder älter als 28 Tage ist, muß Abschn. 2.5 des Normblattes DIN 4240 beachtet werden.

3 Die Kugelschlagprüfung nach DIN 4240 eignet sich, wie auch die Normblattbezeichnung bereits erkennen läßt, nur für Beton mit dichtem (geschlossenem) Gefüge, nicht aber für Beton mit porigem Gefüge, wie z. B. Ziegelsplittbeton, Leichtbeton mit porigen Zusatzstoffen oder Gas- und Schaumbeton. Hierfür werden besondere Verfahren vorbereitet.

4 Dieser RdErl. ist in der meinem RdErl. v. 20. 6. 1952 — II A 4.01 Nr. 300/52 — (MBI. NW. S. 801) als Anl. 21 angefügten Nachweisung B unter I 11 aufzunehmen. Gleichzeitig ist dieser RdErl. in der Nachweisung A, Anl. 20 zum gleichen RdErl. unter V c 1, V c 3 und V c 4 jeweils in Spalte 7 zu vermerken.

An die Regierungspräsidenten,
den Minister für Wiederaufbau des Landes Nordrhein-Westfalen — Außenstelle Essen —,
alle Bauaufsichtsbehörden,
das Landesprüfamt für Baustatik,
die kommunalen Prüfämter für Baustatik in Bielefeld, Bochum, Dortmund, Essen und Köln,
staatlichen Bauverwaltungen,
Bauverwaltungen der Gemeinden und Gemeindeverbände.

Kugelschlagprüfung von Beton mit dichtem Gefüge

Richtlinien für die Anwendung

DIN 4240

1 Allgemeines

1.1 Vorbemerkung

Die übliche Prüfung mit Beton-Probewürfeln, die gleichzeitig mit dem Bauwerksbeton hergestellt werden, hat den Nachteil, daß im allgemeinen die Probenanzahl nicht ausreicht zu einer gesicherten Aussage über die Betongüte, daß die Druckfestigkeit von der Größe der Probewürfel abhängt, die Prismendruckfestigkeit von der im allgemeinen nur ermittelten Würfeldruckfestigkeit mehr oder weniger stark abweicht und daß schließlich die Übereinstimmung der Betongüte im Bauwerk und im Probewürfel nicht ausreichend gesichert ist¹⁾.

Das Kugelschlagverfahren ermöglicht dagegen eine unmittelbare Prüfung des Betons im Bauwerk und hat den großen Vorteil, eine praktisch zerstörungsfreie Prüfung zu sein und mit geringem Arbeitsaufwand eine große Zahl von Festigkeitswerten zu liefern. Deshalb hat der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton umfangreiche Versuche über die Anwendbarkeit der Kugelschlagprüfung zur Feststellung der Betonfestigkeit im Bauwerk durchführen lassen²⁾.

Bei der Kugelschlagprüfung wird aus der Größe der Durchmesser von Kugeleindrücken, die auf dem zu untersuchenden Betonkörper angebracht werden, die Würfeldruckfestigkeit des Betons abgeschätzt. Dabei werden die Kugeleindrücke hergestellt durch einen Schlag, also durch dynamische Kräfte, im Gegensatz zu dem bei der Prüfung von Stahl und sonstigen Metallen üblichen Kugeldruckversuch (Brinell), bei dem eine ruhende Belastung angewendet wird.

1.2 Ziel der Prüfung

1.21 Überprüfung der Gleichmäßigkeit der Betongüte im Bauwerk

1.22 Abschätzung der Betonfestigkeit

1.3 Geräte

1.31 Federhammer (Baumann-Steinrück, Frank)³⁾

1.32 Pendelhammer (Einbeck)⁴⁾

1.33 Sonstige Geräte

Für die Prüfung von Beton im Bauwerk sind noch andere Geräte vorgeschlagen worden, und zwar u. a. der Handhammer nach Einbeck und der „Betonprüfhammer“ von Schmidt (Schweiz).

Mit dem Handhammer nach Einbeck werden, ebenso wie mit dem Pendelhammer, Kugeleindrücke hervorgerufen, jedoch ist die Schlagarbeit bei dem Hammer nicht mechanisch festgelegt, sondern von der Handhabung durch den Benutzer abhängig. Mit dem Handhammer lassen sich deshalb nur bei ausreichender Übung und Erfahrung verwertbare Ergebnisse erzielen. Wegen der Bezugsquelle für den Handhammer vgl. Fußnote⁵⁾.

Der „Betonprüfhammer“ von Schmidt benutzt den Rückprallweg als Maßstab der Betonfestigkeit. Für seine Handhabung und die Auswertung der Messungen gelten die hier vorliegenden Richtlinien nicht⁵⁾.

¹⁾ Gaede, K.: „Über die Bestimmung der Festigkeit des Betons.“ B. u. St. 46 (1951), Heft 7, S. 155–159.

²⁾ Gaede, K.: „Die Kugelschlagprüfung von Beton.“ Heft 107 der Schriftenreihe des D. A. F. S. (1952).

³⁾ Lieferung durch: Firma Karl Frank G.m.b.H., Meßwerkzeug- und Prüfmaschinenbau, Weinheim-Birkenkau (Bergstraße).

⁴⁾ Lieferung durch: Herrn Karl August Einbeck, Berat. Ingenieur für das Bauwesen, Coburg, Bergstraße 7d.

⁵⁾ Das Gerät kann bezogen werden durch die Süddeutsche Spannbeton Gesellschaft m. b. H., Augsburg 2, Bergmühlstr. 20.

Kugelschlaghämmere

Übersicht

	Feder- hammer voller halber Schlag	Pendel- hammer voller halber Schlag
Schlagarbeit (kgcm)	50 12,5	137 68,5
Veränderung der Schlag- arbeit durch	Spannweg der Feder 5 cm 2,5 cm	Fallwinkel 180° 90° Fallhöhe 70 cm 35 cm
Durchmesser der Prüf- kugel (mm)	10	25
Zulässiger Durchmesser des Kugeleindrucks (mm) ..	3 bis 7	3 bis 7 bis 14
Anwendbar für Würfel- druckfestigkeiten W (kg/cm ²)	100 bis 600	100 bis 600 bis 200

1.34 Meßgeräte

Die erzeugten Kugeleindrücke werden bei dem Federhammer mit Meßgeräten ausgemessen, die eine Ablesung des Eindruckdurchmessers mit 0,1 mm Genauigkeit erlauben. Als zweckmäßig erwiesen haben sich handelsübliche Ableselupen mit etwa 6facher Vergrößerung, die einen Anlegemaßstab mit eingedätschter Stricheinteilung (Teilung 0,1 mm) tragen. Der erforderliche Meßbereich ist für den Federhammer ≈ 8 mm, für den Pendelhammer ≈ 15 mm.

Bei den etwa doppelt so großen Eindrücken des Pendelhammers genügt eine geringere Ablesegenauigkeit (etwa 0,3 mm). Deshalb können hier neben Luppen auch Anlegemaßstäbe, Meßkeile u. a. benutzt werden.

2 Durchführung der Kugelschlagprüfung mit dem Federhammer

2.1 Geeignete Flächen

Zweckmäßig werden für die Prüfungen enthalte, lufttrockene, möglichst ebene Flächen benutzt. Der Federhammer kann an beliebig gerichteten Flächen angesetzt werden. Die Prüffläche ist von lose anhaftenden Teilen zu reinigen und bei erheblicher Unebenheit (z. B. infolge rauer Schalung) mit einem Schmirgelsestein zu glätten.

Die beim Betonieren offenen Oberflächen sind nicht ohne weiteres für die Prüfung mit dem Kugelschlaggerät benutzbar, weil sie vielfach mit Zementschlempe überzogen sind und bei der Erhärtung störenden Einflüssen ausgesetzt gewesen sein können. Wenn man trotzdem eine solche Fläche prüfen will, muß die oberste Schicht durch Abschleifen (z. B. mit einem Schleifstein) entfernt werden, bis grobe Zuschlagsstoffkörner freigelegt sind. Die Kugeleindrücke sind auf den Mörtelflächen anzubringen. Zur Sicherung des Ergebnisses ist es in diesen Fällen geboten, Kontrollbeobachtungen z. B. durch Kugelschläge an benachbarten eingeschalteten Flächen zu machen.

Zur Verbesserung der Meßbarkeit des Kugeleindrucks kann man ein Kohlepapier auf die zu untersuchende Betonfläche legen oder diese vorher mit Kreide weiß. Ausreichend helle, möglichst seitliche Beleuchtung erleichtert das Ablesen. Ausgemessene Eindrücke werden zweckmäßig sofort mit einem Ölkreidestift gekennzeichnet.

2.2 Feststellung der Gleichmäßigkeit der Betongüte

Zum Feststellen der Betongüte eines Bauwerks sollten alle wesentlichen Bauteile an mehreren Stellen untersucht und dabei an jeder Prüffläche mindestens 20 zusammenliegende Kugleindrücke ausgemessen werden. Damit ergibt sich zunächst ein Bild von der Gleichmäßigkeit oder Ungleichmäßigkeit des Betons, wobei man im letzteren Fall noch weitere Prüfflächen untersuchen wird, um einen genügend zuverlässigen Überblick zu erhalten.

2.3 Herstellen der Kugleindrücke mit dem Federhammer

2.31 Einstellen der Arbeit des Hammers

Die Schlagenergie des Federhammers ist in angemessenen Zeitabständen nachzuprüfen. Der Hammer ist nötigenfalls zu justieren⁶⁾.

2.32 Handhabung des Hammers

Zum Anbringen der Eindrücke ist der Kugelschlaghammer möglichst genau senkrecht auf die Oberfläche zu setzen. Durch langsam, stetig gesteigerten Druck auf das halbkugelförmige Ende ist der Hammer so weit herunterzudrücken, bis die Feder ausgelöst wird und den Schlag ausübt. Die Eindrücke sind möglichst gleichmäßig über die Fläche zu verteilen. Erkennbare Fehlstellen, Grobporen, Nester, gröbere Steine sind zu meiden. Die Eindrücke sollen mindestens 3 bis 4 cm von den Kanten und 2 cm — von Mitte zu Mitte gemessen — von den nächsten Eindrücken entfernt sein.

2.33 Prüfbereiche des Hammers

In der Regel sind die Prüfungen mit der Kugel von $D = 10$ mm und mit der Schlagenergie von 50 kgcm auszuführen. Die Kugleindrücke sollen innerhalb der Grenzen von 0,30 bis 0,70 D bleiben. Schon wenn die Eindruckdurchmesser 0,65 D überschreiten, sind zusätzliche Versuche mit dem sogenannten „halben Schlag“ zu machen (halbe Federzusammendrückung, entsprechend einer Schlagenergie von 12,5 kgcm). Bei Unterschreitung von 0,35 D empfiehlt es sich, Kugeln mit kleinerem Durchmesser ($D = 7,5$ mm) zu verwenden. Für solche sehr festen Betone scheint auch der Schweizer Rückprallhammer gut geeignet zu sein. (Vgl. Abschn. 1.33.)

2.4 Ablesen der Eindruckdurchmesser

Die Durchmesser der Kugleindrücke sind mit einer Genauigkeit von 0,1 mm abzulesen, und zwar in zwei zueinander senkrechten Richtungen. Wenn die beiden Durchmesser eines Eindrucks mehr als 20% voneinander abweichen, soll der Eindruck nicht berücksichtigt werden. Das Mittel der gemessenen Werte ist in den Prüfbericht aufzunehmen. Auffallend kleine Eindrücke — kleiner als etwa $\frac{2}{3}$ des Mittels —, die z. B. durch das Auftreffen auf einen größeren Stein des Zuschlagstoffs bedingt sind, werden nicht berücksichtigt, ebenso ausgebrochene unscharfe Kugleindrücke.

2.5 Zahlentafel zur Abschätzung der Würfeldruckfestigkeit W nach dem Durchmesser d des Kugleindrucks

Die in der Tafel 1 angegebenen W/d -Werte für den Kugelschlagfederhammer gelten für Beton mit dichtem Gefüge und für waagerecht geführten Schlag. Wegen des Einflusses der Schwere ist, wenn der Schlag von oben nach unten geführt wird, bei den W -Werten ein Zuschlag von 5% zu machen, wenn der Schlag von unten nach oben geführt wird, ein Abzug von 5%. Bei Anwendung des halben Schlages sind die Zuschläge und Abzüge zu verdoppeln.

Für den bei Untersuchung einer Betonfläche festgestellten Eindruckdurchmesser d (als Mittel aus etwa 20 Eindrücken) gibt die Tafel 1 den Mittelwert der zu erwartenden Würfeldruckfestigkeit W_M an. Diese Festigkeit wird mit 50% Wahrscheinlichkeit erreicht, d. h. ebenso oft überschritten wie unterschritten.

⁶⁾ Eine Anweisung hierzu ist in Heft 107 der Schriftenreihe des DAFSt S. 17 bis 23 enthalten oder kann von der Herstellerfirma bezogen werden. Wegen der Schwierigkeit des Justierens empfiehlt es sich, hiermit die Herstellerfirma oder eine Materialprüfanstalt zu beauftragen.

Da für die Beurteilung der Tragfähigkeit und Sicherheit von Bauteilen die vorhandene Mindestfestigkeit maßgebend ist, ist auch hierfür ein Wert angegeben, der mit hoher Wahrscheinlichkeit (90%) erreicht oder überschritten wird — $W_{90\%}$ —. Nur in 10% aller Fälle würde man damit rechnen müssen, daß die tatsächliche Würfeldruckfestigkeit noch (um einen im allgemeinen nur geringen Betrag) niedriger ausfällt.

Ist zum Beispiel an einer etwa 28 Tage alten Betonprobe mit dem Federhammer (voller Schlag) der mittlere Durchmesser der Kugleindrücke mit 5,1 mm ermittelt worden, so liest man aus der Tafel 1 ab: wahrscheinlichster Wert der Würfeldruckfestigkeit (W_M): 305 kg/cm²; mit ausreichender Wahrscheinlichkeit (90%) ist die Festigkeit mindestens 232 kg/cm² ($W_{90\%}$). Es handelt sich somit wahrscheinlich um Beton B 300, mindestens wird aber die Güte B 225 erreicht sein. Eine solche Angabe wird für die meisten in der Ausführung vorkommenden Fälle genügen.

Im übrigen sollte man bei der Beurteilung des Betons stets auch die durch Augenschein festzustellende äußere Beschaffenheit heranziehen. Bei schlecht verarbeitetem Beton mit erkennbaren Mängeln wie ungleichmäßiger Zusammensetzung und Verdichtung, Nesterbildung, schlechter Kornform usw. wird man von den aus den Tafeln entnommenen Festigkeiten Abzüge machen müssen. Dasselbe gilt auch für an der Luft erhärteten alten Beton (mehr als etwa 3 Monate), weil bei diesem die Oberfläche stärker gehärtet ist, als der Festigkeitszunahme entsprechen würde. Hierbei sind Abzüge von 30% und mehr notwendig. Umgekehrt ist die Festigkeit bei sehr jungem Beton (unter 20 Tagen) und bei besonders gut zusammengesetztem und verarbeitetem Beton höher als nach den Tafelwerten.

Tafel 1: Prüfung mit dem Federhammer

Würfeldruckfestigkeit W von etwa 28 Tage altem Beton in Abhängigkeit von dem Durchmesser d des Kugleindrucks.

Eindruckdurchmesser d mm	Voller Schlag		Halber Schlag	
	Mittel-festigkeit W_M kg/cm ²	Mindest-festigkeit $W_{90\%}$ kg/cm ²	Mittel-festigkeit W_M kg/cm ²	Mindest-festigkeit $W_{90\%}$ kg/cm ²
4,0	840	697	214	200
4,1	758	625	187	173
4,2	686	562	164	152
4,3	621	504	148	134
4,4	564	455	131	117
4,5	514	411	117	102
4,6	469	373	103	88
4,7	429	339	92	78
4,8	393	308	83	68
4,9	361	280	74	60
5,0	332	255	67	53
5,1	305	232	61	47
5,2	282	212	55	41
5,3	260	192	50	36
5,4	240	175	46	
5,5	223	160	42	
5,6	207	144		
5,7	192	130		
5,8	179	118		
5,9	166	106		
6,0	155	96		
6,1	145	87		
6,2	135	78		
6,3	126	70		
6,4	118	63		
6,5	111	56		
6,6	104	49		
6,7	98	44		
6,8	92			
6,9	86			
7,0	82			

Angegeben ist der zu erwartende Mittelwert „ W_M “ und die mit 90% Wahrscheinlichkeit mindestens vorhandene Druckfestigkeit „ $W_{90\%}$ “.

Die Werte gelten für waagerechten Schlag, wegen der Korrekturwerte für abweichende Schlagrichtung siehe Abschnitt 2.5, 1. Absatz.

2.6 Nachprüfung der Ergebnisse

In wichtigen Fällen und überall dort, wo aus irgendwelchen Gründen Zweifel an der Zuverlässigkeit des Ergebnisses bestehen, sollte man sich nicht ausschließlich auf das Ergebnis der Kugelschlagprüfung verlassen, sondern möglichst noch andere Vergleichsprüfungen einschalten, insbesondere

1. Die übliche Güteprüfung mit gleichzeitig mit dem Bau hergestellten Probewürfeln,
2. Bestimmung des Raumgewichtes (trocken) und der Zusammensetzung des Betons an herausgestemmten — kleinen — Stücken und Berechnung der wahrscheinlichen Betonfestigkeit aus diesen Bestimmungsgrößen,
3. Entnahme größerer Blöcke aus dem Bauwerk, Heraussägen und Prüfen von Probewürfeln auf Druckfestigkeit.

Zweckmäßig wählt man hierzu Stellen des Bauwerks, an denen nach den Kugeleindrücken besonders guter, mittlerer und besonders schlechter Beton zu erwarten ist. Mit den Ergebnissen dieser Versuche wird man die hier mitgeteilten Tafelwerte vergleichen und nötigenfalls für den vorliegenden Fall berichtigten.

Durch derartige Vergleichsprüfungen wird es selbst unter schwierigen Verhältnissen möglich sein, den Aussagen über die Betonfestigkeit eine ausreichende Sicherheit zu geben.

2.7 Beton einer durch die Tafel 1 nicht erfaßten Art

Die Werte der Tafel 1 sind gewonnen an Probewürfeln eines dichten Schwerbetons im Alter von rund 28 Tagen. Sie können deshalb nur auf gleichartige Betonarten in etwa demselben Alter übertragen werden. Deshalb muß man bei Beton besonderer Art (z. B. mit Dampfhärtung, mit porenbildenden Zusätzen usw.) oder auch bei der Prüfung des Betons in einem von 28 Tagen erheblich abweichendem Alter von Fall zu Fall selber durch Herstellen und Prüfen von Probewürfeln Wertepaare für Kugelindruckdurchmesser und Würfeldruckfestigkeiten gewinnen und danach Zahlen- oder zeichnerische Tafeln entwickeln. Dabei wird es sich meist um enge Grenzen der Betogüten handeln. Für die Auswertung kann die vereinfachte Gleichung

$$W = C \cdot (d/D)^{-4}$$

benutzt werden, deren Festwert C als arithmetisches Mittel der aus den Einzelversuchen (d_i und W_i) errechneten Werte:

$$C_i = W_i \cdot (d_i/D)^4$$

ermittelt wird.

3 Durchführung der Kugelschlagversuche mit dem Pendelhammer

3.1 Geeignete Flächen

Es gelten dieselben Bedingungen wie für den Federhammer Abschn. (2.1) mit der Einschränkung, daß für den Pendelhammer nur senkrechte Flächen verwendbar sind, wobei oberhalb der Prüffläche genügend Platz zum Anheben des Hammers vorhanden sein muß.

3.2 Feststellen der Gleichmäßigkeit der Betongüte wie Abschn. 2.2

3.3 Herstellen der Kugeleindrücke mit dem Pendelhammer

3.31 Überwachung der Arbeit des Hammers

Dem Gerät muß eine Bescheinigung darüber beigegeben sein, daß durch Wägung und Bestimmung der Schwerpunktlage des Pendels dessen Schlagarbeit beim vollen Schlag (180°) dem Soll von 137 kgcm entspricht. Weil eine Änderung dieser Arbeit bei ordnungsgemäßer Benutzung nicht zu erwarten ist, ist nur auf eine leichte, zwangsfreie Beweglichkeit des Pendels zu achten.

3.32 Handhabung des Hammers

Der Pendelhammer besteht aus einer Haltegabel, in der ein Pendel mit einem etwa 2 kg schweren Gewicht gelagert ist. An diesem Gewicht ist eine gehärtete Stahlkugel durch eine Überwurfmutter befestigt.

Zur Herstellung von Kugeleindrücken wird die Gabel fest an die zu prüfende senkrechte Betonfläche gedrückt und das Pendel aus der höchsten oder aus der waagerechten Stellung losgelassen. Die Schlagarbeit ist dann 137 bzw. 68,5 kgcm. Der Hammer soll nach Aufschlag mit der Hand vor nochmaligem Auftreffen aufgefangen werden.

Der halbe Schlag kann auch auf waagerechte Flächen ausgeübt werden. Dabei wird das Pendel aus der senkrechten Stellung betätigt.

Tafel 2: Prüfung mit dem Pendelhammer

Würfeldruckfestigkeit W von etwa 28 Tage altem Beton in Abhängigkeit von dem Durchmesser d des Kugeleindrucks

d mm	Voller Schlag		Halber Schlag	
	W_{Mittel} kg/cm ²	$W_{90\%}$ kg/cm ²	W_{Mittel} kg/cm ²	$W_{90\%}$ kg/cm ²
7,0	792	721		
7,1	750	679		
7,2	712	640		
7,3	675	604		
7,4	641	570		
7,5	608	538		
7,6	579	509		
7,7	550	482		
7,8	524	457		
7,9	499	433		
8,0	476	410	152	135
8,1	454	388	147	130
8,2	433	367	142	125
8,3	413	348	137	120
8,4	395	330	132	115
8,5	377	313	127	110
8,6	361	297	123	106
8,7	346	282	119	102
8,8	331	268	115	98
8,9	317	254	111	94
9,0	303	241	108	91
9,1	291	229	104	87
9,2	279	217	101	84
9,3	268	206	98	81
9,4	257	196	95	78
9,5	247	186	92	75
9,6	237	177	89	72
9,7	228	168	86	69
9,8	219	160	84	67
9,9	211	152	81	64
10,0	203	144	79	62
10,1	195	137	77	60
10,2	188	130	74	57
10,3	181	124	72	55
10,4	174	118	70	53
10,5	168	112	68	51
10,6	162	106	66	49
10,7	156	101	65	48
10,8	151	96	63	46
10,9	146	91	61	44
11,0	141	86	60	43
11,1	136	82	58	41
11,2	131	78	57	40
11,3	127	74	55	38
11,4	123	70	54	37
11,5	119	66	52	35
11,6	115	63	51	34
11,7	111	59	50	33
11,8	107	56	48	31
11,9	104	53	47	30
12,0	101	51	46	29

3.33 Prüfbereiche des Hammers

In der Regel sind die Versuche mit einer Kugel von $D = 25$ mm und mit der Schlagenergie von 137 kgcm (Fallwinkel 180°) auszuführen. Die Kugeleindrücke sollen innerhalb der Grenzen von 0,30 bis 0,70 D bleiben.

Schon wenn die Eindruckdurchmesser größer als 0,65 D werden, sind zusätzliche Versuche mit dem sogenannten „halben Schlag“ (Fallwinkel 90° entsprechend einer Schlagenergie von 68,5 kgcm) zu machen. Bei Unterschreitung von 0,35 D empfiehlt es sich, Kugeln mit einem kleineren Durchmesser ($D = 15$ mm) zu verwenden⁷⁾.

3.4 Ablesen der Eindruckdurchmesser

Wie beim Federhammer sollen in der Regel der waagerechte und der senkrechte Durchmesser des Kugeleindrucks abgelesen und gemittelt werden (Abschn. 2.4). Bei nicht ganz einwandfreier Handhabung kommt es vor, daß die angedrückten Spitzen der Haltegabel im Augenblick des Auftreffens der Kugel etwas

⁷⁾ Für diese sehr festen Betone scheint auch der Betonprüfhammer von Schmidt (Schweiz) gut geeignet zu sein.

rutschen. Dadurch entsteht in der senkrechten Richtung ein größerer Durchmesser des Eindrucks als in der Querrichtung. In diesem Fall ist nur der Querdurchmesser zu verwerten. Wenn der Querdurchmesser erheblich von dem senkrechten abweicht (mehr als 20–30%), sollte der Eindruck nicht berücksichtigt werden.

Hinsichtlich der Meßgeräte gilt Abschn. 1.34.

3.5 Zahlentafel zur Abschätzung der Würfeldruckfestigkeit W nach dem Durchmesser d des Kugeleindrucks

Für den bei Untersuchung eines etwa 28 Tage alten Betons mit dichtem Gefüge festgestellten Eindruckdurchmesser d (als Mittel aus etwa 20 Eindrücken) gibt die Tafel 2 den wahrscheinlichen Mittelwert der zu erwartenden Würfeldruckfestigkeit W_M und den $W_{90\%}$ -Wert an. $W_{90\%}$ ist die Festigkeit, die mit hoher (90%-iger) Wahrscheinlichkeit mindestens erreicht wird. Wegen der weiteren Erläuterungen, des Vorgehens bei Betonarten, die durch die Tafel 2 nicht erfaßt werden, u. a. m. wird auf Abschn. 2.5 bis 2.7 verwiesen, die sinngemäß auch hier gelten.

— MBI, NW, 1955 S. 1417.

Einzelpreis dieser Nummer 0,30 DM.

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

