

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 58-59 (1990-1991)
Heft: 2

Artikel: Frostgefahr für Zusatzmittel
Autor: B.M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153741>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

FEBRUAR 1990

JAHRGANG 58

NUMMER 2

Frostgefahr für Zusatzmittel

Entmischungsgefahr und Konsequenzen bei der Betonherstellung

Betonzusatzmittel werden heute vorwiegend in flüssiger Form verwendet. Bei sinkenden Temperaturen werden sie zähflüssiger und können dann gefrieren. Einige davon sind empfindlicher, andere weniger. Gefrorene und wieder aufgetaute Zusatzmittel können Wirkungen zeigen, die nicht mehr den Erwartungen des Betonherstellers entsprechen. Bei Wintereinbruch ist deshalb die Frostgefahr für die verschiedenen Arten von Zusatzmitteln zu beachten, aber auch nach einer Winterpause auf ihre Auswirkungen hin abzuschätzen. Nicht frostgefährdet sind pulverförmige Zusatzmittel.

Physikalische Vorgänge beim Gefrieren und Auftauen

Zusatzmittel sind Stoffe, die der Betonmischung nur in geringen Mengen zugegeben werden, d.h. in der Stoffraumrechnung nicht berücksichtigt sind. (Ausnahme: Bei den Luftporenbildnern rechnet man nicht die Zugabemenge, wohl aber die Volumenbildung ein.) Mit ihrer chemischen und/oder physikalischen Wirkung beeinflusst man zielgerichtet die Frisch- und Festbetoneigenschaften. Damit sich die Mittel in der Betonmischung möglichst gut verteilen lassen, werden die Wirkstoffe in flüssiger, d.h. in mit Wasser verdünnter Form zugegeben.

Bei Stoffen jeglicher Art handelt es sich um homogene oder heterogene Gemenge aus verschiedenen Komponenten. Diese Komponenten können zudem in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen. Tab. 1 enthält die zugehörigen Fachausdrücke.

Tabelle 1 Homogene und heterogene Gemenge verschiedener Komponenten in Abhängigkeit ihrer Aggregatzustände. Übersicht und Beispiele

Aggregatzustände der Komponenten	Bezeichnungen	Homogene Gemenge <i>Beispiele</i>	Bezeichnungen	Heterogene Gemenge <i>Beispiele</i>
fest/fest	Feste Lösungen	Legierungen wie Messing, Bronze	Gemische	Granit, Beton
fest/flüssig	Echte Lösungen	Salzlösungen, Reinigungsmittel (z. B. Lösungen verschiedener Seifen)	Suspensionen	Zementleim, Ton in Wasser, Farben (z. B. Kunstharzdispersion)
fest/gasförmig	–	Wasserstoff in Stahl	Rauch	Rauchgas
	–		«Fester Schaum»	Schaumstoff, Blähton, Schaumglas, Gasbeton, Styropor
flüssig/flüssig	Echte Lösungen	Essig in Wasser, Alkohol in Wasser	Emulsionen	Öl in Wasser (Salatsauce), Milch, Polymerdispersionen (Dispersionsfarben, Haftbrücken für Mörtel und Beton)
flüssig/gasförmig	Echte Lösungen	Kohlendioxid in Wasser	Nebel	Wasserdampf
	–		Schaum	Seifenschaum, Schlagrahm
gasförmig/gasförmig	Gasgemische. Da alle Gase unbeschränkt mischbar sind, handelt es sich immer um homogene Gemenge. Beispiel: Luft			

homogen	heisst ein Gemenge, wenn es nur aus einer Phase besteht
heterogen	heisst ein Gemenge, wenn es aus zwei oder mehr Phasen besteht
Phase	Bestandteil von Materie, die in sich einheitlich ist. Unter dem Lichtmikroskop lassen sich bei stärkster Vergrößerung keine verschiedenen Bereiche erkennen
Dispersion	Feinste Verteilung eines Stoffes in einem anderen in der Art, dass seine Teilchen im anderen schweben (z. B. Suspension, Emulsion)
Aerosol	Feinste Verteilung fester oder flüssiger Stoffe in einem Gas (z. B. Rauch, Nebel)

Auf den ersten Blick erscheinen die Zusatzmittel als wässrige Lösungen der meist festen Wirkstoffe. Bei näherer Betrachtung kann man bei einigen von ihnen eine Lichtstreuung oder einen feinen Bodensatz feststellen, was auf ungelöste, fein verteilte Feststoffe (Suspensionen) hindeutet. Die Wirkstoffe sind im flüssigen Zusatzmittel also teils gelöst, teils suspendiert.

Die Menge an Feststoffen, die sich in einem bestimmten Lösungsmittelvolumen löst, ist von der Temperatur abhängig. In der Regel lässt sich bei tieferen Temperaturen weniger Feststoff auflösen. Bei Abkühlung eines Zusatzmittelbehälters können nun die gelösten Feststoffe je nach Wirkstoffart und Temperatur auskristallisieren, was zur Entmischung führt, bevor die gesamte Lösung einfriert. Da vor dem Einfrieren die Dichte der überstehenden Lösung ständig abnimmt, kommt es auch vermehrt zu einem Absetzen von allfällig vorhandenen suspendierten Teilchen. Dieser Vorgang wird durch eine Art schichtweises Gefrieren von oben nach unten noch zusätzlich verstärkt, denn der Gefrierpunkt einer Lösung liegt um so tiefer, je höher deren Konzentration ist.

Beim Auftauen des Zusatzmittels gehen die ursprünglich gelösten Feststoffe wieder in Lösung, und das Konzentrationsgefälle, das sich im Behälter von oben nach unten ausgebildet hat, gleicht sich langsam wieder aus. Dieser Prozess kann durch ein intensives Mischen des Produktes beschleunigt werden. Enthielt das eingefrorene Zusatzmittel hingegen noch suspendierte Teilchen, ist ein kräftiges Durchmischen auf jeden Fall notwendig, da sich die Schweteilchen von allein nicht wieder gleichmässig in der ganzen Flüssigkeit verteilen.

Eine besondere Art von Zusatzmitteln sind die sogenannten Baudispersionen wie Latex, Acrylate usw. Sie werden hauptsächlich im Mörtelbereich eingesetzt. Bei Frostbelastung zersetzen sie sich und werden unbrauchbar.

4 Temperatur als Lagerungsbedingung

Die Hersteller von Zusatzmitteln geben zu jedem Mittel die erforderlichen Lagerungsbedingungen betreffend Haltbarkeit und Temperatur bekannt. Dort heisst es in der Regel: «Vor Frost und vor direkter Sonneneinstrahlung schützen!» Bei der Temperatur wird zwischen Gefriertemperatur und Betriebstemperatur unterschieden. Die Gefriertemperatur der meisten Mittel liegt zwischen -1 und -4 °C. Die Betriebstemperaturen sollten über 0 °C liegen (Fließmittel $> +5$ °C). Damit sind die Zusatzmittel in jenen Temperaturbereichen anwendbar, in denen Betonieren zusammen mit anderen Winterschutzmassnahmen noch möglich ist. Eine Ausnahme bilden die Frostschutzmittel. Sie wirken beschleunigend auf den Erhärtungsprozess und sind auf eine Gefriertemperatur von -5 °C bzw. auf eine Betriebstemperatur von -10 °C ausgelegt. Da in der Praxis viele Arten und verschiedene Marken angeboten werden, ist es ratsam, zu jedem Mittel die Daten aus dem zugehörigen Technischen Merkblatt oder durch Versuche in Erfahrung zu bringen.

Empfehlungen für Baustellenbeton

Betonanlagen, die für einen Winterbetrieb ausgelegt werden sollen, erfordern diverse Massnahmen. Sie gehören zur Baustelleninstallation, sind auf ein vereinbartes Bauprogramm abgestimmt und im Devis vorgeschrieben. Verantwortlich dafür ist derjenige, der die Anlage betreibt, also der Bauunternehmer. Für solche Anlagen ist auch ein Raum vorzusehen, wo die Zusatzmittel witterungsgeschützt untergebracht werden können (Abb. 1–4). Er schützt nicht nur die Zusatzmittel, sondern auch die zugehörigen Pumpen, Messuhren, Ventile und Schläuche. Eventuell lässt er sich mit den baulichen Massnahmen kombinieren, die infolge Gewässerschutz ohnehin notwendig sind. Bei Temperaturen gegen 0 °C werden die Zusatzmittel zähflüssiger, was man früher bei Handpumpen noch merkte. Heutige Dosierpumpen sind ebenfalls empfindlich. Ihre Leistung sinkt, so dass der Dosiervorgang länger dauert. Wird nicht das ganze System vor Frost geschützt, muss es in kälteren Perioden täglich entleert werden. Andernfalls kann ein gefrorenes Zusatzmittel das Dosiergerät und die Zuleitungen zerstören.

Betonanlagen, die während einer Winterpause auf der Baustelle belassen werden, sollen vor der Frostperiode entleert, sauber gereinigt und getrocknet werden. In solchen Fällen wird man den Vorrat an Zusatzmitteln, der auf Baustellen ohnehin klein gehalten wird, nach Möglichkeit aufbrauchen. Ungeöffnete Fässer sollen rechtzeitig zurückgeschoben und über dem Gefrierpunkt gelagert werden. Oft

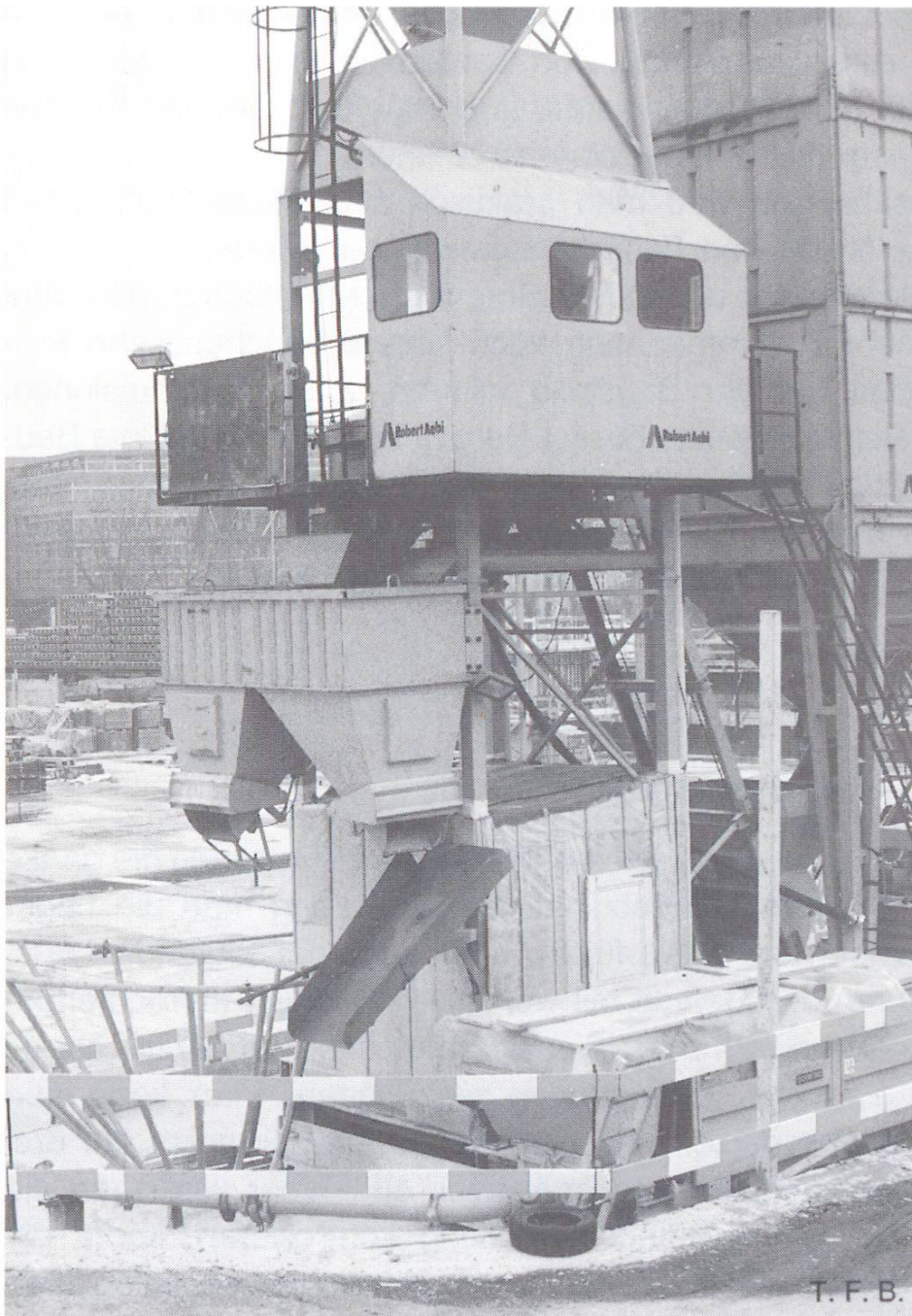


Abb. 1 Mobile Anlage zur Herstellung von Baustellenbeton, bestehend aus Mischer, Kiessilo (rechts) und Zementsilo (aufgehend, nicht sichtbar). Abgabetrichter mit zwei Schnauzen zur Förderung mit Kübel (links) bzw. Pumpe (rechts). Der Mischer ruht auf einer Stahlkonstruktion, die gleichzeitig als Lager für die Zusatzmittel dient. In diesem Beispiel sind ebenerdig zwei Tanks aufgestellt. Die aufgehenden Stahlprofile wurden behelfsmässig zu einer Hütte verschalt und isoliert.

Diese Anlage ist für Winterbetrieb bis -5°C ausgelegt. Dauernd beheizt werden Zusatzmittel, Bedienungskabine und Zuschläge.



Abb. 2 Mobile Anlage, bestehend aus Kiessilo, Mischer, Zementsilo und Silo für Zusatzstoffe. Die Tanks mit den Zusatzmitteln sind in der Stahlkonstruktion unterhalb des Mixers aufgestellt.

Diese Anlage ist für durchgehenden Winterbetrieb installiert (Betonieren bis -10°C) und soll eine Baustelle während $1\frac{1}{2}$ Jahren beliefern. Verschalt sind die Räume unterhalb des Kiessilos und des Beschickungsaufzugs sowie das Lager der Zusatzmittel (Details vgl. Abb. 3 und 4). Im Vordergrund ein Sandvorrat, lose und abgedeckt.

Die verschalteten Räume sind durchgehend. Sie werden mit einer Warmluftanlage beheizt. Für den Winterbetrieb werden ferner die Zuschlagstoffe und das Zugabewasser aufgeheizt.

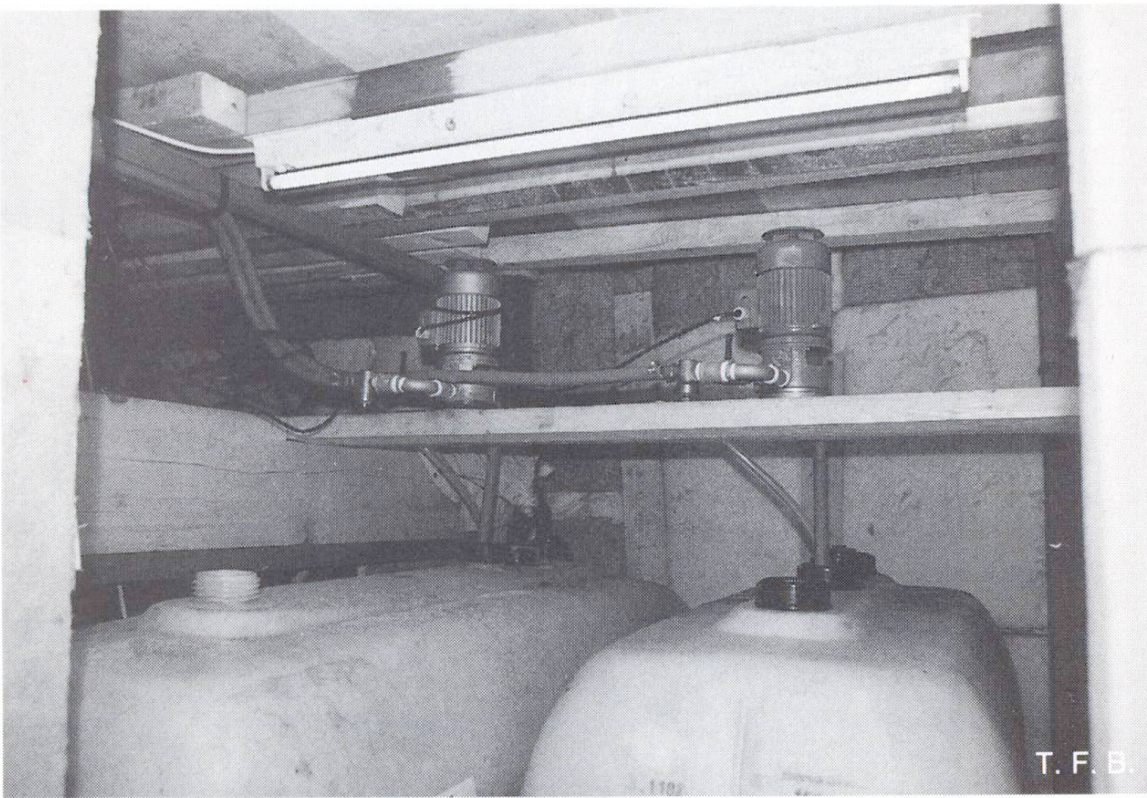


Abb. 3 Blick in den behelfsmässigen Raum für die Zusatzmittel. Sichtbar sind die Tanks mit Förderpumpen und Steigleitungen. Beleuchtung für Betrieb und Revisionsarbeiten. Raum dauernd beheizt.

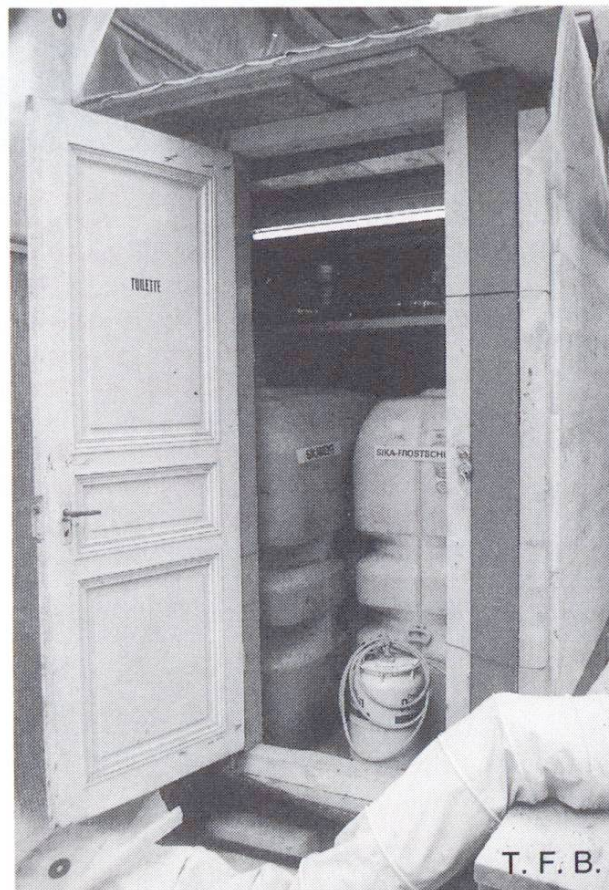


Abb. 4 Verschaltetes und isoliertes Lager für die Tanks mit Zusatzmitteln, in der Stahlkonstruktion des Mischers untergebracht und dauernd beheizt.

8 erklären sich Lieferanten bereit, die Zusatzmittel in ihre eigenen Lagerräume zurückzunehmen. Dort werden sie witterungsgeschützt gestapelt oder dem Produktionsprozess zugeführt, um den Kunden im Frühling wieder mit frischer Ware zu beliefern.

Kleinere Restmengen wird man praktisch als Verluste betrachten müssen. Das Risiko von Fehlleistungen ist bei Wiederverwendung zu gross, falls man die besondere Sorgfalt nicht aufbringt. (Erwähnt seien in diesem Zusammenhang auch andere bauchemische Produkte, die man auf der Baustelle mitführt, z.B. Haftemulsionen, Trennmittel, Reinigungsmittel usw.) Bei Wintereinbruch soll die Baustelle aufgeräumt werden. Was man im Frühling wieder brauchen will, wird ins Magazin zurückgenommen und dort frostsicher gelagert. Der Rest muss vorschriftsgemäss entsorgt werden.

Empfehlungen für Betonwerke

Als beste Lösung erweisen sich beheizte Räume, in denen die ganze Logistik der Zusatzmittel Platz hat. Dadurch kann man die Lagerungsbedingungen optimal erfüllen, aber auch bei sinkenden Ausstemperaturen den Betrieb mit weniger Problemen aufrechterhalten. Weil das Betonwerk ein stationär arbeitender Betrieb ist, hat es weniger Mühe, diese Bedingungen einzuhalten. Man kann den Bedarf besser abschätzen und den Vorrat beispielsweise auf drei Monate beschränken. Als regelmässiger Abnehmer wird man die Lieferungen durch Qualitätsüberwachung kontrollieren, kennt die Werte seiner Rückstellproben und kann Abweichungen sofort feststellen.

Auftauen, Durchmischen und Prüfen

Wenn die Zusatzmittel trotzdem einmal gefroren sind, heisst dies noch nicht, dass jedes Mittel auch unbrauchbar geworden ist. Man kann es auftauen und prüfen. Zum Auftauen stellt man die Gebinde während ein bis zwei Wochen in einen beheizten Raum. Will man den Vorgang beschleunigen, stellt man sie noch in ein geheiztes Wasserbad von 30–40 °C (z. B. in Pflastermulden).

Wichtig ist, dass das Mittel wieder gut durchmischt ist. Andernfalls zeigt der Frischbeton von Charge zu Charge ein anderes Verhalten. Selbst wenn man immer gleich dosiert, wird die Menge an wirksamen Stoffen erheblich schwanken. Man erhält uneinheitliche Abbindezeiten und wird auf der Baustelle die Oberflächen nicht sauber fertigstellen können. Für das Durchmischen gibt es spezielle Fass-

9 Rührwerke. Man montiert eine Fasshalterung, taucht die Rührwelle durch das Spundloch ein und befestigt den Motor an der Halterung. Empfohlen wird auch, etwas saubere Druckluft einzublasen [1]. Um die volle Wirksamkeit wieder zu erreichen, ist dieses mechanische Mischen sehr aufwendig.

Zum Auftauen soll man Fässer niemals lokal erhitzen, etwa durch direktes Feuer. Man darf auch keine Heizstäbe wie z. B. Tauchsieder verwenden. Örtliches Überhitzen zerstört jedes Zusatzmittel.

Vor der weiteren Verwendung ist es empfehlenswert, das Zusatzmittel auch zu prüfen. Zweifel an seiner Wirksamkeit sind besonders dann angebracht, wenn sich sein Aussehen verändert hat (Flockung, Trübung, Farbunterschiede) oder wenn man beim Stochern auf dem Fassboden noch einen Satz spürt. Geprüft werden soll primär die Gleichmässigkeit des Mittels. Als Probenahme genügt je ein halber Liter Flüssigkeit, den man dem oberen und unteren Fassinhalt entnimmt und in saubere, nicht reagierende Behälter abfüllt (z. B. in Glasflaschen). Solche Prüfungen können im eigenen Labor, im Labor der Hersteller oder in Betonlaboratorien durchgeführt werden. Aussagekräftige Merkmale sind pH-Wert und Trockenrückstand. Die Dichte wird ebenfalls ermittelt, ist aber im allgemeinen wegen der beschränkten Messgenauigkeit weniger geeignet. Die Resultate werden unter sich und mit jenen von Rückstellproben verglichen, sofern vorhanden. Besteht der Verdacht, dass sich ein Zusatzmittel während der Lagerung auch chemisch verändert hat, kann man Abweichungen von der Originalsubstanz durch Infrarotspektren feststellen.

Führen diese Prüfungen zu keinen schlüssigen Aussagen, muss man Wirksamkeitsprüfungen anordnen. Man benötigt dazu wiederum Proben und untersucht die Wirkung des Zusatzmittels am Beton oder Mörtel. Dies ist besonders bei Kombinationsprodukten angezeigt.

Entsorgung

Unbrauchbare Zusatzmittel müssen entsorgt werden. Verantwortlich dafür ist der momentane Besitzer, also der Bauunternehmer oder das Betonwerk. Er muss abklären, ob es sich beim fraglichen Zusatzmittel um Sonderabfall handelt. Für deren Entsorgung bestehen besondere Vorschriften [2]. Sie betreffen auch den Transport [3]. In der Regel ist dann mit einer Firma, die zur Annahme von Sonderabfällen berechtigt ist, ein Abholen zu vereinbaren. Nähere Auskunft erteilen die Hersteller von Zusatzmitteln, Spezialfirmen für Entsorgung von Chemikalien, die kantonalen Laboratorien oder die kantonalen Fachstellen für Umweltschutz.

10 Haushälterisch umgehen

In der Schweiz sind wenig Schadenfälle an Beton bekannt, die auf das Gefrieren von Zusatzmitteln zurückzuführen sind. Das heisst nicht, dass die Frostgefahr harmlos ist, sondern dass man die auftretenden Probleme kennt und Schwierigkeiten durch betriebliche Massnahmen vermeidet. Am besten sorgt man dafür, dass Zusatzmittel nicht unbrauchbar werden und dorthin gelangen, wozu sie konzipiert sind: in den Beton. Umtriebe bei Fehlleistungen in der Betonherstellung, der Aufwand für Auftauen, Durchmischen und Prüfen sowie allfällige Verluste und deren kostspielige Entsorgung rechtfertigen ein haushälterisches Umgehen mit den Zusatzmitteln.

B.M.

Literatur

- [1] *Suprenant, B.* (1989): «Check your admixtures after winter storage». Concrete construction, March, S. 320–322
- [2] Schweiz. Bundesrat: Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (vom 12. November 1986)
- [3] Schweiz. Bundesrat: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (vom 17. April 1985)

Abbildungen: TFB Wildegg. Wir danken der ARGE Technopark, Zürich (Marti AG Zürich mit Federführung und technischer Leitung, Locher + Cie. AG, Ed. Züblin + Cie. AG, AG Heinr. Hatt-Haller), für die Auskunft über ihre beiden mobilen Betonanlagen.

TFB

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE
DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
Postfach
Lindenstrasse 10 5103 Wildegg Telefon 064 53 17 71
Telefax 064 53 16 27