

Beurteilung der Betonzusatzmittel nach den „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“

Von Kurt Walz, Düsseldorf

Übersicht

Betonzusatzmittel, für die bauaufsichtliche Vorschriften bestehen, sind nach sechs Wirkungsgruppen eingeteilt: Verflüssiger, Luftporenbildner, Dichtungsmittel, Erstarrungsverzögerer, Erstarrungsbeschleuniger und Einpreßhilfen für Mörtel in Spannbetonhüllrohren. Die einzelnen Zusatzmittel dürfen zu Beton nach DIN 1045 nur verwendet werden, wenn sie die Bedingungen der „Prüfrichtlinien“ und „Überwachungsrichtlinien“ des Instituts für Bautechnik, Berlin, erfüllen und ein Prüfzeichen zugeteilt bekamen. Bisher wurde dazu kein Nachweis verlangt, daß ein bestimmtes Zusatzmittel auch so wirkt, wie dies nach seiner Gruppenbezeichnung vom Anwender erwartet wird.

Daher sind jetzt zusätzlich „Richtlinien für die Prüfung der Wirksamkeit von Betonzusatzmitteln“ herausgegeben worden. Die Wirkung bzw. Leistung der Zusatzmittel wird an einheitlich festgelegten Mischungen mit und ohne Zusatzmittel vergleichsweise geprüft. Die mit üblichen Geräten durchzuführenden Prüfungen sind so einfach wie möglich gehalten, da sie überwiegend auch vom Zusatzmittelhersteller bei der Eigenüberwachung seiner Erzeugnisse häufig durchzuführen sind.

Eine Prüfung gilt als bestanden, wenn die mit der Gruppenbezeichnung des Zusatzmittels herausgestellte Wirkung in der Tendenz deutlich erkennbar wird. Mindestanforderungen an die Wirksamkeit sollen später aufgestellt werden, wenn weitere Prüfungsergebnisse und Erfahrungen vorliegen.

Von diesem Vorgehen wird bei der Wirksamkeitsprüfung der Luftporenbildner zum Teil abgewichen: nur Prüfung des Betons mit dem Luftporenbildner; einmalige Ermittlung von Luftporenkennwerten mit einem aufwendigeren Verfahren; Beurteilung nach festgelegten Mindestanforderungen.

1. Allgemeines

Nachfolgend werden erläuternde und ergänzende sowie auch kritische Ausführungen zu den „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ („Wpr“) gemacht. Diese vor kurzem vom Institut für Bautechnik, Berlin, herausgegebenen „Richtlinien für die Prüfung der Wirk-

samkeit von Betonzusatzmitteln (Wirksamkeitsprüfrichtlinien), Fassung Oktober 1974" sind auf S. 47 ff. wiedergegeben*).

a) Zu Beton nach DIN 1045 darf ein Betonzusatzmittel nur verwendet werden, wenn ihm mit einem Prüfbescheid des Instituts für Bautechnik ein Prüfzeichen zugeteilt wurde (DIN 1045, Abschnitt 6.3.1) und die Herstellung des Betonzusatzmittels nach den in den „Überwachungsrichtlinien“ [1] festgelegten Bedingungen erfolgt. Voraussetzung für die Zuteilung eines Prüfzeichens ist, daß das Zusatzmittel den in den „Prüfrichtlinien“ [2] aufgeführten Anforderungen entspricht.

Diese Richtlinien verlangen Prüfungen, die auf die Beurteilung der Unschädlichkeit und Gleichmäßigkeit eines Zusatzmittels gerichtet sind: Für jedes Zusatzmittel der 6 zur Zeit klassifizierten Wirkungsgruppen „Betonverflüssiger (BV)“, „Luftporenbildner (LP)“, „Betondichtungsmittel (DM)“, „Erstarrungsverzögerer (VZ)“, „Erstarrungsbeschleuniger (BE)“ und „Einpreßhilfen für Einpreßmörtel bei Spannbeton (EH)“ ist mit einer chemischen Analyse und einer elektrochemischen Prüfung nachzuweisen, daß die Stahlkorrosion nicht gefördert wird. Ferner wird durch Prüfungen mit Zementleim, ähnlich denen in der Zementnorm DIN 1164, für die Wirkungsgruppen BV, LP und DM festgestellt, ob ein Zusatzmittel das Erstarren und die Raumbeständigkeit des Zements nicht ungünstig beeinflusst. Die Prüfungen werden mit 16 Zementen verschiedener Herkunft und einem sehr niedrigen, in der Praxis nicht vorkommenden Wassereinstufwert von rd. 0,3 durchgeführt.

Über die vom Hersteller angegebene Wirkung des Zusatzmittels können diese Prüfungen selbstverständlich nichts aussagen. In den „Prüfrichtlinien“ wird darüber lediglich angeführt, welche günstige Wirkung von dem Zusatzmittel einer Wirkungsgruppe erwartet wird und daß eine nachteilige Beeinflussung anderer Eigenschaften des Betons nicht auszuschließen ist. Im allgemeinen glaubt jedoch der Verwender eine Wirkung entsprechend der in den Prüfbescheid aufgenommenen Kennzeichnung (BV, LP usw.) voraussetzen zu können.

b) Wohl wird in den „Besonderen Bestimmungen“ des Prüfbescheids und in DIN 1045, Abschnitt 7.4.2, verlangt, daß für jeden Fall der Anwendung eines Zusatzmittels eine Eignungsprüfung mit Beton vorzusehen ist, der die Zusammensetzung des Baustellenbetons aufweist. Nach DIN 1045 genügt es aber, mit der Eignungsprüfung nachzuweisen, daß sich der betreffende Beton unter den gegebenen Verhältnissen zuverlässig verarbeiten läßt und die geforderten Eigenschaften sicher erreicht. Als „geforderte Eigenschaften“ ist in der Regel eine bestimmte Druckfestigkeit nachzuweisen und gelegentlich z. B. ein besonderer Frost- oder Tausalz widerstand oder eine bestimmte Wasserundurchlässigkeit. Einpreßmörtel, für den ebenfalls eine Eignungsprüfung vorgeschrieben ist, hat mehrere festgelegte Bedingungen zu erfüllen [3], auf die hier nicht weiter einzugehen ist.

*) Die Ausführungen in den bezifferten Hauptabschnitten beziehen sich auf die entsprechend bezifferten Abschnitte der „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“.

Die üblichen Eignungsprüfungen geben also keine direkte Auskunft darüber, ob z. B. ein Zusatzmittel BV, DM und EH überhaupt wirkt bzw. wie wirksam es an dem Erreichen der geforderten Eigenschaften beteiligt war oder wie sich andere Zusatzmittel im Wirkungsgrad und der Leistung vergleichsweise unterscheiden würden. Aufschluß hierüber gibt nur eine erweiterte Eignungsprüfung, die entsprechende Mischungen ohne Zusatzmittel (Nullbeton) bzw. verschiedene, in Frage kommende Zusatzmittel einbezieht. Der dabei erforderliche Aufwand ist erheblich und wird im allgemeinen nur bei großen Bauvorhaben oder bei einer einheitlich ausgerichteten Betonherstellung, wie z. B. in Transportbetonwerken oder Fertigteilwerken, in Kauf genommen.

c) Insgesamt war es also unbefriedigend, daß für ein Zusatzmittel einer bestimmten Wirkungsgruppe ein Prüfzeichen zugeteilt wurde, ohne daß nachgewiesen werden mußte, daß das Zusatzmittel die Wirkung besitzt, die nach seiner Kennzeichnung im Prüfbescheid erwartet wird.

Die für diesen Nachweis vom Sachverständigenausschuß „Betonzusatzmittel“ beim Institut für Bautechnik, Berlin, nunmehr aufgestellten „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ („Wpr“), Fassung Oktober 1974, enthalten meist einfach durchzuführende und eingehend beschriebene Prüfungen mit üblichen Geräten.

Dem Sachverständigenausschuß gehören Vertreter von Baubehörden, amtlichen Prüf- und Forschungsstellen, von betonverarbeitenden Fachvereinigungen und von Betonzusatzmittel-Herstellern an.

d) Nach den „Überwachungsrichtlinien“ [1] ist vom Hersteller im Zuge der Eigenüberwachung die Wirkung des Zusatzmittels bei jeder neuen Lieferung der Ausgangsstoffe, mindestens jedoch einmal je Vierteljahr, zu prüfen, sofern die „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ keine andere Häufigkeit vorschreiben. Der Überwachungsvertrag, der vor der Auslieferung des Zusatzmittels mit der für die Fremdüberwachung vorgesehenen Stelle abzuschließen ist, setzt voraus, daß u. a. auch eine Wirksamkeitsprüfung bereits durchgeführt wurde. Die im Rahmen der Eigenüberwachung durchzuführenden Wirksamkeitsprüfungen dürfen vom Hersteller mit Zustimmung der fremdüberwachenden Stelle einem entsprechend ausgerüsteten Laboratorium in Auftrag gegeben werden. Es ist jedoch sicherzustellen, daß die Ergebnisse genügend schnell dem Hersteller zur Verfügung stehen. Solche Prüfungen sollen dann grundsätzlich nicht von der gleichen Stelle durchgeführt werden, die die Fremdüberwachung ausübt.

Die mit der Fremdüberwachung beauftragte Stelle hat die Wirksamkeit der Zusatzmittel mindestens zweimal während der Geltungsdauer des Prüfbescheids nachzuprüfen (bei dreijähriger Geltungsdauer mindestens einmal).

e) Bei der Beurteilung der Prüfungsergebnisse wird nach den „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ für die Zusatzmittel BV, DM, VZ, BE und EH lediglich verlangt, daß die geprüfte, kennzeichnende Eigenschaft des Betons mit Zusatzmittel („Z-Beton“) beim Vergleich mit dem Nullbeton in der Tendenz erkennbar ist. Mindestanforderungen an die mit der Bezeichnung zum Ausdruck ge-

brachte Wirkung sind noch nicht aufgenommen worden (Ausnahmen: LP-Zusatzmittel, siehe Abschnitt 3.2, und Fließmittel, siehe Abschnitt 3.1, b). Doch sind in einigen Prüfstellen bereits eine Anzahl Wirksamkeitsprüfungen durchgeführt worden, die aufschlußreiche Ergebnisse zeitigten und die die Art der Prüfungen im ganzen brauchbar erscheinen lassen.

Es bestand von jeher die Absicht, zunächst einmal das Ergebnis zahlreicherer Prüfungen sowie Ergebnisse und Erfahrungen aus der Eigenüberwachung abzuwarten, um dann, etwa nach einem Jahr, sich über Mindestanforderungen Gedanken zu machen, nötigenfalls auch einzelne Prüfverfahren zu überarbeiten.

f) Mit der Prüfung der Wirksamkeit der Zusatzmittel wird kein Neuland beschritten. Für die Zulassung und Überwachung von Betonverflüssigern, luftporenbildenden Betonverflüssigern und Betondichtungsmitteln galten beim damaligen „Ländersachverständigenausschuß für neue Baustoffe und Bauarten“ bis 1965 die „Prüfrichtlinien für Betonzusatzmittel“. Sie verlangten wesentlich umfangreichere und weiterreichende Prüfungen als die vorliegenden „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“. Die Prüfergebnisse wurden nach zahlenmäßig festgelegten Mindestanforderungen beurteilt. Durch das zunehmende Angebot an Zusatzmitteln, durch neue Zusatzmittelgruppen und den erheblichen Prüfumfang waren die wenigen, damals auf diese Zusatzmittelprüfung angemessen eingestellten amtlichen Prüfstellen überfordert. Deshalb wurden die wesentlich verkürzten „Vorläufigen Richtlinien für die Prüfung von Betonzusatzmitteln zur Erteilung von Prüfzeichen, Fassung Januar 1965“ aufgestellt, die, ähnlich wie die heutigen „Prüfrichtlinien“, nur noch die Beurteilung einer Unschädlichkeit verbindlich forderten.

Mit den „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ wird die bisher vorhandene Lücke bei der Beurteilung von Betonzusatzmitteln wieder etwas ausgefüllt. Der Schwerpunkt der Prüfungen ist auf die Eigenüberwachung gelegt, und die fremdüberwachenden Stellen haben selbst nur wenige Wirksamkeitsprüfungen durchzuführen; siehe unter d), letzter Absatz. Da z. Z. für die Fremdüberwachung 8 anerkannte Prüfstellen zur Verfügung stehen [4], kann trotz der 307 nach dem Stand vom Januar 1974 mit einem Prüfzeichen versehenen, zahlreichen Zusatzmittel [4] mit einer ordnungsgemäßen Abwicklung der Wirksamkeitsprüfungen gerechnet werden, zumal sie gegenüber früher wesentlich vereinfacht wurden.

Nach [4] bestanden Prüfzeichen für: 86 Betonverflüssiger (BV), 45 Luftporenbildner (LP), 86 Betondichtungsmittel (DM), 48 Erstarrungsverzögerer (VZ), 38 Erstarrungsbeschleuniger (BE) und 4 Einpreßhilfen (EH).

Als überwachende Stellen sind anerkannt: Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin; Institut für Bauforschung der Rheinisch-Westfälischen Hochschule Aachen; Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Technischen Universität Hannover; Institut für Beton und Stahlbeton der Universität Karlsruhe; Landesgewerbeanstalt Bayern, Materialprüfungsamt Nürnberg; Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt; Staatliches Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Dortmund-Aplerbeck, und For-

2. Herstellen des Betons (Einheitsmischung)

a) Für die Prüfung der Zusatzmittel BV, DM, VZ und BE wird eine einheitliche Mischung verwendet, die als Nullbeton ein gleiches Mischungsverhältnis aufweist (1 Gew.-T. Zement + 6,2 Gew.-T. Zuschlag), weiter gleiches Zuschlaggemisch (Regelsieblinie B_{1,6} nach DIN 1045) und gleiche Konsistenz (Ausbreitmaß rd. 40 cm). Für den Nullbeton, dessen Wassergehalt auf dieses Ausbreitmaß abzustimmen ist, wird damit ein Wasserzementwert um etwa 0,60 erhalten und bei einer mittleren Rohdichte des Zuschlags von 2,62, einer Reindichte des Zements von 3,1 und einem Luftgehalt des verdichteten Betons von 1,5 % ein Zementgehalt von rd. 300 kg in 1 m³ verdichtetem Frischbeton. Liegt der Zementgehalt nicht im Bereich von 300 ± 5 kg/m³, z. B. weil der benutzte Zuschlag eine wesentlich andere Rohdichte aufweist oder der Wasseranspruch für das Ausbreitmaß von rd. 40 cm wesentlich vom Richtwert (180 kg/m³) abweicht, so ist nötigenfalls das Mischungsverhältnis im Einklang mit der Stoffraumrechnung [5] zu ändern.

b) Vom gleichen Mischungsverhältnis wird auch für den Beton mit Zusatzmittel (Z-Beton) ausgegangen. Der Z-Beton wird, je nach der Zusatzmittelgruppe, entweder auf gleiches Ausbreitmaß wie der Nullbeton eingestellt, oder er ist wie der Nullbeton zusammengesetzt. Im ersten Fall gibt der Wasseranspruch des Z-Betons, im zweiten Fall sein Ausbreitmaß, je im Vergleich zu denen des Nullbetons, das Kriterium für die Wirkung des Zusatzmittels ab.

c) Allgemein ist die Wirkung eines Zusatzmittels auch etwas von den verwendeten Baustoffen und der Betonzusammensetzung abhängig.

Damit eine ungewöhnliche Beeinflussung der Wirkung eines Zusatzmittels durch irgendeinen, bei der Wirksamkeitsprüfung zufällig verwendeten Zement vermieden wird, ist ein Zementgemisch aus 3 Portlandzementen Z 350 F verschiedener Werke vorzusehen, die möglichst oft zu wechseln sind. Eingehendere Festlegungen über die Häufigkeit des Wechsels und das Alter der Zemente wurden mit Rücksicht auf mögliche Schwierigkeiten bei der Beschaffung ortsfremder Zemente nicht getroffen. Man wird bei diesem Vorgehen im Laufe der Zeit noch Aufschluß erhalten, ob und ggf. inwieweit durch verschiedene Zementgemische die Wirksamkeit eines Zusatzmittels bei dieser Prüfung beeinflusst wird.

d) Als Zuschlag können örtlich übliche, saubere Sande und Kiese benutzt werden, wenn sie den in Abschnitt 2.2 („Wpr“) genannten Anforderungen entsprechen. Der Einfluß der Kornform und der mineralogischen Beschaffenheit auf die Wirksamkeit des Zusatzmittels tritt noch mehr zurück als der auf die Wirkung der meisten Zusatzmittelarten an sich geringe Einfluß des Kornaufbaus des Gemisches. Da jedoch die ungewollte Neigung einzelner Zusatzmittel zur Luftführung, wie möglicherweise bei Zusatzmitteln der Gruppen BV, DM und VZ, auch etwas von der Kornverteilung des Zuschlaggemisches abhängt, soll die Kornzusammen-

setzung mit nur geringen Abweichungen von der Sollsieblinie B_{16} vor allem im Bereich 0/4 mm eingehalten werden.

Deshalb wird das Zuschlaggemisch zweckmäßig aus Korngruppen 0/2 mm, 2/4 mm, 4/8 mm und 8/16 mm gebildet, die möglichst wenig Unter- und Überkorn aufweisen. Je nach Zusammensetzung der verfügbaren Korngruppe 0/2 mm kann es nötig werden, noch Feinstsand, z. B. Quarzmehl, zuzusetzen oder einen Teil der feinen Bestandteile auszusieben.

e) Die Zugabemenge des Zusatzmittels ist nicht festgelegt. Es ist aber naheliegend, die im Prüfbescheid angegebene „zulässige Zusatzmenge“ zu verwenden, damit eine möglichst große „kennzeichnende“ Wirkung erhalten wird. (Ausnahme u. U. bei LP-Zusatzmitteln, siehe Abschnitt 3.2.)

Die Wirksamkeitsprüfung für die Zusatzmittel BV, DM, VZ und BE wird mit einem definiert aufgebauten, im Bereich durchschnittlicher Verhältnisse liegenden Beton durchgeführt, dessen Zusammensetzung, Konsistenz und Größtkorn so gewählt wurden, daß er für die Prüfverfahren möglichst wenig störanfällig ist.

Selbstverständlich sind damit nicht alle Varianten von Ausgangsstoffen und Mischungszusammensetzungen der Praxis erfaßt, von denen die graduelle Wirkung eines Zusatzmittels beeinflußt werden kann bzw. die Zugabemenge abhängt. Doch dürfte außer Zweifel stehen, daß ein Zusatzmittel, das bei der Prüfung mit der Einheitsmischung die mit seiner Bezeichnung angepriesene Wirkung nicht erkennen läßt, diese auch in der Praxis nicht immer aufweisen wird. Abgesehen davon, daß ein Hersteller sein Zusatzmittel in der Regel für alle Fälle anbietet, also unabhängig davon, welcher Zement, welche Betonzusammensetzung usw. anstehen. Lediglich die Zugabemenge kann auf die Eigenheiten des jeweiligen Betons abgestimmt werden, wobei die im Prüfbescheid festgelegte „zulässige Zusatzmenge“ nicht überschritten werden darf.

Entsprechende Überlegungen und Begründungen gelten auch für die mit anderen Mischungen zu prüfende Wirksamkeit der Zusatzmittel LP und EH; siehe Abschnitte 3.2 und 4.

f) Der Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit der Prüfungen dienen dann weiter die in den Abschnitten 2.6 und 2.7 („Wpr“) aufgeführten Einzelheiten über das Mischen und den Zugabevorgang sowie die einzuhaltende Temperatur, da Abweichungen hiervon die Wirkung von Zusatzmitteln unterschiedlich beeinflussen können.

Um übersichtliche Angaben über die Zusammensetzung des geprüften Nullbetons und des Z-Betons zu erhalten, wird in Abschnitt 2.8 („Wpr“) beschrieben, wie dafür die Stoffanteile von 1 m^3 des verdichteten Nullbetons und Z-Betons aus den Versuchsmischungen ermittelt werden [5]. Dazu ist für den Z-Beton die verwendete Zusatzmittelmenge wie üblich auf 1 kg Zement bezogen in g bzw. cm^3 und für alle Betone der im Luftporenmeßgerät ermittelte Luftgehalt anzugeben.

Der Zementgehalt, der beim Nullbeton auf rd. 300 kg/m^3 eingestellt ist, kann demgegenüber im Z-Beton, wenn dieser z. B. weniger Wasser benötigt, um einige kg größer ausfallen oder etwas

kleiner, wenn z. B. mit dem Zusatzmittel ein höherer Luftgehalt entsteht, als ihn der Nullbeton aufweist. Diese geringen Unterschiede im Zementgehalt der beiden zu vergleichenden Betone sind bei der Beurteilung der Wirksamkeit des Zusatzmittels jedoch ohne Bedeutung.

3. Prüfung

3.1. Betonverflüssiger (BV)

a) Betonverflüssiger sollen nach Abschnitt 1.2.1 der „Prüfrichtlinien“ [2] die Verarbeitbarkeit verbessern und den Wasseranspruch zur Erlangung einer bestimmten Konsistenz vermindern. Zur Beurteilung der Wirkung ist festzustellen, welche Wassereinsparung durch Zusatz des Verflüssigers erzielt wird. Dabei ist die Flüssigkeitsmenge, die mit dem Zusatzmittel in den Beton gelangt, dem Zugabewasser zuzurechnen; siehe Abschnitt 2.8 („Wpr“). Man kann aus der Wassereinsparung, was die „Verbesserung der Verarbeitbarkeit“ anbetrifft, auch folgern, daß Z-Beton mit gleichem Wassergehalt wie der Nullbeton beweglicher (flüssiger) ausfallen würde als der Nullbeton. Ob mit dem Verflüssiger auch sein Zusammenhalt, als weitere zur Beurteilung der Verarbeitbarkeit wichtige Eigenschaft, verbessert wird, wird nicht geprüft. Sofern sich beide Betone deutlich in der Neigung zum Entmischen oder Wasserabsondern unterscheiden, was bei der hier gewählten Betonzusammensetzung kaum zu erwarten ist, kann dies nach Augenschein beim Ausbreitversuch festgestellt werden.

Aus der Verminderung des Wassergehalts (Wassermenge) beim Z-Beton kann in etwa auch auf die zugehörige Erhöhung der Druckfestigkeit geschlossen werden (siehe Bild 9 der in [5] angegebenen Veröffentlichung).

b) Zur Herstellung von sogenanntem „Fließbeton“ werden neuerdings besonders wirksame Betonverflüssiger (sogenannte „Fließmittel“) angeboten. Diese „Fließmittel“ unterliegen als Verflüssiger (BV) ebenfalls der Prüfzeichenpflicht. Ihre besondere Anwendungstechnik verlangt jedoch eine etwas abgeänderte Prüfung der Wirksamkeit. Vorläufig ist festgelegt [6], daß der Nachweis ihrer Wirkung als erbracht gilt, wenn mit der „zulässigen Zusatzmenge“ das ursprüngliche Ausbreitmaß des „Ausgangsbetons“ von rd. 40 cm, das wäre hier der Nullbeton, durch Zugabe des Fließmittels um mindestens 12 cm vergrößert wird. Bei der Prüfung wird daher zunächst eine Nullbeton-Mischung nach Abschnitt 2 („Wpr“) fertig hergestellt und dieser dann die „zulässige Zusatzmenge“ des Fließmittels zugegeben. Der Beton wird weitere 3 min gemischt (Z-Beton) und anschließend das Ausbreitmaß, der Luftporengehalt usw. gemäß Abschnitt 2.8 („Wpr“) ermittelt.

Über die Zusatzmenge ist in den „Richtlinien für Fließbeton“ [6] festgelegt, daß sie 8 cm³/kg Zement nicht unterschreiten und die „zulässige Zusatzmenge“ nicht überschreiten darf. (Eine Mindestmenge wurde vorgesehen, damit das Fließmittel möglichst gleichmäßig untermischbar wird.)

Allgemein darf nach Abschnitt 3.1 der „Prüfrichtlinien“ [2] die Zusatzmenge von flüssigen Zusatzmitteln für Beton und Stahlbe-

ton 50 cm³/kg Zement und von Zusatzmitteln, die auch für Spannbeton verwendet werden, 20 cm³/kg Zement nicht überschreiten („zulässige Zusatzmenge“).

Doch sollte demgegenüber für Fließmittel die „zulässige Zusatzmenge“ für Beton und Stahlbeton wesentlich herabgesetzt werden. Denn bei einer „zulässigen Zusatzmenge“ von 50 cm³/kg Zement würden einem m³ Beton mit 300 kg Zement durch das Fließmittel bereits 15 dm³ mehr Flüssigkeit (Wasser) zugeführt und allein schon dadurch das Ausbreitmaß vergrößert bzw. der Wasserzementwert des Ausgangsbetons unerwünscht erhöht werden.

Demgegenüber liegen die Verhältnisse bei der Wirksamkeitsprüfung von üblichen Verflüssigern (BV), selbst mit der ggf. großen noch „zulässigen Zusatzmenge“ von 50 cm³/kg Zement, anders, weil der Beton mit dem Verflüssiger (Z-Beton) auf ein Ausbreitmaß von rd. 40 cm eingestellt und die Flüssigkeitsmenge dem Zugabewasser zugerechnet wird (siehe oben unter 3.1, a).

3.2. Luftporenbildner (LP)

a) Luftporenbildner sollen während des Mischens kleine, fein verteilte, kugelige Luftporen in ausreichender Menge in den Beton einführen. Mit solchen Mikroluftporen kann insbesondere ein hoher Widerstand des Betons gegen Frost- und Tausalzeinwirkung gewährleistet werden. Voraussetzung dafür ist, daß der sogenannte Abstandsfaktor der Luftporen im erhärteten Beton den Wert von 0,20 mm nicht überschreitet¹⁾. Diese Erkenntnis ist durch zahlreiche Untersuchungen, insbesondere solche in den USA, seit vielen Jahren erhärtet.

Es genügt dazu nicht, nur den vorgeschriebenen, vom Größtkorn abhängigen Mindest-Luftporengehalt im Frischbeton einzuhalten, z. B. 3,5 % im Beton 0/32 mm. Denn dieser Luftgehalt kann auch durch unwirksame, größere Luftporen erzielt werden, die einen Durchmesser über etwa 0,3 mm aufweisen. Diese tragen nur sehr wenig zum Frost- und Tausalzwiderstand bei bzw. zu einer Verminderung des Abstandsfaktors.

b) Die Bildung der den Zementstein oder Feinmörtel gegen Zerfrieren schützenden, gleichmäßig verteilten Mikroluftporen hängt unter sonst gleichen Verhältnissen weitgehend von der Eigenart eines LP-Zusatzmittels ab. Man kann dessen Wirkung im erhärteten Beton wie früher durch eine sehr aufwendige Frost-Tau-Wechsel-Prüfung mit dem Nullbeton und Z-Beton beurteilen oder umfassender, wie jetzt, mit dem Abstandsfaktor.

Der Abstandsfaktor ist für ein LP-Zusatzmittel in der Regel nur einmal bei der Wirksamkeitsprüfung (Erstprüfung) zur Erteilung des Prüfzeichens zu ermitteln oder für den Antrag zur Verlängerung des Prüfbescheids; siehe auch Fußbemerkung 5 („Wpr“). Es wird dadurch ggf. nachgewiesen, daß mit dem LP-Zusatzmittel die wirklichen sehr kleinen Luftporen in genügender Anzahl entstehen.

¹⁾ Der Abstandsfaktor gibt eine idealisiert errechnete Dicke des die Luftporen umgebenden Zementsteins wieder.

Ist dieser Nachweis für ein bestimmtes LP-Zusatzmittel gleichbleibender Zusammensetzung einmal erbracht, genügt es, bei der Eignungsprüfung nach DIN 1045 und bei der Anwendung des Betons in der Praxis nur noch den Luftgehalt im Frischbeton einzuhalten und durch das in DIN 1048 Blatt 1 festgelegte einfache Verfahren mit dem Drucktopf zu prüfen.

Dies gilt auch für die laufend bei der Überwachung durchzuführenden Wirksamkeitsprüfungen; siehe „Überwachungsrichtlinien“, Abschnitt 2.4 [1]. Man hat hierbei jeweils festzustellen, welcher Luftgehalt im Frischbeton mit der bei der *Erstprüfung* benutzten Zusatzmenge erhalten wird und diesen mit dem Luftgehalt der Erstprüfung zu vergleichen. Zweckmäßig werden für diesen Z-Beton auch die Angaben nach Abschnitt 2.8 („Wpr“) mit angeführt.

c) Die Wirksamkeitsprüfung für ein LP-Zusatzmittel benutzt einen Beton 0/32 mm mit einer Zusammensetzung, wie er etwa auch für Straßendecken und Brückenbauteile in Frage kommt, die einer Tausalzeinwirkung ausgesetzt werden. Der Anteil 0/0,25 mm im Zuschlaggemisch soll 2 bis 3 % betragen, siehe dazu auch Abschnitt 2, d).

Der Beton ist leicht verdichtbar, weist ein Verdichtungsmaß um 1,15 auf und liegt somit im Konsistenzbereich K 2. Der Mehlkorngehalt 0/0,25 mm beträgt rd. 400 kg/m³ und entspricht dem Richtwert nach Tabelle 3 der DIN 1045 bzw. der Forderung in Abschnitt 6.1.1 der „TV Beton 72“ [7].

Der Luftporenbildner ist in solcher Menge zuzusetzen, daß im Frischbeton ein Luftgehalt von mindestens 3,5 % bis höchstens 4,0 % entsteht. Dabei darf die im Prüfbescheid angegebene „zulässige Zusatzmenge“ nicht überschritten werden. Fällt der Luftgehalt des Betons mit einer bestimmten, zunächst gewählten Zusatzmenge kleiner als 3,5 % oder größer als 4,0 % aus, so ist eine neue Mischung mit entsprechend geänderter Zusatzmenge anzusetzen. Wird mit der „zulässigen Zusatzmenge“ der Mindestluftgehalt nicht erreicht, so ist die luftporenbildende Wirkung des Zusatzmittels zu gering.

Höhere Luftgehalte als 4,0 % sind bei der Wirksamkeitsprüfung unzulässig, da ein LP-Zusatzmittel so wirken soll, daß auch schon mit den in der Praxis üblichen, wegen der Festigkeitsminderung möglichst niederen Luftgehalten (Richtwerte siehe DIN 1045, Abschnitt 6.5.7.3) ein Abstandsfaktor von $\leq 0,20$ mm erreicht wird. Ein Beton, wie er hier als Z-Beton geprüft wird, würde ohne LP-Zusatzmittel unter sonst gleichen Verhältnissen etwa einen Luftgehalt um 1,5 % und einen Abstandsfaktor über 1,0 mm aufweisen.

d) Der Abstandsfaktor wird in Anlehnung an ein in den USA genormtes Verfahren ermittelt; siehe „Standard Recommended Practice“, ASTM C 457-71 T, bzw. Fußbemerkung 6 („Wpr“). Eingehende Ausführungen darüber finden sich auch in deutschen Veröffentlichungen [8].

Damit beim Heraussägen und Schleifen der Meßprismen keine Ausbrüche entstehen, insbesondere scharfe Porenränder erhalten werden, soll der Beton vorher wenigstens 14 Tage lang feucht gelagert werden; siehe Abschnitt 2.2.2 („Wpr“). Die Erfahrung

zeigte, daß eine 7tägige Feuchtlagerung mit anschließender Luftlagerung ebenfalls anwendbar ist.

Eine ausreichende Festigkeit des Betons wird notfalls schon nach wenigen Tagen erhalten, wenn die Erhärtung der beiden Würfel durch Wärmebehandlung beschleunigt wird (z. B. Lagerung der einen Tag alten Würfel in Wasser vor, mindestens 40 °C während 24 h; Heraussägen und Schleifen der Prismen bereits schon im Alter des Betons von 3 Tagen).

Das Meßverfahren, das im Prinzip schon seit mehr als 70 Jahren in der Gesteinskunde angewendet wird, erfordert besondere Geräte, Erfahrung und einen ziemlichen Zeitaufwand. Für die Feststellung des Abstandsfaktors des erhärteten Betons — auch der gesamte Luftporengehalt fällt dabei an — stehen nunmehr 7 Prüfstellen zur Verfügung, siehe Fußbemerkung 7 („Wpr“). Um gleichartige Meßergebnisse zu erhalten, sollten die Prüfstellen wiederholt Vergleichsprüfungen mit gleichen Prismen durchführen.

3.3. Dichtungsmittel (DM)

a) Die Wirksamkeitsprüfung erstreckt sich nur auf die Wasseraufnahme des Betons ohne Überdruck, also auf die Wasseraufnahme der Probeplatten durch kapillare Saugwirkung. Die Wassereindringtiefe von Druckwasser nach DIN 1048 Blatt 1, die in DIN 1045, Abschnitt 6.5.7, für „wasserundurchlässigen“ Beton sowie für Beton mit hohem Widerstand gegen Frost und gegen chemischen Angriff begrenzt ist, wird nicht festgestellt.

b) In den „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ wird zwischen Dichtungsmitteln unterschieden, die die Wasseraufnahme durch Verminderung des Wasseranspruchs herabsetzen sollen (kleinerer Wasserzementwert, dichter Zementstein), und solchen, die dem Eindringen des Wassers dadurch entgegenwirken sollen, daß das wassersaugende Kapillarporensystem des Betons wasserabstoßend ausgekleidet oder/und verstopft wird. Diese Unterscheidung ist etwas problematisch, da sie vom Hersteller bereits für die Erstprüfung verlangt, die Wirkungsweise seines Dichtungsmittels anzugeben.

Wenn die Wirkung des Dichtungsmittels vorwiegend auf einer Verminderung des Wasseranspruchs beruht, sind die Mischungen für den Nullbeton und den Z-Beton wie für Betonverflüssiger anzusetzen. Mit dem ggf. verminderten Wasseranspruch des Z-Betons (kleinerer Wasserzementwert) wird sich, wie auch bei Betonverflüssigern, eine kleinere Wasseraufnahme einstellen, sofern das Dichtungsmittel keine starke Luftporenbildung erzeugt.

Soll das Dichtungsmittel wasserabstoßend oder/und porenfüllend wirken, so wird der Z-Beton mit gleichem Wassergehalt wie der Nullbeton hergestellt. Dabei dürfte der Z-Beton in der Regel ein größeres Ausbreitmaß als der Nullbeton erreichen, insbesondere wenn das Dichtungsmittel noch Luftporen einträgt. Der Wasserzementwert beider Betone ist jedoch gleich groß, so daß man erkennen kann, ob eine geringere Wasseraufnahme des Z-Betons auf einer spezifischen wasserabstoßenden oder/und porenfüllenden Wirkung des Zusatzmittels beruht.

c) Zur Feststellung der Wassereindringtiefe sind die Platten der Höhe nach mittig durchzubrechen (Spaltfläche 20 cm · 12 cm). Zweckmäßig geschieht dies durch Spalten mittels Pressendruck zwischen zwei gleichlaufenden Stahlrundstäben, die an der oberen und unteren Fläche rechtwinklig zu den 20 cm langen Kanten anliegen. Behelfsmäßig können die Platten auch durch kräftige Hammerschläge auf den oberen Rundstab (Durchmesser \geq 20 mm) gespalten werden.

Es fragt sich, ob der Aufwand zur Ermittlung der Eindringtiefe des Wassers gerechtfertigt ist. Sobald genügend Prüfungen vorliegen, sollte überlegt werden, ob nicht die Prüfung der Wasseraufnahme allein ausreichend ist.

d) Im ganzen gesehen ist eine Beurteilung der Wirkung von Dichtungsmitteln wenig zweckvoll, da eine Verminderung der Wasseraufnahme eines Betons einfach und zuverlässig immer mit einer Herabsetzung des Wasserzementwertes erreicht werden kann. Dies gilt auch für die Praxis, in der ggf. die Forderung nach einem wenig wassersaugenden oder „wasserundurchlässigen“ Beton ohne weiteres erfüllbar ist, wenn der Beton nach DIN 1045, Abschnitt 6.5.7.2, „wasserundurchlässig“ hergestellt wird. Abgesehen davon, daß eine Verminderung des Wasseraufsaugens, das bei der Wirksamkeitsprüfung für Dichtungsmittel der zweiten Art nach 28 Tagen festgestellt wurde, im Laufe der Zeit sich abschwächen kann und daß bei diesen Dichtungsmitteln von einer Verminderung der Wasseraufnahme nicht immer auf eine entsprechend geringere Wassereindringtiefe bei der Prüfung mit Druckwasser zu schließen ist.

Schließlich ist auch zu beachten, daß Beton nach DIN 1045, der Wasser ausgesetzt werden soll, im allgemeinen so zusammengesetzt wird, daß er nach ausreichender Hydratation nur wenig Wasser aufsaugt (z. B. 6 bis 10 Vol.-%) und daß die Wasseraufnahme eines Betons mit Dichtungsmittel demgegenüber oft nicht oder nur um einige wenige Volumenprozent kleiner ausfällt. Man soll sich dabei auch überlegen, welche Bedeutung ggf. eine solche Verminderung der Wasseraufnahme praktisch überhaupt hat.

e) Bei der großen Zahl der angebotenen Betondichtungsmittel (z. Z. 86 Erzeugnisse [4]) ist zu vermuten, daß sie häufig auch zu Beton nach DIN 1045 verwendet werden, obwohl sie für einen zweckentsprechend zusammengesetzten Beton nicht benötigt werden.

Da die Verwendung von Betondichtungsmitteln für Beton nach DIN 1045 möglich ist, sofern sie ein Prüfzeichen haben, will man verlangen, daß sie wenigstens bei der Wirksamkeitsprüfung einen ihrer Bezeichnung entsprechenden, wenn auch praktisch kaum bedeutsamen Einfluß erkennen lassen.

3.4. Erstarrungsverzögerer (VZ)

Der Z-Beton wird mit einem Ausbreitmaß von rd. 40 cm wie der Nullbeton hergestellt. Da Erstarrungsverzögerer u. U. auch den Wasseranspruch wie Verflüssiger (BV) herabsetzen, kann der Z-Beton einen kleineren Wassergehalt (Wasserzementwert) als der

Nullbeton aufweisen. (Der Nachweis einer Verzögerung mit einem solchen Z-Beton erscheint zweckvoll, weil im allgemeinen anzunehmen ist, daß mit kleinerem Wasserzementwert die Verzögerungsdauer unter sonst gleichen Verhältnissen kleiner ausfällt.)

Die Verzögerung des Erstarrens wird 4 und 6 Stunden nach Fertigstellung der Mischung durch Vergleich der Ausbreitmaße der beiden Betone beurteilt. Der Z-Beton mit einem wirksamen Verzögerer sollte nach 2 und 4 Stunden immer ein größeres Ausbreitmaß liefern als der ungehemmt erstarrende Nullbeton, bzw. ein Zerfallen des Betons beim Ausbreiten auf der Tischplatte sollte beim Z-Beton nicht auftreten oder mindestens zu einem späteren Zeitintervall als beim Nullbeton.

Ein Beton gilt nach den 15 Aufschlägen der Tischplatte dann als „zerfallen“, wenn er keinen geschlossenen, gleichmäßig ausgebreiteten Kuchen bildet, sondern schollig und ungleich auseinandergeköllert ist.

3.5. Erstarrungsbeschleuniger (BE)

Da es bei rasch einsetzendem Erstarren schwierig sein kann, bis dahin den Z-Beton durch schrittweise Wasserzugabe (siehe Abschnitt 2.6 „Wpr“) auf das Ausbreitmaß von rd. 40 cm abzustimmen, wird der Z-Beton mit dem gleichen Wassergehalt wie zuvor der Nullbeton hergestellt. Der Z-Beton wird nach Abschnitt 2.6 („Wpr“) ohne Beschleuniger eine halbe Minute vorgemischt, der Beschleuniger zugegeben und dann noch eine Minute lang eingemischt. Sofort anschließend wird zuerst das Ausbreitmaß und dann der Luftporengehalt sowie die Rohdichte im Drucktopf ermittelt. 20 Minuten und 40 Minuten nach dem Fertigstellen ist wiederum ein Ausbreitversuch durchzuführen. Beim Ausbreitversuch ist sinngemäß wie in Abschnitt 3.4 („Wpr“) bzw. wie im obigen Abschnitt 3.4 beschrieben vorzugehen und zu beurteilen.

Die Betontemperatur soll sowohl unmittelbar nach dem Mischen als auch nach 20 Minuten und 40 Minuten im Kern des im Mischer befindlichen Betons gemessen werden. Der Beton wird während des Versuchs sinngemäß wie in den Absätzen 4 bis 7 des Abschnitts 3.4 („Wpr“) behandelt. Zunächst wird erwartet, daß mit der Temperaturmessung ein weiterer Aufschluß über die Reaktionsgeschwindigkeit der Beschleuniger erhalten wird, auch wenn die Temperaturmessung unter wenig definierten Bedingungen stattfindet und die festgestellte Temperatur nicht zur Beurteilung der Wirksamkeit herangezogen wird.

4. Einpreßhilfen (EH)

a) Von einer Einpreßhilfe wird erwartet, daß sie den Wasseranspruch des frischen Mörtels verringert und seine Fließfähigkeit verbessert, außerdem ein mäßiges Auftreiben bewirkt oder wenigstens ein Absetzen (Schrumpfen) sowie Wasserabsondern vermindert.

Die Wirkung der Einpreßhilfen, von denen z. Z. nur 4 angeboten werden [4], wird in Anlehnung an die „Einpreßmörtelrichtlinien“ [3] untersucht. Geprüft wird das Fließvermögen (Tauchzeit) und

die Raumänderung sowie das Wasserabsondern, sowohl des Mörtels M_{EH} mit Einpreßhilfe (Z-Mörtel) als auch des Mörtels M_0 ohne Einpreßhilfe (Nullmörtel). Beide Mörtel werden mit einem gebräuchlichen Wasserzementwert von 0,42, also gleichem Wassergehalt, hergestellt.

b) Für die Vergleichbarkeit der beiden Mörtel war es nötig, den Mischvorgang gegenüber den Ausführungen in den „Einpreßmörtelrichtlinien“ eingehender festzulegen. Als ausreichend definierter Mischer wurde der in der Zementnorm DIN 1164 festgelegte Mischer vorgesehen. Das Fassungsvermögen dieses Mixers ist allerdings beschränkt, so daß ein Vormischen von Hand nötig ist. Denn es zeigte sich, daß bei laufendem Mischer eine Zugabe des Zements unmittelbar in das Wasser im Mischerkübel unzweckmäßig ist, weil ein Teil der Füllung anfänglich herausgeworfen wird.

Die aus gleichen Teilen der drei Zemente vorgemischte Zementmenge wird unter kräftigem Rühren mit einem in der Küche üblichen „Schneebesen“ langsam in das Wasser im Mischerkübel geschüttet, so daß die Bildung von Knöllchen vermieden wird. Mit dem Schneebesen wird dann der Mörtel weitere 1,5 Minuten lang kräftig gemischt. Anschließend folgt die 3 Minuten dauernde Maschinenmischung.

Die Tauchzeit des Z-Mörtels muß bei der Prüfung mit gleichem Wasserzementwert kleiner ausfallen als die des Nullmörtels, weil eine Einpreßhilfe mit verflüssigenden und gasbildenden Bestandteilen den Wasseranspruch herabsetzen soll.

c) Es erhebt sich die Frage, ob dieser flüssigere Z-Mörtel nicht schon von Natur aus unverhältnismäßig mehr schrumpfen und Wasser abstoßen wird als der Nullmörtel. Die Erfahrung wird lehren, ob es sinnvoller ist, den Z-Mörtel ebenfalls auf eine Tauchzeit von etwa 40 s abzustimmen. Zur Beurteilung der Wirkung würde dann der Wasseranspruch der beiden Mörtel zu vergleichen sein. Der Einfluß der Einpreßhilfe auf die Raumänderungen käme bei diesem steiferen Z-Mörtel vermutlich besser zum Vorschein.

Zur Sammlung von Erfahrungen wird daher empfohlen, vorläufig die Mörtel sowohl mit gleichem Wasserzementwert (0,42) als auch mit gleicher Tauchzeit (rd. 40 s) zu prüfen.

Das Abstimmen der Mörtel M_0 und M_{EH} auf eine Tauchzeit von rd. 40 s wird meist umständlicher sein, da der passende Wassergehalt u. U. erst mit wiederholt geänderten Mischungen gefunden wird.

5. Aufzeichnung über die Prüfung

Für die Herstellung der Mischungen und die Prüfung sind für die einzelnen Zusatzmittel einheitliche Arbeitsblätter (Vordrucke) zu verwenden. Solche sind von den fremdüberwachenden Stellen entworfen worden. Muster können dort für die Eigenüberwachung erhalten werden. Es ist vorgesehen, die Arbeitsblätter später gedruckt herauszubringen, wenn sich ihre Fassung hinreichend bewährt hat und noch mehr Erfahrungen mit den Wirksamkeitsprüfungen gesammelt worden sind.

6. Schlußbemerkung

Die Wirksamkeitsprüfungen sind für die Zuteilung des Prüfzeichens und im Rahmen der vorgeschriebenen Überwachung eines Betonzusatzmittels durchzuführen. Mit ihrer Hilfe wird im wesentlichen festgestellt, ob ein Zusatzmittel eine seiner Bezeichnung entsprechende Wirkung erkennen läßt.

Darüber hinaus kann anhand der Prüfungsergebnisse in etwa beurteilt werden, wie sich gleichartige Zusatzmittel verschiedener Herkunft im Wirkungsgrad unterscheiden. Allerdings sollte noch weitergehend untersucht werden, ob ein mit den hier benutzten Einheitsmischungen festgestellter, unterschiedlicher Wirkungsgrad von Zusatzmitteln verschiedener Herkunft *im allgemeinen* auch in beliebig zusammengesetztem Beton etwa entsprechend zur Geltung kommt.

SCHRIFTTUM

- [1] Richtlinien für die Überwachung von Betonzusatzmitteln (Überwachungsrichtlinien), Fassung März 1973. Mitteilungen Institut für Bautechnik, Berlin 1973, H. 3, S. 88/90. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf (1 Berlin 31, Hohenzollerndamm 170).
 - [2] Richtlinien für die Zuteilung von Prüfzeichen für Betonzusatzmittel (Prüfrichtlinien), Fassung März 1973. Mitteilungen Institut für Bautechnik, Berlin 1973, H. 3, S. 86/88. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf (1 Berlin 31, Hohenzollerndamm 170).
 - [3] Richtlinien für das Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle, Fassung Juni 1973. Veröffentlicht vom Deutschen Ausschluß für Stahlbeton. Beuth-Vertrieb, Berlin/Köln/Frankfurt/M. 1973.
 - [4] Verzeichnis der Prüfzeichen für Betonzusatzmittel. Schriftenreihe des Instituts für Bautechnik, Berlin, Reihe A, H. 6. Erich Schmidt Verlag, Berlin/Bielefeld/München 1974.
 - [5] Walz, K.: Herstellung von Beton nach DIN 1045. 2. Auflage, Abschnitt 7. Beton-Verlag, Düsseldorf 1972.
 - [6] Richtlinien für die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton (Fassung Mai 1974). beton 24 (1974) H. 9, S. 342/344; ebenso Betontechnische Berichte 1974, Beton-Verlag, Düsseldorf 1975, S. 143/149, Fußbemerkung 2.
 - [7] Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton. (Eingeführt vom Bundesminister für Verkehr, Abl. Straßenbau.) Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln 1972.
 - [8] Schäfer, A.: Frostwiderstand und Porengefüge des Betons — Beziehungen und Prüfverfahren. Deutscher Ausschluß für Stahlbeton, H. 167. Vertrieb durch Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf 1964.
- Lusche, M.: Ein neues Gerät zur Bestimmung von Luftporenkennwerten am erhärteten Beton. Materialprüfung 16 (1974) Nr. 4, S. 106/109.

Richtlinien für die Prüfung der Wirksamkeit von Betonzusatzmitteln

(Wirksamkeitsprüfrichtlinien)

Fassung Oktober 1974 *)

1. Allgemeines

Zur Erlangung eines Prüfzeichens für ein Betonzusatzmittel sind u. a. „Wirksamkeitsprüfungen“ durchzuführen¹⁾). Diese sind im Rahmen der bauaufsichtlich geforderten Überwachung regelmäßig zu wiederholen²⁾). Die Wirksamkeitsprüfungen sollen darüber Aufschluß geben, ob die mit der Gruppenbezeichnung des Zusatzmittels zum Ausdruck gebrachte Wirkung bei Prüfungen mit Beton erkennbar ist.

Für Zusatzmittel der Wirkungsgruppen

Betonverflüssiger (BV)

Luftporenbildner (LP)

Dichtungsmittel (DM)

Erstarrungsverzögerer (VZ)

Erstarrungsbeschleuniger (BE)

ist die Wirksamkeitsprüfung nach den folgenden Abschnitten mit einheitlichen Mischungen auszuführen.

Um die Wirksamkeit eines Betonzusatzmittels zu beurteilen, werden in der Regel Feststellungen am Beton der Einheitsmischung ohne Zusatzmittel (Nullbeton) und am Beton mit Zusatzmittel verglichen.

Die Zusatzmittel der Wirkungsgruppe

Einpreßmörtel (EH)

sind abweichend hiervon in Anlehnung an die „Richtlinien für das Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle“³⁾) zu prüfen und zu beurteilen; weiteres siehe Abschnitt 4.

*) Erschienen in Mitteilungen Institut für Bautechnik, Berlin 1975, H. 1. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf.

1) Siehe: Richtlinien für die Zuteilung von Prüfzeichen für Betonzusatzmittel (Prüfrichtlinien), Fassung März 1973. Mitteilungen Institut für Bautechnik, Berlin 1973, H. 3, S. 86/88 (Abschnitt 4.5). Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf (1 Berlin 31, Hohenzollerndamm 170).

2) Siehe: Richtlinien für die Überwachung von Betonzusatzmitteln (Überwachungsrichtlinien), Fassung März 1973. Mitteilungen Institut für Bautechnik, Berlin 1973, H. 3, S. 88/90. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München/Düsseldorf (1 Berlin 31, Hohenzollerndamm 170).

3) Siehe: Richtlinien für das Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle, Fassung Juni 1973. Veröffentlicht vom Deutschen Ausschuß für Stahlbeton. Beuth-Vertrieb Berlin/Köln/Frankfurt/M. 1973.

Die Häufigkeit der Wirksamkeitsprüfungen richtet sich nach den „Richtlinien für die Überwachung von Betonzusatzmitteln“²⁾, sofern im folgenden nichts anderes festgelegt ist.

Die Aufzeichnungen über die Prüfungen der Eigenüberwachung (siehe Abschnitt 5) sind mindestens sechs Jahre im Herstellwerk aufzubewahren und der überwachenden Stelle auf Verlangen vorzuzeigen. Der Hersteller darf die Wirksamkeitsprüfungen mit Zustimmung der mit der Fremdüberwachung betrauten Stelle auch regelmäßig durch eine nicht firmeneigene Prüfstelle durchführen lassen.

2. Herstellen des Betons (Einheitsmischung)

Die nachfolgenden Angaben gelten allgemein, soweit in den Abschnitten 3.1 bis 3.5 nichts anderes festgelegt ist.

2.1. Zement

Als Zement ist ein aus drei Portlandzementen Z 350 F DIN 1164 verschiedener Werke zusammengesetztes Gemisch zu verwenden. Die Lieferwerke der drei Zemente für dieses Gemisch sind möglichst oft zu wechseln. Die drei Zemente können zu gleichen Anteilen ohne Vormischung in den Mischer gegeben werden.

2.2. Zuschlag

Der aus natürlichen Vorkommen stammende Zuschlag soll wenig wassersaugend sein und im übrigen DIN 4226 Blatt 1 entsprechen. Der Zuschlag wird so zusammengesetzt, daß die Sieblinie des Gemisches etwa der Regelsieblinie B₁₆ in Bild 2 der DIN 1045 entspricht.

2.3. Zusatzmittel

Die Menge des Zusatzmittels darf die im Prüfbescheid vorgesehene „zulässige Zusatzmenge“ nicht überschreiten.

2.4. Zugabewasser

Als Zugabewasser ist Trinkwasser zu verwenden.

2.5. Zusammensetzung des Betons (Einheitsmischung)

Der Nullbeton soll einen Zementgehalt von rd. 300 kg je m³ verdichteten Beton aufweisen. Der Wassergehalt ist für den Nullbeton auf ein Ausbreitmaß (DIN 1048 Blatt 1) von etwa 40 cm ± 2 cm abzustimmen. Mit oberflächentrockenem Zuschlag aus Sand und Kies und bei „praktisch vollständiger“ Verdichtung weist der Nullbeton im großen Durchschnitt etwa folgende Zusammensetzung je m³ auf:

300 kg Zement (Z)

1850 kg Zuschlag (G)

180 kg Wasser (W)

oder in Gewichtsteilen etwa:

$$Z : G : W = 1 : 6,2 : 0,60.$$

Für die Prüfmischungen sind entsprechend der erforderlichen Betonmenge die Anteile von Zement Z_1 und Zuschlag G_1 abzuwiegen. Das Zuschlaggemisch ist aus mindestens drei Korngruppen zu bilden. Sie werden getrennt in den Mischer gegeben. (Soweit mit dem verfügbaren Zuschlag der Anteil 0/0,25 mm der Sieblinie B_{16} von rund 8 Gew.-% nicht erreicht wird, soll Feinstsand 0/0,25 mm, z. B. Quarzmehl, gesondert zugegeben werden.)

Für jede zu untersuchende Betonmischung sind im allgemeinen etwa 50 kg Beton vorzusehen.

2.6. Mischen

Der Beton ist in einem Zwangsmischer zu mischen.

Zement, Zuschlag sowie etwa zwei Drittel des voraussichtlich erforderlichen Zugabewassers werden zunächst eine halbe Minute vorgemischt. Dann wird die Zugabe weiteren Anmachwassers so lange fortgesetzt, bis die Mischung ein Ausbreitmaß von 40 cm (± 2 cm) erreicht hat. Dieses endgültige Ausbreitmaß ist nach einer Mischdauer von mindestens einer halben Minute seit der letzten Wasserzugabe als Mittel aus zwei Ausbreitversuchen festzustellen. Die gesamte Mischdauer soll rd. 2,5 min betragen.

Es empfiehlt sich, während der Zugabe des „weiteren Anmachwassers“ rechtzeitig einen Ausbreitversuch durchzuführen und, wenn nötig, danach noch Wasser schrittweise zuzugeben, damit die Mischung nicht wegen zu großen Ausbreitmaßes verworfen werden muß. Der dabei zum Ausbreitversuch entnommene Beton kann wieder in den Mischer zurückgegeben und kurz eingemischt werden.

Der Beton, der mit dem Zusatzmittel herzustellen ist, wird zunächst ohne dieses eine halbe Minute vorgemischt. Ein flüssiges Zusatzmittel wird danach mit etwas Wasser aus der weiteren Wasserzugabe, ein pulverförmiges Zusatzmittel möglichst gleichmäßig verteilt direkt in den Mischer gegeben. Falls eine Anweisung des Zusatzmittelherstellers für die Art des Zugebens des Zusatzmittels vorliegt, wird hiernach verfahren.

2.7. Temperatur

Die Temperatur des Prüfraumes, der Geräte und des Lagerraumes soll zwischen 15 und 22 °C gehalten werden. Die Temperatur des Frischbetons soll unmittelbar nach dem Mischen möglichst zwischen 17 und 20 °C liegen.

2.8. Ermittlung der tatsächlichen Zusammensetzung von 1 m³ verdichtetem Frischbeton (Nullbeton und Beton mit Zusatzmittel)

Für die fertige Mischung des Nullbetons und des Betons mit Zusatzmittel wird die Rohdichte des frischen, verdichteten Betons in einer 20-cm-Würfelform oder im Topf des Luftporenmeßgerätes

(8-Liter-Gefäß) bestimmt. Der Beton wird entsprechend DIN 1048 Blatt 1 auf einem Rütteltisch „praktisch vollständig“ verdichtet.

Aus der Rohdichte des verdichteten Betons (kg/m^3) ist mit den Gewichtsanteilen Z_1 und G_1 der Prüfmischung und dem insgesamt zugegebenen Wasser W_1 die tatsächliche Zusammensetzung des verdichteten Betons je m^3 zu errechnen⁴⁾ und einschließlich des Wasserzementwertes und des im Luftporenmeßgerät (DIN 1048 Blatt 1) ermittelten Luftporengehalts anzugeben:

	Nullbeton	Beton mit Zusatzmittel
Zementgehalt in kg/m^3	Z_o	Z_z
Zuschlag in kg/m^3	G_o	G_z
Wassergehalt in kg/m^3	W_o	W_z
Wasserzementwert	w_o	w_z
Luftporengehalt (Vol.-%)	p_o	p_z

Bei flüssigen Zusatzmitteln ist die zugegebene Menge des Zusatzmittels dem Zugabewasser zuzurechnen.

Die auf 1 kg Zement entfallende Menge des Zusatzmittels ist in g bzw. cm^3 anzugeben.

3. Prüfung

3.1. Betonverflüssiger (BV)

Die Mischung des Nullbetons und die Mischung des Betons mit dem Verflüssiger werden nacheinander hergestellt. Dabei sind die Mischungsanteile von Z_1 und G_1 bei beiden Mischungen gleich, jedoch wird die Wasserzugabe bei der Mischung mit Verflüssiger so abgestimmt, daß etwa das gleiche Ausbreitmaß wie beim Nullbeton erhalten wird (Mittelwert aus zwei Bestimmungen).

Die tatsächliche Zusammensetzung beider Betone je m^3 ist zu errechnen und anzugeben (siehe Abschnitt 2.8).

Zur Beurteilung der wassereinsparenden Wirkung des Betonverflüssigers dient der Vergleich der Wassergehalte der beiden Mischungen bzw. der Wasserzementwert.

3.2. Luftporenbildner (LP)

Es wird nur die Mischung mit dem Luftporenbildner hergestellt. Für diese Prüfung ist eine Betonmenge von etwa 100 kg vorzusehen.

⁴⁾ Siehe z. B. Walz, K.: Herstellung von Beton nach DIN 1045, 2. Auflage, Abschnitt 7. Beton-Verlag, Düsseldorf 1972.

3.2.1. Feststellungen am Frischbeton

Luftporenbildner werden abweichend von Abschnitt 2.5 mit Beton der folgenden Mischung geprüft (Anteile je m³ verdichteten Beton):

- 350 kg Zement (Z)
- 1880 kg Zuschlag (G)
- 157 kg Wasser (W)

oder in Gewichtsteilen etwa

Z : G : W = 1 : 5,37 : 0,45.

Der Zuschlag ist aus mindestens vier Korngruppen Natursand und -kies nach einer etwa in der Mitte des günstigen Sieblinienbereiches A₃₂/B₃₂ verlaufenden Sieblinie zusammensetzen (siehe DIN 1045, Bild 3). Der Anteil 0/0,25 mm soll 2 bis 3 % betragen.

Das Mischen, die Zugabe des Zusatzmittels und die Temperatur richten sich sinngemäß nach den Abschnitten 2.6 bis 2.7. Für den fertig gemischten Frischbeton ist das Verdichtungsmaß v nach DIN 1048 Blatt 1 festzustellen.

Der Luftporenbildner ist in einer solchen Menge zuzugeben, daß im verdichteten Frischbeton (siehe Abschnitt 2.8) ein Luftporengehalt von 3,5 bis 4,0 % erhalten wird.

Der Luftporengehalt wird im Luftporenmeßgerät nach dem Druckausgleichsverfahren (DIN 1048 Blatt 1) ermittelt (zwei Bestimmungen).

Die tatsächliche Zusammensetzung des Betons je m³ (siehe Abschnitt 2.8) ist zu errechnen und anzugeben. Die hierzu erforderliche Rohdichte wird im Topf des Luftporenmeßgerätes vor der Feststellung des Luftgehalts ermittelt.

3.2.2. Feststellungen am erhärteten Beton

Zur Ermittlung des Luftporengehalts und des Abstandsfaktors am erhärteten Luftporenbeton⁵⁾ werden aus dem Luftporenbeton zwei Würfel mit 20 cm Kantenlänge hergestellt. Der Beton wird in der Würfelform entsprechend Abschnitt 2.8 verdichtet.

Die Würfel sind bei Raumtemperatur wenigstens 14 Tage feucht zu lagern. Dann wird nach Bild 1 mittig an der Abstreichfläche und rechtwinklig zu dieser liegend aus jedem der beiden Würfel ein rd. 13 cm langes, 6 cm hohes und 4 cm breites Prisma herausgesägt.

Die vier Flächen 13 cm · 6 cm der beiden Prismen werden auf matten Glanz geschliffen und vom Schleifstaub gründlich gesäubert. Dann werden der Gehalt an Luftporen auf diesen Flächen sowie der Abstandsfaktor nach dem Meßlinienverfahren in Anlehnung an ASTM C 457-71 T⁶⁾ ermittelt. Dazu ist eine gesamte

⁵⁾ Eine solche Untersuchung ist als Wirksamkeitsprüfung zur Erteilung des Prüfzeichens bzw. während dessen Gültigkeitsdauer nur einmal durchzuführen, immer jedoch, wenn die Zusammensetzung des Luftporenbildners geändert wird.

⁶⁾ ASTM C 457-71 T: Microscopical determination of air-void content and parameters of the air-void-system in hardened concrete.

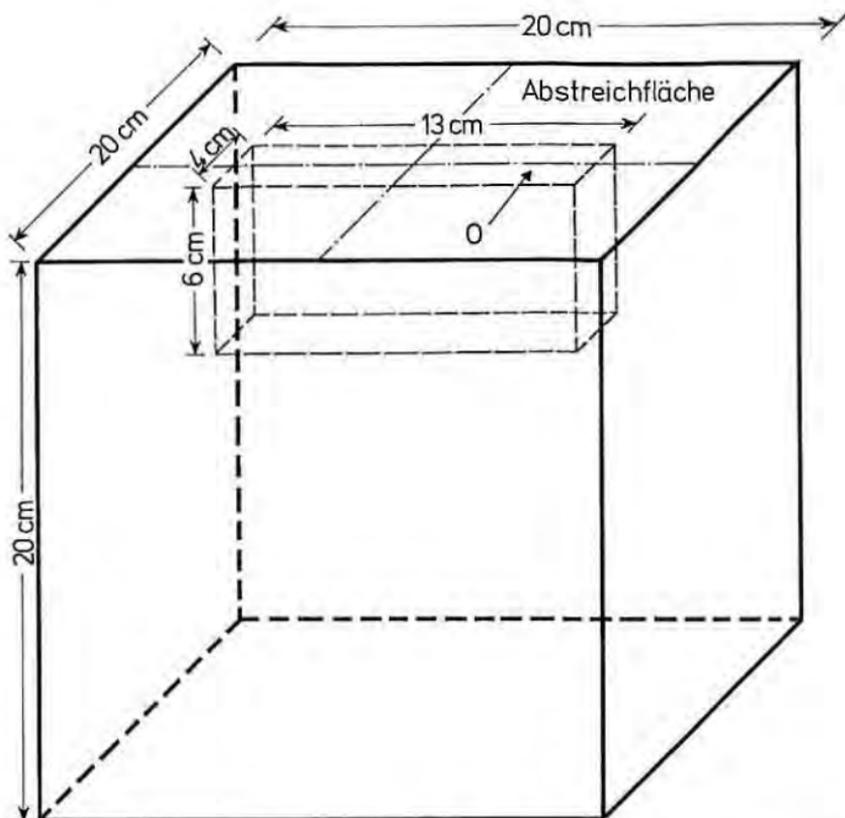


Bild 1 Prisma 13 cm · 6 cm · 4 cm aus dem 20-cm-Würfel zur mikroskopischen Bestimmung des Luftgehalts und des Abstandsfaktors im erhärteten Beton

Meßlinie von etwa 240 cm auszumessen (auf jeder der vier Seitenflächen eine Meßlinie von je 60 cm). Die fünf auf jeder Fläche erforderlichen rund 12 cm langen Meßlinien liegen parallel zur oberen Fläche (0 in Bild 1) und haben einen gegenseitigen Abstand von rd. 10 mm.

Die oberste Meßlinie soll rd. 5 mm unter der oberen Fläche 0 liegen⁷⁾.

7) Solche Messungen führen durch:

Amtliche Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen – Otto-Graf-Institut – Universität Stuttgart, 7 Stuttgart 80 (Vaihingen), Pfaffenwaldring 4.

ZEMLABOR – Baustofflaboratorium GmbH u. Co. KG., 472 Beckum, Parallelweg 20.

Forschungsinstitut der Zementindustrie, 4 Düsseldorf 30, Tannenstraße 2–4.
 Institut für Baustoffkunde und Materialprüfwesen der Technischen Universität Hannover, 3 Hannover, Nienburger Str. 3.

Institut für Beton und Stahlbeton, Amtliche Materialprüfungsanstalt der Universität Karlsruhe, 75 Karlsruhe 1, Am Fasanengarten.

Lehrstuhl und Institut für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung der Techn. Universität München, 8 München 2, Arcisstraße 21.

Staatl. Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, 46 Dortmund-Aplerbeck, Marsbruchstraße 186.

Die mit dem Luftporenbildner angestrebte Erhöhung des Frost- und Tausalz widerstandes des Betons durch künstlich erzeugte Luftporen wird in erster Linie mit dem Abstandsfaktor beurteilt. Mit kleiner werdendem Abstandsfaktor nimmt der Frost- und Tausalz widerstand zu. Ein Abstandsfaktor von etwa 0,20 mm oder kleiner läßt auf hohen Frost- und Tausalz widerstand des Betons schließen.

3.3. Dichtungsmittel (DM)

Für diese Prüfung ist je Mischung eine Betonmenge von etwa 75 kg vorzusehen.

3.3.1. Dichtungsmittel mit Wirkungsweise durch Wassereinsparung

Für Dichtungsmittel, deren Wirkung vorwiegend auf einer Verminderung des Wassergehalts des Frischbetons beruht, sind Betone entsprechend Abschnitt 3.1 herzustellen.

3.3.2. Dichtungsmittel mit Wirkungsweise durch Hydrophobierung oder Porenfüllung

Für die Prüfung von Betondichtungsmitteln, die durch Hydrophobierung oder Porenfüllung die Wasseraufnahme des Betons vermindern sollen, werden folgende Mischungen hergestellt:

Die Mischungen für den Beton ohne und mit Dichtungsmittel werden aus gleichen Gewichtsanteilen Zement (Z_1), Zuschlag (G_1) und Wasser (W_1) hergestellt (siehe Abschnitt 2.5). Die damit für beide Mischungen sich ergebenden Ausbreitmaße sind festzustellen. Die tatsächliche Zusammensetzung beider Betone ist zu errechnen und anzugeben (siehe Abschnitt 2.8).

3.3.3. Ermittlung der Wasseraufnahme

Aus dem Nullbeton und dem Beton mit Dichtungsmittel nach Abschnitt 3.3.1 bzw. 3.3.2 werden in 20 cm hohen, dichten, nicht-saugenden Formen je drei Platten 20 cm · 20 cm · 12 cm hergestellt (Verdichtung entsprechend Abschnitt 2.8).

Die Platten werden wie folgt gelagert: bis zum Alter von sieben Tagen bei 15 bis 22 °C unter feuchten Tüchern, 21 Tage lang in trockener Raumluft und sieben Tage im Trockenschrank mit Luftöffnung bei rd. 30 °C.

Anschließend ist die Rohdichte jeder Platte zu bestimmen. Die Platten werden dann auf ihrer bei der Herstellung unteren Fläche so in ein offenes Gefäß mit Leitungswasser gestellt, daß sie 19,5 cm eintauchen. Der Wasserspiegel ist durch Nachfüllen auf gleicher Höhe zu halten.

Die Wasseraufnahme ist durch Wägung nach sechs Stunden, 24 Stunden sowie nach sieben Tagen und nach 28 Tagen festzustellen. Die Proben werden hierzu kurzzeitig aus dem Wasser genommen, mit einem schwach feuchten Tuch abgerieben und gewogen. Die Wasseraufnahme der einzelnen Platten ist für jeden

Meßtermin in Gewichtsprozent (bezogen auf das Gewicht nach dem Trocknen bei 30 °C) und in Volumenprozent anzugeben.

Nach 28 Tagen werden die Platten in der Mitte, der Höhe nach, durchbrochen. An den beiden durchfeuchteten Randzonen einer der beiden Bruchflächen 20 cm · 12 cm ist die mittlere Wassereindringtiefe in mm festzustellen. Sie ist als Mittelwert aus 20 Messungen zu bilden, die auf die beiden rd. 19,5 cm hohen durchfeuchteten Randzonen einer der Bruchflächen gleichmäßig verteilt sind (je Randzone zehn Meßstellen, mit einem Abstand von unten nach oben von rd. 18 mm). Außer der mittleren Wassereindringtiefe sind auch die größte und die kleinste Eindringtiefe für jede Platte anzugeben.

Der Mittelwert der Wasseraufnahmen und der Mittelwert der Eindringtiefen aller drei Platten des Betons mit Dichtungsmittel sind mit den entsprechenden Mittelwerten des Nullbetons zu vergleichen.

3.4. Erstarrungsverzögerer (VZ)

Die Mischung für den Nullbeton und die Mischung mit dem Erstarrungsverzögerer werden nacheinander hergestellt. Die Mischungsanteile von Zement Z_1 und Zuschlag G_1 sind gleich, jedoch wird die Wasserzugabe bei der Mischung mit dem Erstarrungsverzögerer so abgestimmt, daß etwa das gleiche Ausbreitmaß wie beim Nullbeton erhalten wird (Mittelwert aus zwei Bestimmungen).

Die tatsächliche Zusammensetzung beider Betone ist zu errechnen und anzugeben (siehe Abschnitt 2.8).

Die Zeitpunkte T , zu denen das endgültige Ausbreitmaß an den fertigen Mischungen des Nullbetons bzw. des Betons mit Erstarrungsverzögerer festgestellt wurden, sind festzuhalten.

Die Mischungen sind im Mischer mit feuchten Tüchern abgedeckt oder in einem dichten Behälter gegen Austrocknen geschützt zu lagern.

Vier Stunden nach dem Zeitpunkt T ist jeder der Betone (Nullbeton, Beton mit Erstarrungsverzögerer) 15 s lang im Mischer durchzumischen. Anschließend wird für jeden der Betone das Ausbreitmaß erneut bestimmt (Mittelwert aus zwei Bestimmungen).

Der zum Ausbreitversuch benutzte Beton wird in den Vorrat zurückgegeben.

Sechs Stunden nach dem Zeitpunkt T wird nach vorherigem Durchmischen während 15 s für jeden Beton erneut das Ausbreitmaß ermittelt.

Falls nach vier Stunden oder sechs Stunden ein Beton so weit versteift ist, daß der Betonkegel beim Ausbreitversuch zerfällt, ein Ausbreitmaß also nicht bestimmt werden kann, ist dies anzugeben. Seine Prüfung ist dann beendet.

Die Verzögerung des Erstarrens des Betons mit dem Verzögerer wird durch Vergleich seiner Ausbreitmaße mit denen des Nullbetons erkennbar.

3.5. Erstarrungsbeschleuniger (BE)

Die Mischung mit dem Erstarrungsbeschleuniger ist aus gleichen Anteilen Zement Z_1 , Zuschlag G_1 und Wasser W_1 zusammensetzen wie für den zuvor herzustellenden Nullbeton.

Die tatsächliche Zusammensetzung beider Betone je m^3 Fertigbeton ist zu errechnen und anzugeben (siehe Abschnitt 2.8; bei raschem Versteifen ist die Ermittlung des Luftporengehalts unter Umständen nicht möglich).

Das Ausbreitmaß und die Temperatur beider Betone sind unmittelbar nach dem Fertigstellen (Zeitpunkt T) sowie 20 min und 40 min nach dem Zeitpunkt T zu ermitteln. (Die Temperatur kann durch Einstecken eines Stabthermometers in den Beton gemessen werden.) Während der Lagerung sind die Mischungen nach Abschnitt 3.4 zu behandeln.

Falls nach 20 min oder 40 min ein Beton so weit versteift ist, daß der Betonkegel beim Ausbreitversuch zerfällt, ein Ausbreitmaß also nicht bestimmt werden kann, ist dies anzugeben. Seine Prüfung ist dann beendet.

Ein rascheres Erstarren des Betons mit dem Beschleuniger wird durch Vergleich seiner Ausbreitmaße mit denen des Nullbetons erkennbar. Weiteren Aufschluß über die Wirkung des Beschleunigers gibt auch ein Vergleich der Betontemperaturen.

4. Prüfung der Einpreßhilfen (EH)

Zur Beurteilung der Wirksamkeit einer Einpreßhilfe (EH) sind aus Zement und Wasser hergestellte Einpreßmörtel ohne Einpreßhilfe (Nullmörtel M_0) und mit Einpreßhilfe (Mörtel M_{EH}) zu prüfen.

Herstellung und Prüfung der Einpreßmörtel werden in Anlehnung an die „Richtlinien für das Einpressen von Zementmörtel“³⁾ durchgeführt („Einpreßmörtelrichtlinien“). Für die Mörtel M_0 und M_{EH} werden das „Fließvermögen“ und die „Raumänderungen“ festgestellt. Der Wasserzementwert beider Mörtel beträgt 0,42.

Für den zu verwendenden Zement gilt Abschnitt 2.1 und für die zu verwendende Menge der Einpreßhilfe die im Prüfbescheid vorgesehene „zulässige Zusatzmenge“.

Die Temperatur soll Abschnitt 2.7 der „Wirksamkeitsprüfrichtlinien“ entsprechen.

Zur Ermittlung des Fließvermögens und der Raumänderungen ist je eine Mischung aus 1680 g Wasser und 4000 g Zement für jeweils eine der beiden zu prüfenden Eigenschaften herzustellen (Prüfmörtelmenge je rd. 3 Liter). Dabei ist wie folgt vorzugehen: Wasser und Zement sind von Hand 1,5 min lang kräftig vorzumischen, dann in einem DIN 1164 Blatt 7 entsprechenden Mischer mit der dort angegebenen „niedrigen Geschwindigkeit“ (140 U/min) 3 min lang zu mischen.

Bei Mörtel M_{EH} wird die Einpreßhilfe zu Beginn der Maschinenmischung zugegeben.

Unmittelbar nach dem Mischen ist der Mörtel für folgende Feststellungen zu verwenden:

4.1. *Fließvermögen* durch den Eintauchversuch nach den „Einpreßmörtelrichtlinien“, Anhang, Abschnitt 1.1 (ohne die Tauchzeit nach 30 min);

4.2. *Raumänderungen* durch Ermittlung des Absetz- bzw. Quellmaßes und der Wasserabsonderung nach den „Einpreßmörtelrichtlinien“, Anhang, Abschnitt 1.3. Dazu sind in zwei, bei 20 °C erschütterungsfrei gelagerten Dosen mit dem Tiefenmaß nach 24 Stunden die Veränderung der Höhe der Mörteloberfläche (Absetzen als –, Quellen als +) und die Dicke einer ggf. abgesonderten Wasserschicht in mm festzustellen bzw. ist anzugeben, wenn nach 24 Stunden keine Wasserschicht vorhanden war.

Zur Beurteilung der Wirkung einer Einpreßhilfe (EH) dienen hinsichtlich

des Fließvermögens: die Tauchzeiten der beiden Mörtel in Sekunden;

der Raumänderungen: das Absetz- bzw. Quellmaß der beiden Mörtel in mm und die Dicke der ggf. abgesonderten Wasserschicht in mm.

Eine günstige Wirkung der Einpreßhilfe (EH) liegt vor, wenn der Einpreßmörtel M_{EH} gegenüber dem Nullmörtel M_0 eine kleinere Tauchzeit, ein geringeres Absetzen und Wasserabsondern oder gar ein Quellen aufweist.

5. Aufzeichnungen über die Prüfungen

Bei jeder Prüfung sind für die Zusammensetzung der Mischungen und die Feststellungen an diesen einheitliche Vordrucke (Arbeitsblätter) zu verwenden. Aus ihnen muß auch der Tag der Prüfung, die Bezeichnung des Zusatzmittels und sein Prüfzeichen sowie der Name des Versuchsdurchführenden hervorgehen.

In Übersichtstabellen sind außerdem, für jedes Zusatzmittel gesondert, die wichtigsten Ausgangsdaten und Feststellungen aus den Arbeitsblättern laufend zu übertragen.

Einheitliche Vordrucke für die Arbeitsblätter und die Übersichtstabellen werden von den Stellen, die die Fremdüberwachung durchführen, bereitgestellt, ebenso eine Aufstellung der Geräte, die für die Prüfungen verfügbar sein müssen.