

Entwurf der Normen für Zuschläge, Beton und Stahlbeton

(Betontechnologische Festlegungen)

Von Kurt Walz und Justus Bonzel, Düsseldorf

Übersicht

In Arbeitsausschüssen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton wurden die DIN 1045 — Beton- und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung — sowie andere, damit in Verbindung stehende Normen, die im Grundsätzlichen alle 20 bis 25 Jahre alt sind, neu bearbeitet und aufeinander abgestimmt. Sie liegen jetzt im Entwurf (E) vor.

Die Teile der DIN 1045 E¹⁾ enthalten in den Abschnitten mit betontechnologischem Inhalt nunmehr alle Bestimmungen über die Zusammensetzung, Herstellung, Eigenschaften und Überwachung des Betons mit geschlossenem Gefüge für tragenden, bewehrten und unbewehrten Schwerkton. Die Neufassung trägt gesteigerten Güteanforderungen Rechnung und schließt Beton der Güteklassen B 50 bis B 600 ein.

Für den in Deutschland noch nicht lange eingeführten Konstruktionsleichtbeton bleiben zunächst gesonderte Richtlinien (1967) bestehen.

1. Vorbemerkung

Die derzeit gültigen Bestimmungen über Zuschläge, Beton, Stahlbeton und Betonprüfung (DIN 4226, DIN 1045, DIN 1047 und DIN 1048) sind im Grundsätzlichen vor etwa 20 bis 25 Jahren entstanden. Seit dieser Zeit wurden sie zum Teil durch Richtlinien und behördliche Erlasse ergänzt. Vielerlei Erkenntnisse aus Forschung und Praxis, die heute bereits genutzt werden oder allgemein Beachtung verdienen, machten auch für den betontechnologischen Teil der DIN 1045 eine neue Fassung nötig [1; 2]. Dies war um so mehr angezeigt, als auch aus gleichen Gründen eine Neubearbeitung der Normen über Zuschläge, chemischen Angriff, Prüfverfahren und Zement dringend wurde und Berücksichtigung in DIN 1045 verlangte.

¹⁾ Soweit nichts anderes vermerkt ist, beziehen sich die Ausführungen auf die Entwürfe (E) der Normen, die sich bis zur verbindlichen Einführung noch ändern können. Die Einführung von DIN 1045 ist im Jahre 1970 zu erwarten. — Der Entwurf DIN 1045, März 1968 — Beton- und Stahlbetonbau; Bemessung und Ausführung — (aufgestellt vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton) ist durch den Beuth-Vertrieb, Berlin 30 oder Köln, zu beziehen.

Der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton beschloß die Neubearbeitung auf seiner Jahressitzung 1956. Für DIN 1045 wurden hierfür zunächst 11 Arbeitsgruppen eingesetzt, die Entwürfe für Teilgebiete erarbeiteten. Die Entwürfe und der vom Deutschen Ausschuß für Stahlbeton aufgestellte Gesamtentwurf wurden in einem Koordinierungsausschuß wie auch in kleinen Arbeitskreisen vielfach beraten. Gleichzeitig, oder nachdem sich die Fassung für DIN 1045 E abzeichnete, bearbeiteten entsprechende Normenausschüsse die Zementnorm DIN 1164, die Zuschlagnorm DIN 4226, die Norm für Beton in angreifenden Wässern und Böden DIN 4030 und die Norm für Betonprüfung DIN 1048²⁾).

Für die Abstimmung der verschiedenen Normen aufeinander wurden vorab folgende Festlegungen getroffen und eingehalten:

a) DIN 1045 E gilt für tragende Bauteile aus Beton und Stahlbeton mit geschlossenem Gefüge, nicht aber für Beton oder Leichtbeton mit porigem Gefüge (DIN 4232) und nicht für Gas- und Schaumbeton. (Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge wurde nicht aufgenommen, da mit den hierfür neu geschaffenen Richtlinien³⁾ zunächst noch weitere Erfahrungen gesammelt werden sollen.)

b) DIN 1045 E enthält alle für das Bauen mit Beton und Stahlbeton erforderlichen betontechnologischen Festlegungen. Es sind daher auch die bisherigen einschlägigen Bestimmungen einzuarbeiten (DIN 1046, DIN 1047, DIN 4030, DIN 4163, DIN 4225; Richtlinien für Transportbeton; Runderlaß der Bauaufsichtsbehörden über „Korrosionsschutz bei Spannbeton- und Stahlbetonbauten“⁴⁾).

c) Über DIN 1045 E hinausgehende Bedingungen für Spannbeton werden in DIN 4227 — Spannbeton; Richtlinien für Bemessung und Ausführung — geregelt (DIN 4227 wird anschließend an DIN 1045 neu bearbeitet).

d) Die Zuschlagnorm DIN 4226 E schließt alle Zuschläge aus mineralischen Stoffen ein, die für Beton und Zementmörtel zu tragenden Bauteilen geeignet sind.

²⁾ Die Entwürfe der Neufassung, die als „Gelbdruck“ vom Beuth-Vertrieb, Berlin 30 oder Köln, bezogen werden können, sind unter folgenden Titeln veröffentlicht worden:

DIN 1164 E — Portland-, Eisenportland-, Hochofen-, Traßzement. Zement-Kalk-Gips 20 (1967) H. 12, S. 562/589;

DIN 4226 E — Zuschlag für Beton. Die Bauwirtschaft 22 (1968) H. 12, S. N 1/N 10;

DIN 4030 E — Beurteilung betonangreifender Wässer und Böden. Beton- und Stahlbetonbau 63 (1968) H. 4, S. 91/94;

DIN 1048 E — Prüfverfahren für Beton. beton 18 (1968) H. 3, S. 84/93.

³⁾ Stahlleichtbeton; Vorläufige Richtlinien für Ausführung und Prüfung; Fassung August 1967 (eingeführt durch Ländererlasse). beton 17 (1967) H. 11, S. 419/422, und Zement-Taschenbuch 1968/69, Bauverlag, Wiesbaden 1968, S. 314/330.

⁴⁾ Veröffentlicht z. B. im Ministerialblatt des Landes Nordrhein-Westfalen, Ausgabe A 20, 1967, Nr. 59.

e) DIN 4030 E bezieht sich nur noch auf die Beurteilung der betonangreifenden Wässer und Böden; notwendige betontechnische Maßnahmen enthält DIN 1045 E.

f) DIN 1048 E beschreibt nur die Verfahren über die Prüfung des Betons. Festlegungen über Art und Umfang der Prüfungen und die zu stellenden Anforderungen werden in DIN 1045 E aufgenommen.

Mit den folgenden Ausführungen werden wesentliche Merkmale und Neuerungen der DIN 1045 E herausgestellt und erläutert.

2. Beurteilung der Betongüte

2.1 Allgemeines

In der noch gültigen DIN 1045 unterscheidet man die Güteklassen B 120, B 160, B 225 und B 300, dazu in DIN 1047 noch die Betongüten B 50 und B 80.

Ein Beton entspricht dann einer Güteklasse B, wenn bei der Güteprüfung die mittlere Druckfestigkeit von drei Würfeln nach 28 Tagen mindestens die mit der Güteklasse bezeichnete Druckfestigkeit erreicht. Einzelwerte werden nicht beanstandet, wenn sie nicht mehr als 15 % unter der verlangten Festigkeit liegen.

Die Unterteilung entspricht den heutigen Verhältnissen nicht mehr. So haben z. B. die Betongüten B 120 und B 160 im Stahlbetonbau nur noch geringe Bedeutung, da sachgemäß hergestellte, nicht zu wasserreiche Mischungen mit den heutigen Zementen sowie mit den für den Rostschutz vorgeschriebenen Mindestzementgehalten eine zwangsläufig höhere Druckfestigkeit erreichen. Andererseits ist der Rostschutz der Bewehrung mit Betongüten B 120 und B 160 doch nicht immer ausreichend gesichert.

Für DIN 1045 E waren auch Betongüten über B 300 vorzusehen, die seit langem angewendet werden und bereits in den Vorschriften für Massivbrücken (DIN 1075), für Stahlbetonfertigteile (DIN 4225), für Spannbeton (DIN 4227) und für Betonstraßen aufgeführt sind.

2.2 Einteilung nach Festigkeitsklassen und Bedingungen

Nach statistischen Überlegungen erscheint eine Druckfestigkeit, die bisher auf einen Mittelwert von drei meist aus einer Mischerfüllung stammenden Würfeln bezogen ist, für die Gütebeurteilung nicht ausreichend. Da der Bruch eines Bauteils in der Regel von der schwächsten Stelle im Bereich hoher Beanspruchungen ausgeht, ist bei der Bemessung jene Druckfestigkeit als maßgebend zu berücksichtigen, die mit den weniger guten Betonwürfeln durch Einzelwerte ausgewiesen wird. Deshalb wird als Berechnungsfestigkeit — jetzt als Betongüte oder Nennfestigkeit B_n bezeichnet — die Festigkeit an der unteren 5 %-Fraktile aller Würfelprüfungen gewählt. Das ist die Druckfestigkeit, die bei einer großen Anzahl von Prüfungen nur noch von 5 % aller Würfel unterschritten wird. Ferner wurde durch die Auswertung vieler Prüfungen von Baustellenwürfeln festgestellt, daß die Mindestfestigkeit eines Würfel-

satzes (Mittel von drei aus verschiedenen Mischerfüllungen hergestellten Würfeln) etwa um 50 kp/cm² über der Festigkeit an der unteren 5 %-Fraktile liegt.

Nach ausführlicher Erörterung wurden die Betongüten nach den Klassen Bn 50, Bn 100, Bn 150, Bn 250, Bn 350, Bn 450 und Bn 550 unterteilt, siehe Tafel 1. Der Vorschlag, ab Bn 100 die Klassen um je 100 kp/cm² zu steigern, wurde wieder fallen gelassen, da der Straßenbeton B 400 und vor allem der derzeitige B 300, der in Gegenden mit sandreichem Zuschlag ohne aufwendige Maßnahmen gerade noch herstellbar ist, nicht berücksichtigt worden wären.

Tafel 1 Güteklassen des Betons und ihre Anwendung

1	2	3	4	5
Betongüte (Nennfestigkeit)	Mindest-Druckfestigkeit jedes Würfels β_{w28} kp/cm ²	Würfelsatzes β_{wm} kp/cm ²	Herstellung zulässig als	Anwendung
Bn 50	50	80	Beton I oder Beton II	nur für unbewehrten Beton ohne Frosteinwirkung
Bn 100	100	150		nur für unbewehrten Beton
Bn 150 Bn 250	150 250	200 300		für unbewehrten und bewehrten Beton
Bn 350 Bn 450 Bn 550	350 450 550	400 500 600	Beton II	

Aus den statistischen Überlegungen ergaben sich die Festlegungen nach den Spalten 1, 2 und 3 der Tafel 1 (entspricht Tafel 1 der DIN 1045 E). Demnach ist bei der Güteprüfung die für den einzelnen Würfel geforderte Mindestfestigkeit β_{w28} gleich der Nennfestigkeit Bn und die Mindestfestigkeit β_{wm} für den Mittelwert jedes Satzes von drei nacheinander, aus verschiedenen Mischerfüllungen hergestellten Würfeln um 50 kp/cm² größer (bei Bn 50 um 30 kp/cm²) als die Nennfestigkeit. Die Anforderungen gelten also als erfüllt, wenn die Druckfestigkeit jedes Würfels die Werte β_{w28} (Spalte 2) und die mittlere Druckfestigkeit jedes Würfelsatzes die Werte β_{wm} (Spalte 3) nicht unterschreitet.

Werden für Beton gleicher Zusammensetzung und Herstellung zahlreiche Würfel geprüft, so darf außerdem jeweils einer von zehn nacheinander hergestellten Würfeln die Druckfestigkeit β_{w28} (Spalte 2) um höchstens 20 % unterschreiten.

Werden die Ergebnisse statistisch ausgewertet, was praktisch jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen auf größeren Baustellen und in stationären Betrieben möglich ist, so genügt insgesamt der Nachweis, daß die Festigkeit der unteren 5 %-Fraktile aus allen Einzelwerten für Beton gleicher Zusammensetzung und Herstellung die Werte β_{w28} (Spalte 2) nicht unterschreitet.

Daraus geht auch hervor, siehe Bild 1, daß der Beton B 300 der derzeitigen Bestimmungen etwa einem Beton der Güteklasse Bn 250 entspricht, denn die mit drei Würfeln nachzuweisende mittlere Druckfestigkeit muß in beiden Fällen mindestens 300 kp/cm² betragen.

In Anpassung an die Entwicklung (siehe 2.1) sind die Betongüten Bn 50 und Bn 100 nur für unbewehrten Beton vorgesehen; für bewehrten Beton wird mindestens die Güteklasse Bn 150 verlangt — diese entspricht etwa einem B 200 nach der bisherigen Beurteilung (siehe Bild 1).

Anstelle der 20-cm-Würfel können für die Bestimmung der Druckfestigkeit auch Zylinder von 15 cm Durchmesser und 30 cm Höhe verwendet werden. Bei der für die Eignungs- und Güteprüfung einheitlich vorgeschriebenen Lagerung errechnet sich die Würfel-druckfestigkeit β_w aus der Zylinderdruckfestigkeit β_c

für die Betongüten Bn 150 und darunter zu

$$\beta_w \approx 1,25 \cdot \beta_c$$

und für die Betongüten Bn 250 und darüber zu

$$\beta_w \approx 1,18 \cdot \beta_c.$$

Für den Nachweis der Festigkeit mit Würfeln und Zylindern anderer Größe muß die Beziehung der Festigkeitswerte zum 20-cm-Würfel für Beton jeder Zusammensetzung, Lagerung und Altersstufe bei der Eignungsprüfung gesondert ermittelt werden.

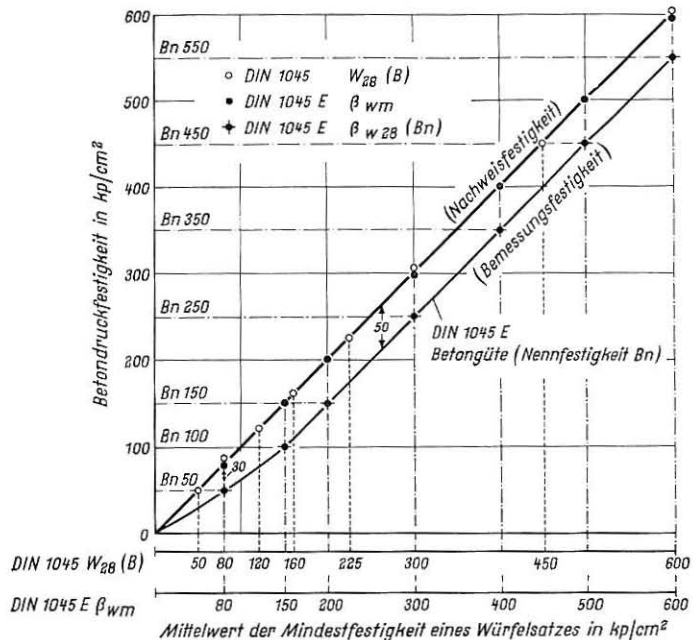


Bild 1 Güteklassen und Druckfestigkeit (DIN 1045 und DIN 1045 E)

3. Bedingungen für das Herstellen des Betons

Die Bedingungen für die Herstellung des Betons sind an den Stand der Entwicklung angepaßt; sie sind bestimmter umrissen und berücksichtigen mehr als bisher die Voraussetzungen für die Gleichmäßigkeit und die Gewährleistung der vorgeschriebenen Festigkeit. Sie sind zum einen für einfacher betriebene Baustellen und zum anderen für gut eingerichtete Baustellen mit besonderen betrieblichen und personellen Möglichkeiten ausgelegt. Dementsprechend werden alle Festlegungen auf zwei Herstellverfahren, gekennzeichnet mit Beton I und Beton II, bezogen. Die wesentlichen Bedingungen finden sich in Tafel 2.

Tafel 2 Bedingungen für die Anwendung von Beton I und II

Beton I

- a. Beschränkte Überwachung
- b. Betongüten bis Bn 250
- c. Mindestzementgehalt abhängig von Festigkeitsklasse des Zements, Zuschlagzusammensetzung und Konsistenz

Beton II

- a. Betonzusammensetzung (W/Z-Wert) nach Eignungsprüfung
 - b. Umfangreiche Überwachung
 - c. Erhöhte Anforderungen an Baustelle und Bauleitung
-

3.1 Beton I

Auf einfacher betriebenen Baustellen ist eine bestimmte Betonfestigkeit durch den Beton I, den sogenannten „Rezeptbeton“, zu gewährleisten. Dafür werden bestimmte Mindestzementgehalte für die einzelnen Betongüten in Abhängigkeit von der Zementfestigkeit, Kornzusammensetzung und Betonkonsistenz festgelegt. Für solchen Beton braucht in der Regel keine vorausgehende Eignungsprüfung durchgeführt zu werden. Die Anforderungen an die Baustelleneinrichtung, das Personal und die Überwachung liegen im Rahmen derzeit durchschnittlicher Baustellenverhältnisse.

Beton I ist nur für Beton bis einschließlich der Güte Bn 250 zugelassen.

Die Mindestzementgehalte sind so hoch angesetzt, daß die geforderte Betonfestigkeit mit ausreichender Sicherheit erreicht und bei bewehrtem Beton auch der Korrosionsschutz gewährleistet wird. Da der Zementgehalt einen großen Streubereich der Betonzusammensetzung berücksichtigt — der Zementgehalt ist größer, als er bei einer weitergehenden Überwachung nötig wäre —, kann die Druckfestigkeit der Würfel bei Zusammentreffen günstiger Verhältnisse erheblich über den verlangten Druckfestigkeiten liegen.

In Tafel 3 sind die für die einzelnen Güteklassen festgelegten Mindestzementgehalte bei Verwendung von Zuschlaggemischen mit 31,5 mm Größtkorn und von Zement 375 nach DIN 1164 E zusammengestellt *). Die Mindestzementgehalte wurden unter Benutzung einer im unteren Bereich liegenden Zementfestigkeit und üblicher Richtwerte für den Wassergehalt über das Wasserzementwert-Gesetz errechnet und durch Versuche mehrfach nachgeprüft.

*) Die Einteilung der Zementfestigkeitsklassen wird sich in der endgültigen DIN 1164 voraussichtlich noch teilweise ändern. Siehe auch Fußnote S. 21.

Tafel 3 Mindestzementgehalt für Beton I bei Verwendung von Zement 375 DIN 1164 E und Zuschlag 0/31,5 mm

Betongüte (Nennfestig- keit)	Sieblinien- bereich	Mindestzementgehalt in kg/m ³				
		im allgemeinen			bei Transportbeton	
		K1 ¹⁾	K2	K3	K1 ¹⁾	K2, K3
Bn 50 ¹⁾	A/B _{31,5}	140	160	—	140	160
	B/C _{31,5}	160	180	—	160	180
Bn 100 ¹⁾	A/B _{31,5}	190	210	230	190	210
	B/C _{31,5}	210	230	260	210	230
Bn 150	A/B _{31,5}	240	270	300	240	270
	B/C _{31,5}	270	300	330	270	300
Bn 250	A/B _{31,5}	280	310	340	280	310
	B/C _{31,5}	310	340	380	310	340

¹⁾ Nur für unbewehrten Beton

Die Zementgehalte sind bei Verwendung von Zement 275 (DIN 1164 E) und von Zuschlag mit kleinerem Größtkorn zu erhöhen. Bei Zement höherer Festigkeitsklasse (z. B. Z 450 nach DIN 1164 E) und bei größerem Zuschlaggrößtkorn dürfen die Zementgehalte verringert werden, sie dürfen bei bewehrtem Beton jedoch nicht unter 240 kg/m³ liegen.

Auch in der noch geltenden DIN 1045 sind Mindestzementgehalte, abhängig von der Güteklasse des Betons und der Kornzusammensetzung des Zuschlaggemisches, vorgeschrieben, jedoch vorwiegend aus Rostschutzgründen. Die zugehörige Druckfestigkeit wird dadurch nicht ausreichend gewährleistet, weil keine Abgrenzung des Wassergehalts besteht. Dieser ist jetzt durch Einbeziehung der Konsistenzbereiche K1, K2, K3 berücksichtigt und durch Konsistenz K3 nach oben begrenzt.

3.2 Beton II

Für Baustellen, deren Personal und Einrichtung besonderen Anforderungen genügen (Tafel 2), ist die Möglichkeit geboten, beton-technologische Erkenntnisse und zugehörige Beziehungen zu nutzen. Das bedeutet, daß u. a. der für die jeweiligen Verhältnisse angemessene Zementgehalt und Wasserzementwert mit einer Eignungsprüfung festgelegt werden kann. Durch die Eignungsprüfung muß eine Betonzusammensetzung nachgewiesen werden, deren Festigkeit — je nach dem zu erwartenden Streubereich der betreffenden Baustelle — so hoch über der Festigkeit β_{wm} liegt (Vorhaltemaß bei der Eignungsprüfung), daß bei der Güteprüfung die Forderungen für β_{w28} und β_{wm} sicher erfüllt werden (siehe Abschnitt 2.2). Die Wahl eines kleineren Vorhaltemaßes bei gut geführten Baustellen und die Möglichkeit einer statistischen Bewertung auf größeren Baustellen sowie in stationären Betrieben bieten auch einen wirtschaftlichen Anreiz für die Herstellung möglichst gleichmäßiger Mischungen.

Für den Zementgehalt und den Wasserzementwert sind für Mischungen zu Stahlbeton lediglich Grenzwerte zu beachten, die zur Sicherung des Rostschutzes nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen (Zementgehalt mindestens 240 kg/m³, Wasserzementwert

höchstens 0,75; siehe ferner Abschnitt 6). Diese Grenzen sind für Beton der Güten Bn 250 und höher nicht einengend.

Voraussetzung für die Herstellung und Verarbeitung von Beton II ist außerdem, daß die maßgebenden Führungskräfte bei Ingenieurbauwerken bereits Beton höherer Güte einwandfrei hergestellt und verarbeitet haben. Außerdem muß die Bauunternehmung allein oder gemeinsam mit zwei oder drei anderen Unternehmungen ständig eine eigene und von einem Betontechnologen geleitete Betonprüfstelle für alle Prüfungen nach DIN 1048 besitzen. In der Prüfstelle sind auch die Prüfergebnisse und Erfahrungen aller Baustellen des Unternehmens auszuwerten; das Fachpersonal der Baustellen muß regelmäßig betontechnologisch unterrichtet werden.

Das Herstellverfahren für Beton II wird für die Betongüten Bn 350 und höher vorgeschrieben und sollte in der Regel auch für Beton mit besonderen Eigenschaften (Abschnitt 5) benutzt werden. Es darf für die Herstellung von Beton der Güten Bn 50 bis einschließlich Bn 250 angewendet werden, wenn die Voraussetzungen (wie z. B. umfangreiche Überwachung, gute Baustelleneinrichtung, geschultes Personal, ständige zentrale Prüfstelle) erfüllt sind. Der mit Beton II verbundene Aufwand dürfte sich jedoch nur für größere Baustellen lohnen.

Es wird zunächst angenommen, daß auf nur etwa 20 % aller Baustellen der Beton nach Verfahren II hergestellt wird. Die entsprechende Betonmenge wird auf etwa 50 % des auf der Baustelle hergestellten Betons geschätzt.

3.3 Transportbeton

Die Bedingungen für Beton II (Herstellung und Überwachung) werden auch für Transportbetonwerke zugestanden. Dies erscheint angemessen, da in Transportbetonwerken laufend größere Mengen definierter Betonsorten mit den gleichen Ausgangsstoffen bereitet werden und da im Transportbetonwerk die zugehörigen Forderungen leicht erfüllt und auch wirtschaftlich genutzt werden können.

Beton II und Beton mit besonderen Eigenschaften aus Transportbetonwerken kann ohne weiteres auf den Baustellen, die den Anforderungen für Beton II genügen, verarbeitet werden. Solcher Transportbeton darf jedoch auf Baustellen für Beton I nur bis zur Güte Bn 250 eingebaut werden. Er muß außerdem, wenn er mit Konsistenz K1 und K2 geliefert wird, die Mindestzementgehalte des Betons I aufweisen (siehe Tafel 3, Spalten 6 und 7); für Beton mit Konsistenz K3 kann der Zementgehalt um 20 bis 40 kg/m³ gegenüber dem auf der Baustelle hergestellten Beton I vermindert werden. Diese Lösung für Transportbeton I befriedigt noch nicht, da dabei die geforderte Festigkeit sicher häufiger als sonst erheblich überschritten wird, in Grenzfällen (Sieblinien B und C bei Konsistenz K3) bei Zusammentreffen ungünstiger Verhältnisse aber unter Umständen knapp oder nicht erreicht wird.

3.4 Stahlbetonfertigteile

Da auch bei werkmäßiger Fertigung von Bauteilen laufend größere Mengen einer beschränkten Anzahl von Betonsorten mit gleichen

Ausgangsstoffen und häufig auch mit höheren Betongüten hergestellt werden, wird für tragende Stahlbetonfertigteile generell das Herstellverfahren für Beton II vorgeschrieben.

4. Ausgangsstoffe und Betonzusammensetzung

Neben den Anforderungen an die Zusammensetzung bei Beton I und II (siehe Abschnitt 3) und bei bestimmten Betonarten (siehe Abschnitte 5 und 6) gelten die folgenden, einheitlichen Bestimmungen.

4.1 Zement

Grundsätzlich dürfen für alle tragenden Bauteile aus Beton und Stahlbeton nur Normzemente nach DIN 1164 E und DIN 4210⁵⁾ oder allgemein bauaufsichtlich als gleichwertig zugelassene Zemente verwendet werden. Lediglich für unbewehrten Beton der Güte Bn 50 ist auch Mischbinder nach DIN 4207 verwendbar. Weitere Einschränkungen werden für Spannbeton gelten (DIN 4227; siehe Abschnitt 1, c).

4.2 Betonzuschlag

4.2.1 Zuschlagarten und stoffliche Anforderungen

Alle Anforderungen an die Zuschläge für tragende Bauteile aus Beton und Stahlbeton sind nunmehr in DIN 4226 E aufgenommen (siehe Abschnitt 1, d). Alle zur Zeit noch bestehenden Richtlinien, z. B. über Werkgemischten Betonkiessand, Zuschlag für Leichtbeton, Hochofenschlacke und Hüttenbims, wurden eingearbeitet; ausgenommen davon wurden Zuschläge, die wegen ihrer geringen Festigkeit nur für nichttragenden Mörtel und Beton, bevorzugt für wärmedämmende Bauteile, in Frage kommen.

Nach DIN 4226 E muß der Zuschlag je nach Verwendungszweck und Aufgabe hinsichtlich Kornzusammensetzung, Reinheit, Festigkeit, Kornform, Witterungsbeständigkeit, Abnutzungswiderstand und Porigkeit bestimmten Anforderungen genügen. Er darf allgemein unter der Einwirkung von Wasser nicht erweichen, sich nicht zersetzen, mit den Zementbestandteilen keine störenden Verbindungen eingehen und die Korrosion der Bewehrung nicht fördern.

Anforderungen und Prüfverfahren wurden den praktischen Gegebenheiten besser angepaßt. Die Feststellungen bei den zur Zeit über die zweckmäßige Prüfung des Frostwiderstandes des Zuschlags noch laufenden Untersuchungen zeigen jedoch bereits, daß das in DIN 4226 E angeführte Prüfverfahren verschärft werden muß, um mit einiger Sicherheit solche Zuschläge zu erfassen, die den Beton merkbar schädigen.

Anforderungen an den Zuschlag für Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge und seine Prüfung wurden aus den 1967 eingeführten „Vorläufigen Richtlinien“ übernommen³⁾. Die Festlegungen befrie-

⁵⁾ DIN 4210 (Sulfathüttenzement) ist noch an die DIN 1164 E anzupassen.

digen noch nicht; sie sind zu verbessern, sobald mehr Erfahrungen vorliegen.

4.2.2 Kornzusammensetzung und Korngruppen

Die sowohl für den Hersteller als auch für den Verbraucher von Betonzuschlag wesentlichsten Änderungen betreffen die Kornzusammensetzung, die Korngruppen und die Zugabe des Zuschlags auf der Baustelle; am Grundsätzlichen hat sich gegenüber der derzeitigen Fassung nichts geändert.

Für die Kornzusammensetzung des Zuschlags gelten etwas andere Regelsieblinien, Bild 2. Die auf der Abszisse aufgeführten Prüfkorngrößen entsprechen DIN 66 100 und der international vereinbarten ISO-Reihe. Als Prüfsiebe sind bis einschließlich 2 mm Lochweite Maschensiebe (DIN 4188) und darüber Quadratlochsiebe (DIN 4187 Blatt 2) zu benutzen. Die Lochweite des nächst größeren Siebes ist dabei doppelt so groß wie die des vorhergehenden; dem Einfluß der kleineren Korngruppen wird ebenfalls mehr Rechnung getragen. Das Größtkorn für üblichen Beton — bisher auf das 30-mm-Rundlochsieb bezogen — wird mit 31,5 mm (Quadratlochsieb) abgegrenzt; es entspricht damit etwa einem mit dem Rundlochsieb festgestellten Größtkorn von 37 mm.

Die drei ausgezogenen Sieblinien $A_{31,5}$, $B_{31,5}$ und $C_{31,5}$ verlaufen etwa wie die bisherigen Regelsieblinien D, E und F, lediglich die Sieblinie $C_{31,5}$ wurde gegenüber Sieblinie F im Feinsandbereich etwas gesenkt. Die Kornzusammensetzung von Zuschlaggemischen mit stetiger Sieblinie darf für Beton I und II zwischen den Grenzsieblinien A und C (gesamter Sieblinienbereich) liegen. Sie muß

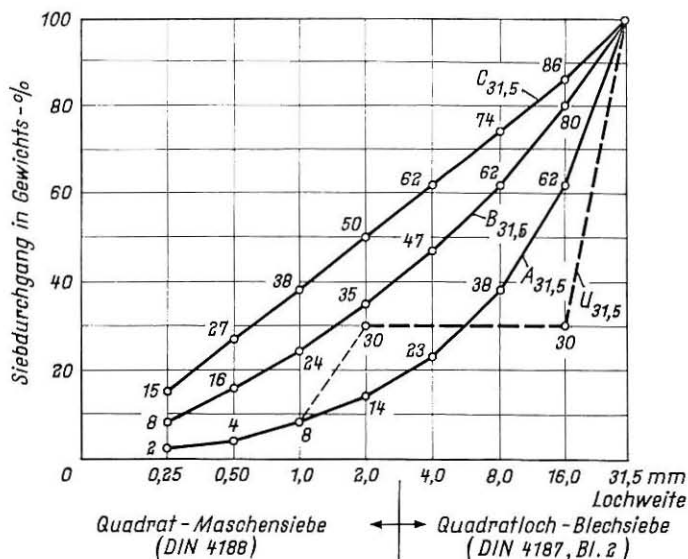


Bild 2 Grenzsieblinien für Zuschlaggemische mit einem Größtkorn von 31,5 mm

lediglich bei Beton I im günstigen Sieblinienbereich A . . . B verlaufen, wenn die dafür festgelegten Mindestzementgehalte in Anspruch genommen werden (siehe Tafel 3).

Ausfallkörnungen — d. h. Korngemische, bei denen eine Korngruppe praktisch fehlt — können nur auf Baustellen für Beton II sowie in Werken für Transportbeton und Stahlbetonfertigteile angewendet werden. Als Begrenzung für die Zusammensetzung von Korngemischen mit einer Ausfallkörnung ist lediglich eine untere Sieblinie $U_{31,5}$ aufgenommen worden.

Es ergibt sich damit eine Vielzahl von Möglichkeiten für die Wahl von Korngemischen. Entsprechende Grenzsieblinien wie in Bild 2 sind auch für Zuschlaggemische mit 8, 16 und 63 mm Größtkorn aufgestellt.

Für Beton I ab Bn 150 und für Beton II bei Verwendung von Ausfallkörnung ist das Zuschlaggemisch durch getrennte Zugabe von mindestens zwei Korngruppen zu bilden. Für Beton II werden für Zuschlaggemische mit 31,5 mm Größtkorn und stetig verlaufender Sieblinie mindestens drei Korngruppen, davon je nach Betongüte eine im Bereich bis 4 mm oder 2 mm, verlangt. Für die Wahl der zu bevorzugenden Korngruppen wurde berücksichtigt, daß betontechnologisch eine weitgehende Unterteilung im Feinbereich nötig ist, daß dem jedoch durch die schwierige Aufbereitung der feinen Korngruppen wirtschaftlich Grenzen gesetzt sind. Als Kompromiß zwischen beiden Ansprüchen wurden die Korngruppen 0/2 mm, 2/8 mm, 8/16 mm und 16/31,5 mm gewählt.

An Stelle getrennter Korngruppen kann für die Betongüten bis einschließlich Bn 250 werkgemischter Betonzuschlag treten. Darunter versteht man ein aus getrennten Korngruppen werkmäßig zusammengesetztes, gleichmäßig gemischtes Zuschlaggemenge mit festgelegter Sieblinie. Es wird auf ein Größtkorn von maximal 31,5 mm und auf Korngemische mit stetiger Sieblinie begrenzt.

4.3 Betonzusätze

Für *Betonzusatzmittel* — d. s. Mittel, die, in geringen Mengen zugegeben, chemisch und/oder physikalisch wirken, z. B. Luftporenbildner, Betonverflüssiger und Verzögerer — werden die „Vorläufigen Richtlinien für die Prüfung von Betonzusatzmitteln zur Erteilung von Prüfzeichen“, Fassung Januar 1965, zugrunde gelegt. Es dürfen nur Zusatzmittel mit gültigem Prüfzeichen verwendet werden. Für sie ist durch das Prüfzeichen vor allem bestätigt, daß die Korrosion der Bewehrung nicht gefördert wird. Mit den Prüfzeichen wird jedoch nichts über die Wirksamkeit der Zusatzmittel ausgesagt. Daher ist vor jeder Anwendung eine Eignungsprüfung mit dem betreffenden Beton erforderlich. Zum Beispiel ist für den Frischbeton festzustellen, ob bei der Zugabe von Luftporenbildnern der vorgesehene Luftgehalt (siehe 5.2) oder bei der Zugabe von Verzögerern die vorausgesetzte Verzögerung des Erstarrens des Betons bei der jeweiligen Mischung erzielt wird.

Zusatzstoffe sind fein aufgeteilte Stoffe, die sich im Beton auch volumemäßig auswirken. Sie können dem Beton z. B. zum Erreichen des erforderlichen Mehlkorngehalts (siehe Abschnitt 4.4) zugegeben werden, wenn sie die Erhärtung des Zements, die Festig-

keit und die Beständigkeit des Betons sowie den Korrosionsschutz der Bewehrung nicht beeinträchtigen. Eine besondere Zulassung ist für latent-hydraulische Stoffe notwendig, wenn sie auf den Zementgehalt des Betons angerechnet werden sollen. Auch für Kunststoffzusätze wäre u. E., sinngemäß wie für Zusatzmittel, der Nachweis der Unschädlichkeit durch eine Eignungsprüfung zu erbringen (Beurteilung des Einflusses auf das Erhärten, auf die Festigkeit und die Beständigkeit des Betons und auf den Korrosionsschutz der Bewehrung).

4.4 Mehlkorngelalt

Tafel 4 Richtwerte für den Mehlkorngelalt

Für den Mehlkorngelalt, der für gute Verarbeitbarkeit, hohe Dichtigkeit, gleichmäßige Sichtbetonflächen u. a. mehr eine besondere Bedeutung hat, wurden Richtwerte aufgenommen. (Unter Mehlkorn

Zuschlaggrößtkorn	Mehlkorngelalt je m ³ Beton
8 mm	475 bis 525 kg
16 mm	400 bis 450 kg
31,5 mm	325 bis 375 kg
63 mm	275 bis 325 kg

wird der Gelalt des Betons an Feinststoffen bis 0,25 mm Korngröße verstanden, also Zement und Feinstsand 0/0,25 mm und ggf. mineralische Zusatzstoffe.) Da sowohl zu wenig als auch zu viel Mehlkorn die Verarbeitbarkeit, den Frost- und Tausalzwidehrstand, das Schwinden u. a. nachteilig beeinflussen kann, wurden für die Richtwerte eine obere und eine untere Grenze, abhängig vom Größtkorn des Zuschlags angegeben, siehe Tafel 4.

4.5 Betonkonsistenz

In der derzeitigen DIN 1045 werden die Konsistenzbereiche steif, weich und flüssig angeführt, ohne daß damit besondere Beziehungen verbunden oder die Konsistenz bzw. der Wassergehalt nach oben zweckdienlich eingeschränkt werden. Da die Konsistenz ein wesentlicher Kennwert für die Beurteilung der Verarbeitbarkeit des Betons und bei sonst gleicher Zusammensetzung für den Wassergehalt ist, werden in DIN 1045 E wieder drei Konsistenzbereiche angeführt; Tafel 5. Die drei Konsistenzbereiche K1, K2 und K3 sind mit entsprechenden Verdichtungs- und Ausbreitmaßen gegeneinander abgegrenzt. Darauf sind die Bedingungen des Betons I und die für die Beförderung und Lieferung von Transportbeton bezogen. Konsistenz K3 kennzeichnet die obere Grenze.

Die Verwendung von flüssigem Beton ist für den Normalfall also nicht mehr berücksichtigt, da hierfür bei den heutigen Verdichtungsmöglichkeiten kein Bedürfnis mehr besteht und manche Mängel dadurch ausgeschaltet werden.

Tafel 5 Konsistenzbereiche und Abgrenzung durch Konsistenzmaße (Verdichtungsmaß und Ausbreitmaß)

Konsistenzbereich	Verdichtungsmaß	Ausbreitmaß
K1	1,45 bis 1,30	—
K2	1,30 bis 1,15	≧ 42 cm
K3	1,15 bis 1,05	≧ 50 cm

5. Beton mit besonderen Eigenschaften

Neben Verarbeitbarkeit und Druckfestigkeit hat die Wasserundurchlässigkeit des Betons direkt und indirekt eine praktische Bedeutung, in Sonderfällen auch sein Widerstand gegen Frost sowie gegen chemische oder mechanische Beanspruchungen. Diese Sondereigenschaften können im allgemeinen nur gewährleistet werden, wenn Voraussetzungen erfüllt werden, die für die Herstellung von Beton II gelten.

5.1 Wasserundurchlässiger Beton (Tafel 6)

Zu Beton für Bauteile mit einer Dicke von etwa 10 bis 30 cm wird ausgeführt, daß er bei sachgemäßer Verarbeitung und Nachbehandlung eine ausreichende Wasserundurchlässigkeit aufweist, wenn die größte Eindringtiefe des Wassers 5 cm bei der Prüfung nach DIN 1048 mit einem Wasserdruck bis 7 kp/cm² nicht überschreitet. Für diesen hohen Eindringwiderstand ist ein Beton nötig, dessen Wasserzementwert bei keiner Mischung 0,60 überschreitet. Das bedeutet, daß unter Beachtung der Streuungen der Baustellenmischungen ein Wasserzementwert von etwa 0,55 eingestellt werden muß. Aus jahrzehntelanger Erfahrung ist bekannt, daß sich solcher Beton bei praktischer Anwendung ebenso als wasserundurchlässig erweist, wenn er sachgemäß verarbeitet und nachbehandelt wird [3]. Die hierzu notwendigen technologischen Maßnahmen (Beton II) entsprechen den Erfordernissen, die sonst für die Erstellung von Bauwerken aus hochbeanspruchtem Beton gelten.

Bei dickeren Bauteilen als 30 cm kann der Wasserzementwert bis auf 0,70 heraufgesetzt werden.

Um bei kleineren Bauvorhaben auch ohne den Aufwand für Beton II auskommen zu können, kann Beton I benutzt werden, wenn er bei einem Größtkorn des Zuschlags von 31,5 mm mindestens 350 kg Zement je m³ enthält und die Sieblinie des Zuschlagsgemisches im günstigen Sieblinienbereich A . . . B verläuft (siehe Bild 2).

Tafel 6 Bedingungen für Wasserundurchlässigkeit, hohen Frost- und Abnutzwiderstand

Wasserundurchlässigkeit	$e_{\max} \text{ (DIN 1048)} \leq 5 \text{ cm}; W/Z \leq 0,60$
Hoher Frostwiderstand	Wasserundurchlässiger Beton oder $W/Z \leq 0,70 + \text{LP-Zusatz}$
	Bei Tausalzeinwirkungen stets LP-Zusatz
Hoher Widerstand gegen mechanische Angriffe	$\min B_n 350; Z \leq 350 \text{ kg/m}^3$

5.2 Beton mit hohem Frost- und Tausalzwiderstand (Tafel 6)

Der oben definierte wasserundurchlässige Beton ($w \leq 0,60$) weist im durchfeuchteten Zustand auch einen hohen Widerstand gegen häufige und schroffe Frost-Tau-Wechsel auf. Der Zuschlag muß ebenfalls frostbeständig sein, und der Beton muß sachgemäß verarbeitet und nachbehandelt werden. Der Wasserzementwert

kann auf 0,70 heraufgesetzt werden, wenn durch die Zugabe eines Luftporenbildners ein ausreichender Gehalt an kleinen Luftporen eingeführt wird. Der erforderliche Luftporengehalt des Frischbetons ist abhängig von der Feinmörtelmenge des Betons; er wird zur Vereinfachung bei der Prüfung am Frischbeton in Abhängigkeit vom Zuschlaggrößtkorn festgelegt (siehe Tafel 7).

Dieser Luftporengehalt ist — abgesehen von Beton der Konsistenz K1 — immer erforderlich, auch bei kleineren Wasserzementwerten als 0,60, wenn der Beton Frost-Tausalz-Einwirkungen ausgesetzt wird.

Beton I mit hohem Frostwiderstand kann unter den gleichen Voraussetzungen wie wasserundurchlässiger Beton hergestellt werden (siehe Abschnitt 5.1, Absatz 3).

Tafel 7 Luftporengehalt des Frischbetons, abhängig vom Größtkorn des Zuschlaggemisches

Größtkorn des Zuschlaggemisches	Luftporengehalt
8 mm	5,0%
16 mm	4,0%
31,5 mm	3,5%
63 mm	3,0%

5.3 Beton mit hohem chemischem Widerstand

5.3.1 Angriffsgrad

Die DIN 4030 E behandelt nur die Beurteilung des Angriffsgrades von Wässern und Böden (siehe unter 1, e); in Tafel 8 sind die Grenzwerte für Wässer wiedergegeben. Dabei wird davon ausgegangen, daß es in der Regel genügt, Wässer vorwiegend natürlicher Zusammensetzung nach dem pH-Wert, dem Gehalt an kalkangreifender Kohlensäure, Ammonium, Magnesium sowie an Sulfat zu beurteilen. Die Grenzwerte in Tafel 8 gelten für stehendes und schwach fließendes, in großer Menge vorhandenes Wasser. Von diesen Grenzwerten werden drei Angriffsgrade „schwach“, „stark“ und „sehr stark“ abgeleitet. Der Angriffsgrad

Tafel 8 Grenzwerte für die Beurteilung des Angriffsgrades von Wässern (außerdem sind zu bestimmen: Kaliumpermanganatverbrauch, Gesamthärte, Chlorid und, falls angezeigt, Sulfid)

angreifende Bestandteile	Angriffsgrade		
	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Säuren pH-Wert	6,5 bis 5,5	5,5 bis 4,5	unter 4,5
kalklösende Kohlensäure CO ₂ in mg/l (Marmorversuch nach Heyer)	15 bis 30	30 bis 60	über 60
Ammonium NH ₄ ⁺ in mg/l	15 bis 30	30 bis 60	über 60
Magnesium Mg ²⁺ in mg/l	100 bis 300	300 bis 1500	über 1500
Sulfat SO ₄ ²⁻ in mg/l	200 bis 600	600 bis 3000	über 3000

erhöht sich um eine Stufe, wenn zwei oder mehr Werte im oberen Viertel, beim pH-Wert im unteren Viertel, der zugehörigen Bereiche der Grenzwerte liegen. Diese Erhöhung gilt jedoch nicht für Meerwasser oder ähnlich zusammengesetzte Wässer, da viele Untersuchungen bewiesen haben, daß Beton mit einer größten Wassereindringtiefe von 3 cm (siehe Abschnitt 5.3.2) von Meerwasser auch auf lange Jahre hinaus praktisch nicht angegriffen wird.

Für die Beurteilung des Angriffsvermögens natürlicher Böden, die häufig durchfeuchtet werden, enthält DIN 4030 E die Grenzwerte nach Tafel 9. Bei Aufschüttungen und Böden mit Industrieabfällen oder wenn anzunehmen ist, daß Sulfide vorkommen, ist eine weitergehende Untersuchung und Beurteilung angezeigt.

Tafel 9 Grenzwerte für die Beurteilung des Angriffsgrades von Böden

angreifende Bestandteile	Angriffsgrade	
	schwach angreifend	stark angreifend
Säuren Säuregrad nach Baumann-Gully	über 20	–
Sulfat in mg/kg lufttrockenen Bodens	2000 bis 5000	über 5000

5.3.2 Betontechnologische Maßnahmen (Tafel 10)

Gegenüber „schwachem“ Angriff ist wasserundurchlässiger Beton ($w \leq 0,60$), wie er unter 5.1 definiert ist, ausreichend widerstandsfähig. Dies gilt entsprechend auch für einen Beton I mit mindestens 350 kg Zement je m^3 (siehe Abschnitt 5.1, Absatz 3).

Der Beton, der „starkem“ chemischen Angriff ausgesetzt wird, muß so zusammengesetzt werden, daß eine größte Eindringtiefe des Druckwassers von 3 cm bei der Prüfung nach DIN 1048 nicht überschritten wird und der Wasserzementwert höchstens 0,50 erreicht. Wegen der unvermeidbaren Streuungen auf der Baustelle ist daher ein Wasserzementwert von 0,45 einzustellen.

Tafel 10 Anforderungen an Beton mit hohem Widerstand gegen chemischen Angriff

nach DIN 4030 E	Anforderungen DIN 1045 E
schwacher Angriff	$e_{\max} \text{ (DIN 1048)} \leq 5 \text{ cm}; W/Z \leq 0,60$
starker Angriff	$e_{\max} \text{ (DIN 1048)} \leq 3 \text{ cm}; W/Z \leq 0,50$
sehr starker Angriff	wie bei starkem Angriff und Schutz des Betons
ab 400 mg SO_4 je l Wasser ab 3000 mg SO_4 je kg Boden	} Zemente mit hohem Sulfatwiderstand

„Sehr starkem“ chemischen Angriff darf Beton nicht ausgesetzt werden. In solchen Fällen ist außer einem dichten Beton ein dauerhafter Schutz erforderlich.

Für alle Angriffsgrade gilt, daß bei Sulfatgehalten ab 400 mg SO₄ je Liter Wasser und ab 3000 mg SO₄ je kg Boden außer dichtem Beton (siehe zuvor) ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand zu verwenden ist; siehe DIN 1164 E und DIN 4210.

5.4 Abnutz- und Hitzebeanspruchung; Unterwasserbeton

Für Beton mit hohem Widerstand gegen mechanische Beanspruchungen finden sich Hinweise für die zweckentsprechende Betongüte, Kornzusammensetzung und Gesteinseigenschaften des Zuschlags sowie für eine sorgfältige Nachbehandlung, die hier besonders bedeutsam ist. Der Zementgehalt wird wegen des geringen Abnutzwiderstandes des Zementsteins nach oben begrenzt (er soll für Beton mit einem Größtkorn des Zuschlags von 31,5 mm rd. 350 kg Zement je m³ nicht überschreiten; siehe Tafel 6). Weiter wird mindestens ein Beton Bn 250 gefordert (es wird u. E. nötig sein, hierfür wenigstens Bn 350 festzulegen, entsprechend der Festigkeit hochwertigen Straßenbetons).

In besonderen Abschnitten finden sich noch Angaben darüber, wie Beton mit ausreichendem Widerstand gegen Hitze bis 250 °C aufzubauen und zu behandeln ist, ferner wie Beton für eine Unterwasserschüttung zusammensetzen und einzubringen ist.

6. Rostschutz der Bewehrung (Tafel 11)

Die Voraussetzungen, die der Beton in bewehrten Bauteilen zu erfüllen hat, um die Bewehrung vor Rostung zu schützen, sind eingehend festgelegt und aufeinander abgestimmt worden. Danach dürfen allgemein keine korrosionsfördernden Zusätze benutzt werden (auch nicht bei der Herstellung des Zements), und bei Verwendung von Zement 275 nach DIN 1164 E und von Sulfathüttenzement nach DIN 4210 darf ein Zementgehalt von 280

Tafel 11 Bedingungen für den Rostschutz der Bewehrung bei Verwendung von Zement nach DIN 1164 E und DIN 4210

Keine korrosionsfördernden Zusätze (wie z. B. Chlorid)	
Zementgehalt	$\geq 280 \text{ kg/m}^3$ bei Z 275 und bei SHZ $\geq 240 \text{ kg/m}^3$ bei allen übrigen Zementen
W/Z-Wert	$\leq 0,65$ bei Z 275 und bei SHZ $\leq 0,75$ bei allen übrigen Zementen
Betondeckung der Bewehrung i. M. etwa 0,5 cm größer als bisher	

kg/m³ nicht unterschritten und ein Wasserzementwert von 0,65 nicht überschritten werden. Bei Verwendung der anderen in DIN 1164 E aufgeführten Zemente ist die untere Grenze für den Zementgehalt auf 240 kg/m³ festgelegt worden und der Wasserzementwert auf höchstens 0,75. Diese Grenzwerte sind auch bei der Festlegung der Zusammensetzung des Betons I (siehe Tafel 3) bereits berücksichtigt.

Die Mindestdicke des Betons über Bewehrungsstäben (Betondeckung) wurde mehr als bisher auf die Umweltbedingungen abgestimmt und für den üblichen Bereich des Stahlbetons um etwa 0,5 cm größer festgelegt.

7. Herstellen, Einbau und Nachbehandlung

Die Ausführungen sind — gegenüber der bestehenden Norm — im allgemeinen etwas erweitert und präzisiert sowie dem derzeitigen Stand der Entwicklung angepaßt worden. Die wesentlichsten Änderungen sind u. a.:

Zement, Zuschlag und Wasser müssen mit einer Genauigkeit von mindestens 3 Gew.-% zugegeben werden. Als Mindestmischdauer wird für Zwangsmischer nur noch $\frac{1}{2}$ Minute verlangt.

Der Beton ist durch sinnvolles Vorgehen praktisch vollständig zu verdichten; hierzu werden Hinweise für die zweckmäßige Anwendung der verschiedenen Verdichtungsarten in Abhängigkeit von den drei Konsistenzgraden gemacht.

Für das Nachbehandeln ist zum Schutz vor raschem Austrocknen des Betons auch das Auftragen von sogenannten Nachbehandlungsfilmen gestattet. Weiter finden sich Hinweise auf die Wärmebehandlung von Betonfertigteilen.

Die Maßnahmen für das Betonieren bei niederen Temperaturen berücksichtigen die neueren Erkenntnisse. So findet sich für die erforderliche Dauer von Frostschutzmaßnahmen der Hinweis, daß junger Beton mit einem Zementgehalt von mindestens 270 kg/m^3 und einem Wasserzementwert von höchstens 0,60 in der Regel erstmals ohne Schaden durchfrieren kann, wenn seine Temperatur bei Verwendung von rasch erhärtenden Zementen (siehe DIN 1164 E) 3 Tage lang 10°C nicht unterschritten oder wenn der Beton eine Druckfestigkeit von 50 kp/cm^2 erreicht hat (siehe auch unter 8).

Für das Ausschalen von Bauteilen gelten die Ausschalfristen der Tafel 12; sie sind auf die Güteklassen der Zemente nach DIN

Tafel 12 Anhaltswerte für Ausschalfristen bei Verwendung von Zement nach DIN 1164 E

Zementfestigkeitsklasse	Schalung von Wänden, Stützen und Balken (seitlich) Tage	Schalung von Deckenplatten Tage	Rüstung von Balken, Rahmen und weitgespannten Platten Tage
Z 275	4	10	28
Z 375 I	3	8	20
Z 375 f und Z 450 I	2	5	10
Z 450 f und Z 550	1	3	6

1164 E bezogen. Da der Erhärtungsfortschritt jedoch von zahlreichen Einflüssen abhängt, können diese Fristen nur als Anhalt gelten. Maßgebend für das Ausschalen ist die jeweils erreichte Festigkeit.

8. Prüfungen

Art und Umfang der im Einzelfall erforderlichen Prüfungen (Zuschlag, Betonzusammensetzung, Konsistenz, Festigkeit) sind zum Teil erweitert worden; jedoch werden auf der Baustelle Feststellungen über das Erstarren und die Raumbeständigkeit des Zements nicht mehr gefordert. Die Kornzusammensetzung des angelieferten Zuschlags ist bei Verwendung zu Beton II zu prüfen, bei Beton I nur, wenn Zuschlaggemische mit einer Sieblinie im günstigen Bereich vorgeschrieben sind (siehe Tafel 3 und Abschnitt 5).

Für den Beton sind Eignungs-, Güte- und Erhärtungsprüfungen festgelegt. Eignungsprüfungen sind stets für Beton II durchzuführen, dagegen für Beton I nur, wenn er mit Mischbindern, leichtem Zuschlag und Betonzusatzmitteln oder Zusatzstoffen, die auf den Zementgehalt angerechnet werden, hergestellt wird. Die Prüfung der Festigkeit durch Herstellen von Betonwürfeln an der Einbaustelle (Güteprüfung) wird für Beton I ab Bn 150 verlangt und in jedem Falle für Beton II. Bei Verwendung von Beton II muß außer einer doppelt so großen Zahl von Würfeln auch der Wasserzementwert am Frischbeton geprüft werden. Geschieht dies in größerem Umfang, so kann die Zahl der zu prüfenden Würfel vermindert werden. Für Transportbetonwerke und in Stahlbeton-Fertigteilwerken sind eine Eigen- und eine Fremdüberwachung vorgeschrieben.

Die Erhärtungsprüfung (maßgebend für die Ausschalfristen) kann an gesondert hergestellten und am Bauwerk gelagerten Probekörpern (DIN 1048 E) oder zerstörungsfrei durchgeführt werden (DIN 4240 — Kugelschlagprüfung von Beton mit dichtem Gefüge). Unseres Erachtens sollten jedoch die Ergebnisse einer Kugelschlag- oder Rückprallhammer-Prüfung sehr abwägend beurteilt werden, da es sich lediglich um Feststellungen in der äußersten Zone eines Bauteils aus meist jungem Beton handelt, die anderen Einflüssen ausgesetzt ist als der Kernbeton.

Für DIN 1048 E (siehe Abschnitt 1,f) wurden die bisherigen Prüfverfahren überarbeitet und einige neue aufgenommen, wie die Bestimmung des Luftporengehaltes, des Wasserzementwertes, der Spaltzugfestigkeit, des Druck-E-Moduls und des Verdichtungsmaßes (Konsistenzmaß).

9. Zusammenfassung

Die vorausgegangenen Ausführungen sind ein Querschnitt durch kennzeichnende Neuerungen im Entwurf der DIN 1045 gegenüber der noch gültigen Fassung. Der Entwurf enthält nunmehr alle technologischen Bestimmungen für unbewehrten Beton und für Stahlbeton, für Transportbeton und für Stahlbeton-Fertigteile.

Die Erkenntnisse und der Stand der praktischen Entwicklung wurden dabei soweit wie möglich berücksichtigt. Leichtbeton für tragende Bauteile mit geschlossenem Gefüge wurde nicht aufgenommen, da in Deutschland noch weitere Erfahrungen zu sammeln sind; diese werden dann zweckmäßig in den „Vorläufigen Richtlinien für Ausführung und Prüfung von Stahlleichtbeton“ laufend berücksichtigt.

Wesentliche Änderungen entstanden aus einer anderen Einteilung und Beurteilung der Betongüte. Im Zusammenhang damit steht die Einführung von zwei Herstellverfahren (Beton I und Beton II), die sich durch die Bedingungen für die Zusammensetzung und die Überwachung unterscheiden.

Für die Gewährleistung der verlangten Druckfestigkeit und für den Schutz der Bewehrung gegen Korrosion wurden besonders eingehende Bestimmungen aufgenommen.

Weitere Merkmale der Neufassung sind u. a. die Einbeziehung und Bewertung von Zuschlaggemischen mit Ausfallkörnung, von werkgemischtem Betonzuschlag, Zusatzmitteln, des Mehlkorngehalts, des Wasserzementwerts, von Beton mit hohem Widerstand gegen Einwirkung von Druckwasser, Frost und chemischem Angriff, ferner gegen Hitze und gegen mechanische Abnutzung.

Es ist zu erwarten, daß die Neufassung der DIN 1045, mit der die Bearbeitung der Normen DIN 1164 E (Zement), DIN 4226 E (Zuschlag), DIN 4030 E (Chemischer Angriff) und DIN 1048 E (Prüfung des Betons) Hand in Hand ging, sowohl dem Stand der technischen Entwicklung als auch wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Forderungen für lange Zeit ausreichend Rechnung trägt.

SCHRIFTTUM

- [1] Walz, K.: Weiterentwicklung der betontechnischen Bestimmungen. Der Bauingenieur 33 (1958) H. 1, S. 10/14.
- [2] Bonzel, J.: Über die neuere zement- und betontechnische Entwicklung. beton 17 (1967) H. 6, S. 221/224, und H. 7, S. 263/267; ebenso Betontechnische Berichte 1967, Beton-Verlag, Düsseldorf 1968, S. 63/83.
- [3] Walz, K.: Grundlagen und praktische Bedeutung der Undurchlässigkeit des Betons gegen Flüssigkeiten. Bau- und Bauindustrie 21 (1968) H. 3, S. 122/129, und H. 4, S. 240/243.