

7 2904



88,6%

Deutsches Institut für Bautechnik  
Kolonnenstr. 30  
10829 Berlin

Telefon:  
Vermittlung (02 41) 80-51 00  
Durchwahl (02 41) 80-51 15  
eMail brockmann@ibac.rwth-aachen.de

Datum 22.12.1999  
BJ/Ap-F 626  
(F-626-kb-BJ.doc)

**Kurzbericht: „Emission von umweltrelevanten organischen Bestandteilen aus Betonen mit organischen Betonzusatzstoffen“ – F 626 - (Az: IV 1-5-849/97)**

Durch das in der Öffentlichkeit stark gestiegene Umweltbewußtsein hat die Umweltrelevanz von Baustoffen in den letzten Jahren einen immer größeren Stellenwert bekommen. Für zementgebundene Baustoffe mit organischen Betonzusatzstoffen kann eine potentielle Belastung der Umwelt darin bestehen, daß umweltrelevante organische Bestandteile zum einem durch Auslaugung aber auch durch Ausgasung emittiert werden. Bei der Betrachtung möglicher Auswirkungen auf die Umwelt müssen zwei Zeiträume berücksichtigt werden:

- Verarbeitungsphase,
- Nutzungsphase.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden erste grundlegende Versuche zu der oben genannten Fragestellung durchgeführt. Dazu wurde sowohl das Auslaugverhalten als auch die gasförmige Emission von zementgebundenen Baustoffen mit organischen Zusatzstoffen in Abhängigkeit von der Zeit untersucht.

In Deutschland gibt es zwei bauaufsichtlich zugelassene organische Betonzusatzstoffe. Dabei handelt es sich um eine wässrige Dispersion von Polystyrolacrylat (BZS1) und um eine wässrige Dispersion von Polystyrolbutadien (BZS2). Diese Kunststoffdispersionen werden im Beton unter anderem eingesetzt, um diesen gegenüber besonderen Beanspruchungen (z. B. durch organische Flüssigkeiten) dichter zu machen. Über diese abdichtende Wirkung hinaus wird vor allem die Dauerhaftigkeit (Karbonatisierungsfortschritt, Frostwiderstand, Wassereindringverhalten) des Betons deutlich verbessert. Dementsprechend sind folgende Anwendungsbereiche von besonderem Interesse:

1. Abwasserbereich (Rinnen, Rohre, Schächte, Sammelbecken, Kläranlagen),
2. Betonrohrbau,
3. Fabrikations- und Werkstattgebäude sowie Handels- und Lagergebäude,
4. Tankstellen und Waschhallen, Tank- und Gleistassen, Parkhäuser und Tiefgaragen,
5. Beton für besonders korrosionsgefährdete Bauteile wie Kaminköpfe, Kühltürme usw.

Die Auslaugung von umweltrelevanten organischen Bestandteilen aus zementgebundenen Baustoffen mit organischen Betonzusatzstoffen ist insbesondere im Abwasserbereich und Betonrohrbau von Bedeutung. Umfangreiche Untersuchungen sind bisher zur Auslaugung von anorganischen Stoffen aus zementgebundenen Baustoffen durchgeführt worden. Dieser Sachstand wurde zur Untersuchung der Auslaugung von organischen Bestandteilen herangezogen. Um genügend Informationen über das Auslaugverhalten eines Stoffes zu erhalten, ist folgende Kombination verschiedener Auslaugtests nötig:

#### 1. Eluierbarkeit unter extremen Bedingungen (Bestimmung der Mobilisierbarkeit)

- Maximale Eluierbarkeit: Bei diesem Verfahren wird der Anteil des Gesamtgehaltes bestimmt, der unter extremen Auslaugbedingungen (konstanter pH-Wert, fein aufgemahlenes Prüfgut, 1 Stunde gerührt, Verhältnis von Probenmaterial zu Eluent = 1/100) eluierbar ist.
- DEV-S4-Verfahren: Dieses Verfahren dient ebenso wie die Maximale Eluierbarkeit zur Charakterisierung des Probenmaterials. Aufgemahlenes Probenmaterial wird in einem Verhältnis 1/10 mit dem Eluenten versetzt und 24 Stunden bei Raumtemperatur geschüttelt.

#### 2. Standtests (praxisorientierte Auslaugtests)

Hierbei handelt es sich um ein praxisnahes Auslaugverfahren, bei dem Mörtelprismen mit den Abmessungen  $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$  mit dem Eluenten in Kontakt stehen. Das Verhältnis Oberfläche des Probekörpers zu Volumen des Eluenten beträgt 1/5. Der Eluent (entionisiertes Wasser) wird nach festgelegten Zeitpunkten ausgetauscht. Der Eluentenwechsel sollte so erfolgen, daß sich immer ungefähr gleiche Konzentrationen an Bestandteilen in den jeweiligen Eluat befinden.

#### 3. Auslaugung von Frischbeton

Im Rahmen dieses Projektes wurde frisch hergestelltes Probenmaterial im Verhältnis 1/10 mit dem Eluenten versetzt und 24 Stunden bei Raumtemperatur geschüttelt.

Von den oben aufgeführten Auslaugverfahren erwies sich die Maximale Eluierbarkeit als das schärfste Prüfverfahren. Die mit diesem Verfahren ermittelten TOC-Gehalte (Gesamter organischer Kohlenstoff) in den Eluat der Mörtelproben, die auf eine Korngröße  $< 0,125 \text{ mm}$  aufgemahlen wurden, waren deutlich höher, als bei den Mörtelproben, die lediglich auf eine Korngröße  $< 4 \text{ mm}$  zerkleinert wurden. Es wurden Versuche bei einem konstanten pH-Wert von 4, 7 und 12 durchgeführt, wobei sich die Vermutung bestätigte, daß sich bei den fein aufgemahlenen Mörtelproben (Korngröße  $< 0,125 \text{ mm}$ ) der TOC-Gehalt im Eluat tendenziell mit steigendem pH-Wert verringert.

Die Verfahren Maximale Eluierbarkeit und DEV-S4 wurden mit einem aufgemahlenen Probegut von  $< 4 \text{ mm}$  durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, daß die eluierte TOC-Menge bei der Maximalen Eluierbarkeit die ausgelaugte TOC-Menge beim DEV-S4-Verfahren um ein vielfaches übersteigt. Diese Unterschiede sind auf die unterschiedlichen Versuchsparameter (Verhältnis des Probenmaterials zum Eluenten, Art der Vermischung) zurückzuführen. Insbesondere die Verhältnisse von Probenmaterial zu Eluent haben einen entscheidenden Einfluß, da die Sättigungskonzentration der schwerwasserlöslichen organischen Stoffe relativ schnell erreicht ist.

Für alle nach dem DEV-S4-Verfahren untersuchten Mörtelproben ist festzustellen, daß die ausgelaugte TOC-Menge unterhalb der im Entwurf des Merkblattes zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich Boden und Grundwasserschutz angegebenen Grenze von 20 mg/l liegt. Deshalb wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens auf eine Analyse der Einzelstoffe verzichtet.

Der Elutionsversuch an Frischmörtel in Anlehnung an das DEV-S4-Verfahren ergab relativ hohe Auslaugmengen für TOC. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß es sich bei diesem Versuch um keinen praxisorientierten Versuch handelt. Das relativ einfache und schnelle Verfahren wurde gewählt um erste Tendenzen aufzuzeigen. Aufgrund des Ergebnisses sollten weiterführende praxisnähere Versuche zur Auslaugung von Frischmörtel durchgeführt werden.

Ein Vergleich der TOC-Werte, die bei den Standtests ermittelt worden sind, mit den TOC-Gehalten von Trinkwasser deutet darauf hin, daß die Umweltrelevanz der organischen Betonzusatzstoffe für die üblichen Einsatzbereiche als unbedenklich eingestuft werden kann.

Zur gasförmigen Emission von organischen Bestandteilen aus Innenraumausstattungsgegenständen liegen in der Literatur Untersuchungen vor, wobei die Bemühungen dahin gehen, Grenzwerte für zulässige Gehalte an Luftverunreinigungen in der Innenraumluft zu definieren. Zur gasförmigen Emission von organischen Bestandteilen aus zementgebundenen Baustoffen wurden bisher nur wenige Untersuchungen durchgeführt. Eine Norm zur Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten befindet sich zur Zeit in Bearbeitung.

Am häufigsten wird die Prüfkammer-Methode zur Bestimmung von Emissionen aus Baustoffen verwendet. Die Kammern aus Edelstahl oder Glas mit einem definierten Volumen (häufig: 1 m<sup>3</sup>) werden mit einem Probekörper beladen, verschlossen und die Konzentration in der Kammerluft wird gemessen. Mit Prüfkammeruntersuchungen sind Relativaussagen über die Emissionsquellstärke vergleichbarer Produkte möglich. Die Prüfergebnisse lassen keine quantitativen Aussagen über die Emissionen nach einer realen Anwendung im System zu.

Die Untersuchungen zur gasförmigen Emission von organischen Bestandteilen aus zementgebundenen Baustoffen mit organischen Betonzusatzstoffen wurden in einer 1 m<sup>3</sup>-Prüfkammer aus Glas durchgeführt. Die Konzentration an organischen Substanzen in der Kammerluft wurde über eine Stunde direkt nach dem Herstellen der Proben und im Probenalter von 1, 2, 3, 14, 28, 42 Tagen bestimmt. Aus den Untersuchungen geht eindeutig hervor, daß die emittierten Konzentrationen über einen Zeitraum von 42 Tagen kontinuierlich abnehmen. Ein vollständiges Abklingen der emittierten Konzentrationen konnte jedoch innerhalb dieses Zeitraumes nicht festgestellt werden, die Emissionen sind somit über einen längeren Zeitraum wirksam. Ebenso eindeutig ist die Aussage, daß aus den Probekörpern mit dem Betonzusatzstoff BZS1 (Polystyrolacrylat) größere Mengen an VOC (flüchtige organische Verbindungen) emittiert werden als aus den Probekörpern mit dem Betonzusatzstoff BZS2 (Polystyrolbutadien). Eine Ursache hierfür könnte u. a. in den unterschiedlichen Dosiermengen und Feststoffgehalten der beiden Betonzusatzstoffe liegen.

Obwohl der Betonprobekörper mit dem Betonzusatzstoff BZS1 aufgrund seines geringeren Zementgehaltes eine geringere Menge an BZS1 aufweist als die Mörtelprobekörper mit CEM I und BZS1 bzw. CEM III und BZS2 liegen die emittierten Konzentrationen an organischen Bestandteilen auf einem annähernd gleichem Niveau. Eine Ursache hierfür wird in dem gegenüber den Mörteln höheren w/z-Wert gesehen, der einen höheren Kapillarporenanteil mit der Folge eines verstärkten Transports von organischen Bestandteilen bewirkt.

Aufgrund der hohen Alkalität der zementgebundenen Baustoffe ist eine chemische Veränderung der organischen Bestandteile der Betonzusatzstoffe nicht auszuschließen. Diese Annahme wird durch die hohen emittierten Alkohol-Gehalte der Proben mit dem BZS1 unterstützt.

Der Auflistung der Anwendungsbereiche ist zu entnehmen, daß zementhaltige Baustoffe mit organischen Betonzusatzstoffen üblicherweise nicht im Wohnungsbau eingesetzt werden, sondern lediglich in Fabrikations- und Werkstattgebäuden sowie Handels- und Lagergebäuden. Auch dort befindet sich der Mensch nicht im direkten Kontakt mit dem Baustoff, und es ist von hohen Lüftungsraten auszugehen. Bei einer Abschätzung einer möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigung des Menschen durch die gasförmige Emission von organischen Bestandteilen aus Baustoffen mit organischen Betonzusatzstoffen sollte dies berücksichtigt werden. Die aus der Literatur zu entnehmenden Richt- und Erfahrungswerte zur Bewertung der Innenraumluft stellen somit keine direkte Vergleichs- bzw. Beurteilungsbasis dar. Die Konzentrationen der Einzelverbindungen liegen weit unterhalb der MAK-Werte (maximalen Arbeitsplatz-Konzentration). Dies ist für die Verarbeitung des Baustoffes als positiv anzusehen.