

SACHSTANDSBERICHT



Betonzusatzmittel und Umwelt

6. Ausgabe, Dezember 2016



Impressum

6. Ausgabe, Dezember 2016
Redaktionsschluss: 25.10.2016
Auflage: 2.000

Copyright 2016

Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 2556 - 1318
Telefax +49 69 2556 - 1319
www.deutsche-bauchemie.de

214-SB-D-2016

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, bleiben der Deutschen Bauchemie e. V. vorbehalten.

Gestaltung

NETmark5 GmbH, Landsberg am Lech
www.netmark5.de

Druck

Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Bildnachweis

BASF Construction Solutions GmbH
HeidelbergCement AG, Steffen Fuchs (Foto Titelseite)
Martin Robson
Sika Deutschland GmbH
Ed. Züblin AG, Direktion Mitte (Fotos Henninger Turm)
Mitgliedsunternehmen der Deutschen Bauchemie e. V.

ISBN 978-3-944138-28-2 (Druckversion)

ISBN 978-3-944138-29-9 (pdf-Datei)

Dieser Sachstandsbericht entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Der Sachstandsbericht wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernimmt die Deutsche Bauchemie keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen Ansprüche weder gegenüber der Deutschen Bauchemie noch den Verfassern geltend gemacht werden. Dies gilt nicht, wenn die Schäden von der Deutschen Bauchemie oder ihren Erfüllungsgehilfen vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurden.

Verantwortliches Handeln



Die Deutsche Bauchemie e. V. unterstützt das weltweite Responsible-Care-Programm



VORBEMERKUNGEN

Diese sechste, aktualisierte Auflage des Sachstandsberichtes „Betonzusatzmittel und Umwelt“ wurde vom Arbeitskreis 2.1 „Beton- und Mörtelzusatzmittel und Umwelt“ (AK 2.1) erarbeitet und vom Fachausschuss 2 „Betontechnik“ (FA 2) diskutiert und verabschiedet. Der Sachstandsbericht soll den Mitgliedsunternehmen sowie der Fachöffentlichkeit zur Information dienen.

Alle bis Ende Oktober 2016 vorliegenden Unterlagen und die Erfahrungen mit der im Mai 2011 veröffentlichten 5. Auflage des Sachstandsberichtes wurden in den vorliegenden Bericht eingearbeitet.

Den Gremien FA 2 und AK 2.1 der Deutschen Bauchemie e. V. gehören folgende Mitglieder an:

Dr. Udo Anders
Wacker Chemie AG, Burghausen

Dr. Martin Bäcker
Borregaard Deutschland GmbH, Karlsruhe

Dr. Oliver Blask
Sika Deutschland GmbH, Leimen

Dipl.-Ing. Klaus Bonin
Wacker Chemie AG, Burghausen

Henriette Dikmans-Duenk
Cugla BV, Breda, Niederlande

Dr. Hubert Dörner
Kurita Europe APW GmbH, Ludwigshafen

Dipl.-Ing. Petra Fischer
Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt

Dr. Matthias Gay (stellv. Obmann AK 2.1)
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Bottrop

Dr. Frank Göller
Kao Chemicals GmbH, Emmerich

Dr. Johann Goldbrunner
BASF Construction Solutions GmbH, Trostberg

Dr.-Ing. Ulf Guse
Qualitätsgemeinschaft der Deutschen Bauchemie e. V., Frankfurt

Dr. Hans Günter Hauck
(Obmann AK 2.1 + stellv. Obmann FA 2)
BASF Construction Solutions GmbH, Mannheim

Dipl.-Ing. (FH) Jens Herrmann
VDZ gGmbH, Düsseldorf

Dr.-Ing. Inga Hohberg
Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt

Dipl.-Ing. Ingo Husmann
Ha-Be Betonchemie GmbH & Co. KG, Hameln

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Ising
MAPEI GmbH, Großostheim

Marion Jansen-Bockting
Kao Chemicals GmbH, Emmerich

Dipl.-Min. Eugen Kleen (Obmann FA 2)
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Bottrop

Manuela Klink
REMEI Blomberg GmbH & Co. KG, Blomberg

Dr. Wolfgang Leite
Grace Bauprodukte GmbH, Lügde

Dr. Thomas Lys
Akzo Nobel Chemicals AG, Sempach Station, Schweiz

Dr. Markus Möller
BYK-Chemie GmbH, Moosburg

Dr. Thomas Müller
Sika Deutschland GmbH, Leimen

Dipl.-Chem. Matthias Oly († 11.06.2014)
Grace Bauprodukte GmbH, Lügde

Dr. Burkhard Rössler
Troy Chemie GmbH, Hannover

Wolfgang Salmen
CEMEX Admixtures GmbH, Salzkotten

Dipl.-Ing. Marc Schmitz
Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH, Walsrode

Dipl.-Ing. Norbert Schröter
Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt

Dr. rer. nat. Gerhard Spanka
FIZ GmbH im VDZ, Düsseldorf

Dr. Fritz Töllner
Schomburg GmbH & Co. KG, Detmold

Dr. Peter Wachtler
LANXESS Deutschland GmbH, Leverkusen

Die Deutsche Bauchemie e. V. bittet darum, Erfahrungen und Anmerkungen zu diesem Sachstandsbericht der Geschäftsstelle in Frankfurt am Main mitzuteilen.





INHALT

1	ALLGEMEINES	6
2	KRITERIEN ZUR PRODUKTBEWERTUNG	7
2.1	Toxikologische Kriterien	7
2.2	Ökologische Kriterien	7
2.2.1	Ökotoxikologische Wirkungen	7
2.2.2	Bioakkumulation	7
2.2.3	Biologische Abbaubarkeit	8
2.3	Wassergefährdungsklasse	9
2.4	Physikalisch-chemische Kriterien	9
2.5	Gefahrstoffinformationssystem (GISBAU)	10
2.6	Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz	10
2.6.1	Boden und Grundwasser	11
2.6.2	Innenraumluft	11
2.7	REACH	12
2.8	Umweltproduktdeklarationen für Bauprodukte	13
3	BETONVERFLÜSSIGER UND FLIESSMITTEL	14
3.1	Rohstoffe für Betonverflüssiger und Fließmittel	14
3.1.1	Ligninsulfonate	15
3.1.2	Melaminsulfonate	15
3.1.3	Naphthalinsulfonate	16
3.1.4	Polycarboxylat(e)/-ethern (PCE)	17
3.2	Hilfsstoffe und Additive für Betonverflüssiger und Fließmittel	18
3.2.1	Entschäumer	18
3.2.2	Konservierungsmittel	19
3.3	Betonverflüssiger und Fließmittel als Betonzusatzmittel	21
3.4	Betonverflüssiger und Fließmittel im Beton	22
4	VERZÖGERER	24
4.1	Rohstoffe für Verzögerer	24
4.1.1	Saccharose	24
4.1.2	Organische Säuren	24
4.1.3	Anorganische Verzögerer	25
4.2	Hilfsstoffe und Additive für Verzögerer	26
4.3	Verzögerer als Betonzusatzmittel	26
4.4	Verzögerer im Beton	26
5	ERSTARRUNGS-/ERHÄRTUNGSBESCHLEUNIGER UND SPRITZBETONBESCHLEUNIGER	27
5.1	Rohstoffe für Beschleuniger	27
5.1.1	Aluminiumsulfat	27
5.1.2	Formiate	28
5.1.3	Fluoride	28
5.1.4	Aluminate	29
5.1.5	Amorphe Aluminiumhydroxide	29
5.1.6	Silikate	29
5.1.7	Carbonate	30
5.1.8	Ethanolamine	30

5.2 Beschleuniger als Betonzusatzmittel	31
5.3 Beschleuniger im Beton	31
6 LUFTPORENBILDNER	32
6.1 Rohstoffe für Luftporenbildner	32
6.1.1 Seifen aus natürlichen Harzen	32
6.1.2 Synthetische Tenside	33
6.2 Luftporenbildner als Betonzusatzmittel	33
6.3 Luftporenbildner im Beton	33
7 SONSTIGE ZUSATZMITTEL	34
7.1 Dichtungsmittel	34
7.1.1 Rohstoffe für Dichtungsmittel	34
7.1.2 Hilfsstoffe und Additive für Dichtungsmittel	34
7.1.3 Dichtungsmittel als Betonzusatzmittel	34
7.1.4 Dichtungsmittel im Beton	34
7.2 Zusatzmittel für Einpressmörtel in Spanngliedern (Einpresshilfen)	34
7.2.1 Rohstoffe für Einpresshilfen	34
7.2.2 Einpresshilfen als Zusatzmittel	35
7.3 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer	35
7.3.1 Rohstoffe für Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer	35
7.3.2 Hilfsstoffe und Additive für Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer	36
7.3.3 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer als Betonzusatzmittel	36
7.3.4 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer im Beton	37
7.4 Chromatreduzierer	37
7.4.1 Rohstoffe für Chromatreduzierer	37
7.4.2 Chromatreduzierer als Betonzusatzmittel	37
7.4.3 Chromatreduzierer im Beton	38
7.5 Schaumbildner	38
7.5.1 Schaumbildner im Beton	38
7.5.2 Schaumbildner als Betonzusatzmittel	39
7.5.3 Schaumbildner im Beton	39
7.6 Schwindreduzierer	39
7.6.1 Rohstoffe für Schwindreduzierer	39
7.6.2 Schwindreduzierer als Betonzusatzmittel	40
7.6.3 Schwindreduzierer im Beton	40
7.7 Mikrohohlkugeln	40
7.7.1 Rohstoffe für Mikrohohlkugeln	40
7.7.2 Mikrohohlkugeln als Betonzusatzmittel	41
7.7.3 Mikrohohlkugeln im Beton	41
8 BETONZUSATZMITTEL BEIM BETONRECYCLING	41
ANHANG 1: BEGRIFFE ZUR TOXIKOLOGIE UND ÖKOTOXIKOLOGIE	42
ANHANG 2: LITERATUR	46



1 ALLGEMEINES

Seit mehr als 20 Jahren auf dem Markt verfügbar und mittlerweile in seiner aktuell 6. Auflage veröffentlicht, ist der Sachstandsbericht „Betonzusatzmittel und Umwelt“ der Deutschen Bauchemie e. V. zum Standardwerk für alle Fachleute und interessierte Leser geworden, die sich einen Überblick über dieses Thema verschaffen wollen oder Antworten zu gezielten Fragen suchen. Regelmäßige Aktualisierungen gewährleisten Informationen auf dem neuesten Stand in einem sich dynamisch weiterentwickelnden Umfeld. Auch in dieser Ausgabe wurden wieder vielfältige Neuerungen eingearbeitet, Anpassungen vorgenommen und Entwicklungen aufgezeigt.

Im Zuge des alle Bereiche der Wirtschaft und insbesondere auch des Bauens umfassenden Trends zur Nachhaltigkeit ist in der Bauindustrie die Nachfrage nach Umweltproduktdeklarationen (EPD – Environmental Product Declaration) für bauchemische Produkte gestiegen. Um den Forderungen der Interessenten mit vertretbarem Aufwand für die Hersteller nachzukommen und den Kunden und Verarbeitern von Betonzusatzmitteln diese Informationen zugänglich zu machen, wurden in einem Projekt der Deutschen Bauchemie e. V. Muster-EPDs für 6 Wirkungsgruppen von Betonzusatzmitteln erarbeitet. Ende 2014 konnten die vom Institut für Bauen und Umwelt (IBU) verifizierten EPDs der Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. In Zusammenarbeit von Deutscher Bauchemie e. V. und EFCA, dem europäischen Verband der Betonzusatzmittel-Hersteller, wurden diese auf europäische Ebene übertragen. Seit Anfang 2016 stehen nun auch für Europa generische EPDs für 6 Betonzusatzmittel-Wirkungsgruppen zur Verfügung.

Seit Juni 2015 sind die im Rahmen der Europäischen Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung) und des damit verbundenen „Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)“ eingeführten Änderungen nun auch für Gemische anzuwenden. Infolgedessen haben sich für eine Reihe der im vorliegenden Sachstandsbericht behandelten Rohstoffe und der Zusatzmittel selbst weitgehende Änderungen bei der Einstufung und Kennzeichnung ergeben. Besonders betroffen sind hierbei formaldehydhaltige Produkte, die unter dem Aspekt der seit 01.01.2016 geltenden Einstufung von Formaldehyd als krebserzeugend, Kategorie 1B neu bewertet werden mussten.

Aufgrund der zahlreichen Änderungen bei der Einstufung und Kennzeichnung der Produkte, war es an der Zeit, auch das Klassifizierungsschema für Betonzusatzmittel des Gefahrstoffinformationssystems der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (GISBAU) zu novellieren. Die auf die Belange dieser Produktgruppe zugeschnittenen Informationen (GISCODEs) wurden aktualisiert und der zugrunde liegende Einstufungskatalog überarbeitet. Damit stehen den verantwortlichen Arbeitssicherheitsfachkräften in Zukunft wieder Musterbetriebsanweisungen zur Verfügung, die an den neuesten Vorgaben der Regelwerke ausgerichtet sind.

Neue Anforderungen des Marktes an die Dauerhaftigkeit der Bauwerke und die Leistungsfähigkeit von Beton, des wichtigsten Baustoffes unserer Zeit, konnten in wesentlichen Punkten erst durch eine stetige Weiterentwicklung der Betonzusatzmittel erfüllt werden. Die Basis hierzu sind kontinuierliche Investitionen der Betonzusatzmittelhersteller in Forschung und Entwicklung. Sie sind die Voraussetzung für eine stetige Weiterentwicklung und Verbesserung bewährter Produkte sowie die Einführung neuer Rohstoffe und Produkte in den Markt.

Auch diese Trends und Neuerungen fanden Eingang in die aktualisierte Version des Sachstandsberichtes und legen die Basis dafür, dass er auch in den kommenden Jahren wieder eine wichtige Informationsquelle für alle Fachleute, die sich mit diesem Themen befassen, sein kann.

2 KRITERIEN ZUR PRODUKTBEWERTUNG

Als Basis für eine Bewertung der Verträglichkeit von Produkten für Mensch und Umwelt wird eine Vielzahl verschiedener produktspezifischer Daten und Informationen herangezogen.

Sie können in drei Gruppen eingeteilt werden:

- toxikologische Kriterien
- ökologische Kriterien
- physikalisch-chemische Kriterien.

2.1 Toxikologische Kriterien

Zentrale Bedeutung für die Bewertung von Produkten hinsichtlich ihres Gesundheitsrisikos für Menschen kommt den toxikologischen Kriterien zu.

Ob Produkte bei Herstellung, Verwendung und Entsorgung zu einem Gesundheitsrisiko beim Menschen führen, hängt dabei wesentlich von der Art und Weise der Exposition ab. Umfang und Art der Wirkung sind grundsätzlich von der aufgenommenen Menge abhängig. Bei lokalen Effekten wie z. B. Haut- oder Schleimhautreizungen spielt auch die Konzentration des Wirkstoffes eine Rolle.

Bei der Beurteilung der Wirkung wird zwischen akuten Effekten und Langzeitwirkungen unterschieden, je nachdem, ob die beobachteten Schädigungen nach einmaliger bzw. kurzfristiger Aufnahme oder längerfristiger, wiederholter Aufnahme beobachtet werden.

Die Aufnahme kann hierbei oral (durch Verschlucken), dermal (über die Haut) sowie inhalativ (über die Atemwege) erfolgen. Zur Produktbewertung werden Daten der akuten Toxizität, der Toxizität nach wiederholter Gabe, der Haut-/Schleimhautverträglichkeit und des Sensibilisierungspotentials herangezogen.

Eine besondere Bedeutung haben krebserzeugende (kanzerogene), fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) und erbgutverändernde (mutagene) Wirkungen.

2.2 Ökologische Kriterien

Zur Beurteilung des Einflusses von Produkten auf die Umwelt werden die Kriterien in den folgenden Abschnitten herangezogen:

2.2.1 Ökotoxikologische Wirkungen

Hierunter werden in erster Linie chemische Wirkungen verstanden, die zu Schädigungen von Organismen und Ökosystemen führen können. Zur Beurteilung werden Wirkungstests durchgeführt, die die aquatische und/oder terrestrische Toxizität, d. h., die schädliche Auswirkung auf Organismen und Ökosysteme im Wasser bzw. Boden wie z. B. Fische, Daphnien, Algen oder Bakterien sowie Organismen im Boden, bewerten.

2.2.2 Bioakkumulation

Hierunter wird die Anreicherung von Stoffen in Lebewesen verstanden. Sie ist das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen durch Organismen.

Da die Folgen der Bioakkumulation nicht leicht abzuschätzen sind, ist sie eine prinzipiell unerwünschte Eigenschaft.

Anhaltspunkte für das Potential eines Stoffes zur Akkumulation gibt der Verteilungskoeffizient Oktanol/Wasser ($\log P_{ow}$).





2.2.3 Biologische Abbaubarkeit

Die Verweildauer von Produkten in der Umwelt wird maßgeblich durch ihre biologische Abbaubarkeit bestimmt.

Diese ist prinzipiell erwünscht und sollte am Ende zur vollständigen Mineralisation bzw. Zerlegung des Stoffes ohne Bildung gefährlicher Abbauprodukte führen.

Die biologische Abbaubarkeit wird mit Hilfe verschiedener produktgruppenspezifischer und auf den Abbauvorgang bezogener Testmethoden bestimmt.

Man unterscheidet zwischen Screening-Tests, Tests auf potentielle biologische Abbaubarkeit, Kläranlagen-Simulationstests, Tests auf anaerobe biologische Abbaubarkeit und Tests auf vollständige Abbaubarkeit.

Die Tests werden typischerweise nach genormten Vorschriften wie z. B. DIN, ISO oder OECD durchgeführt und sind international anerkannt.

■ Tests auf leichte biologische Abbaubarkeit (OECD 301 Serie)

Screening-Tests stellen im Allgemeinen die erste Stufe der Bewertung des biologischen Abbaus dar und dauern typischerweise 28 Tage. Der Abbaugrad wird typischerweise über die DOC bzw. O_2 -Abnahme bzw. CO_2 -Entwicklung, bezogen auf die theoretischen Maximalwerte, ermittelt. Eine vollständige biologische Abbaubarkeit liegt in der Regel dann vor, wenn etwa 2/3 des Abbaugrades via $CO_2/O_2/DOC$ -Messung nachgewiesen werden konnte. Bei dem restlichen 1/3 der ursprünglichen Substanzmenge geht man davon aus, dass er in Form von bakterieller Biomasse Verwendung gefunden hat. Erreicht ein monokonstituenter Stoff den 2/3 Abbaugrad binnen 10 Tagen, so gilt er als „leicht biologisch abbaubar“, erreicht er es binnen 28 Tagen, ist er immerhin noch biologisch abbaubar. Stoffe, mit weniger als 20 % Abbau gelten als „schwer biologisch abbaubar“. Für Tenside gilt die Anwendung des 10-Tage-Fensters nicht, d. h. sie sind auch bei 28 Tagen und Erreichen des Pass Levels von 2/3 noch „leicht biologisch abbaubar“.

■ Tests auf potentielle biologische Abbaubarkeit (OECD 302 Serie)

Substanzen, die nicht die Kriterien für „leichte biologische Abbaubarkeit“ erfüllen, können mit den Tests auf „potentielle biologische Abbaubarkeit“ daraufhin untersucht werden, ob sie zumindest „potentiell biologisch abbaubar“ (inherently biodegradable) sind. Die Testsubstanzen werden hierzu unter stark abbaufördernden Bedingungen geprüft. Übliche Testverfahren dieser Gruppe sind der modifizierte Zahn-Wellens-Test und der SCAS-Test.

■ Kläranlagen-Simulationstests (OECD 303, 314)

Darüber hinaus gibt es auch Kläranlagen-Simulationstests wie z. B. den OECD-Confirmatory-Test oder den Coupled-Unit-Test, welche im Labormaßstab die aeroben Abbaubedingungen der biologischen Stufe von Kläranlagen nachstellen. Diese Tests haben in Abhängigkeit von den regulatorischen Anforderungen (bspw. Biozide, REACH) entweder noch große oder keine regulatorische Bedeutung mehr. Gleiches gilt für anaerobe Tests bzw. Tests auf anaeroben Abbau.

■ Tests auf vollständige biologische Abbaubarkeit

Zur Beurteilung des ultimativen biologischen Abbaus von nicht „leicht biologisch abbaubaren“ Stoffen in der Umwelt, werden heutzutage typischerweise Higher Tier Simulationstests zum Nachweis des biologischen Abbaus im Wasser (OECD 309), im Wasser-Sediment (OECD 308) oder im Boden (OECD 307) angewandt. In diesen Tests werden einerseits Halbwertszeiten ($T_{1/2}$) für den biologischen Abbau der Muttersubstanz ermittelt und auf der anderen Seite, auch entstehende Abbauprodukte (Metabolite) identifiziert und quantifiziert.

Anhand der Ergebnisse zum Abbauverhalten und anhand des Metabolitenprofils lassen sich direkte Aussagen zum Abbauverhalten („Persistenzverhalten“) der Substanz in der Umwelt machen.



2.3 Wassergefährdungsklasse

Zum Schutz der Gewässer vor nachteiligen Veränderungen ihrer Eigenschaften durch Freisetzung von wassergefährdenden Stoffen wurde in Deutschland eine Einteilung der Stoffe in Wassergefährdungsklassen geschaffen.

Es werden 3 Klassen unterschieden:

WGK 1: schwach wassergefährdend

WGK 2: wassergefährdend

WGK 3: stark wassergefährdend

Die den drei Wassergefährdungsklassen zugeordneten Stoffe werden in den Anhängen der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen“ (VwVwS) und deren Novelle gelistet. Neben den drei Wassergefährdungsklassen gibt es in der VwVwS auch eine Liste mit nicht wassergefährdenden Stoffen (nwg). Die VwVwS sowie die entsprechenden Anhänge werden vom Umweltbundesamt (UBA) veröffentlicht.

Zur Feststellung der Wassergefährdungsklasse eines Stoffes werden hauptsächlich drei Kriterien herangezogen:

- akute Säugetiertoxizität (oral/dermal)
- akute Toxizität für Wasserorganismen
- biologische Abbaubarkeit und Bioakkumulationspotenzial

Ferner werden u. a. die Daten zu kanzerogenen, teratogenen sowie mutagenen Wirkungen bei der Einstufung berücksichtigt.

Die Einstufung eines Stoffes wird durch die „Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe“ (KBwS) auf Antrag festgelegt. Die Einstufung von Gemischen kann anhand einer Mischungsregel gemäß Anhang 4 der VwVwS durch den Hersteller vorgenommen werden.

Es ist vorgesehen, dass die VwVwS durch die „Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (AwSV) abgelöst wird.

2.4 Physikalisch-chemische Kriterien

Grundvoraussetzung für eine sichere Anwendung von Produkten ist eine umfassende Kenntnis ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften. Dabei sind in der Regel nur einige wenige Parameter von zentraler Bedeutung. Die wichtigsten sind die Wasserlöslichkeit, der Dampfdruck, der Flammpunkt sowie eventuelle explosionsgefährliche oder brandfördernde Wirkungen. Angaben hierzu sind in den Sicherheitsdatenblättern der Produkte zu finden.

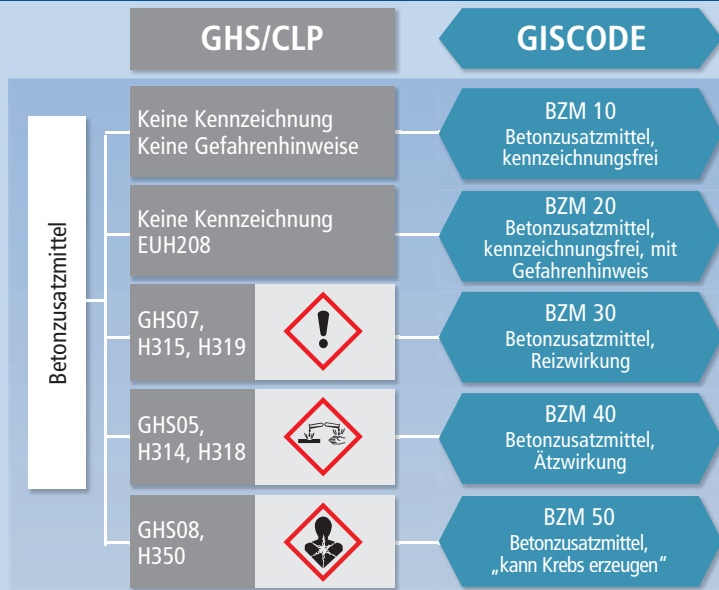
Aus der Vielzahl der hier aufgeführten Bewertungskriterien lassen sich, falls erforderlich, Sicherheitsvorgaben für den Umgang mit den Produkten, Hinweise auf Maßnahmen bei Transport und Lagerung, Grenzwerte für die Exposition sowie Verarbeitungs- und Anwendungsregeln ableiten. Diese werden nach nationalen und internationalen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien festgelegt.



2.5 Gefahrstoffinformationssystem (GISBAU)

Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau) hat zur Unterstützung ihrer Mitgliedsunternehmen ein Gefahrstoffinformationssystem (GISBAU) aufgebaut, das dem Unternehmer umfassende Gefahrstoff-Informationen zur Verfügung stellt und ihm die Erfüllung seiner Ermittlungs-, Überwachungs- und Unterweisungspflichten nach der Gefahrstoffverordnung weitgehend abnimmt. Kern des Systems sind Produkt-Informationen und Muster-Betriebsanweisungen nach Gefahrstoffverordnung.

Übersicht | Produktgruppen Betonzusatzmittel



In Zusammenarbeit mit den Herstellern von Betonzusatzmitteln wurden die auf die Belange der Betonzusatzmittel zugeschnittenen Produktgruppeninformationen überarbeitet und den aktuellen Gegebenheiten angepasst. Die Betonzusatzmittel werden in fünf Produktgruppen mit einer spezifischen Codierung unterteilt:

Der Code wird auf den Herstellerinformationen und den Gebindeetiketten angebracht, was dem Verwender eine eindeutige Zuordnung der Produkte zu dem jeweiligen GISCODE ermöglicht. Damit kann anhand weniger Produktgruppen über die erforderlichen Schutzmaßnahmen für eine Vielzahl von Produkten informiert werden. Die Hinweise beziehen sich auf das reine Produkt.

Die Betonzusatzmittel-Hersteller stellen GISBAU dafür die Produktinformationen zur Verfügung.

2.6 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

In der Europäischen Union stellt die Bauproduktenverordnung die Grundlage für die allgemeine Bewertung der Brauchbarkeit von Bauprodukten dar. Sie definiert eine Reihe von „Grundanforderungen an Bauwerke“, an denen sich die Produktbewertung als Basis für das Inverkehrbringen von Bauprodukten orientieren muss. Neben der Standsicherheit, der Nutzungssicherheit, dem Brandschutz und einigen anderen Anforderungen wird auch „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ als eine wesentliche Grundanforderung an Bauwerke festgelegt.

Die Europäische Kommission erteilte im Jahr 2005 dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) das Mandat M/366 zur Harmonisierung von Prüfnormen für gefährliche Stoffe. Das wesentliche Ergebnis aus der Normungsarbeit bis Herbst 2016 sind drei Technische Spezifikationen. CEN/TS 16637-2:2014 beschreibt das Auslaugverfahren zur Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen aus monolithischen oder plattenförmigen oder bahnenartigen Bauprodukten. CEN/TS 16637-3:2016 ist die „Horizontale Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom“ für die Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen aus körnigen Bauprodukten. CEN/TS 16516:2013 behandelt die Freisetzung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Bauprodukten in die Innenraumluft.

In Deutschland wurden vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser sowie zu den Auswirkungen auf Innenraumluft und Wohnqualität erarbeitet. Diese Bewertungsschemata fanden bisher Anwendung bei der Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen von Bauprodukten durch das DIBt.



Das deutsche Zulassungswesen wird sich allerdings zukünftig entscheidend ändern, denn der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat mit seinem Urteil vom 16. Oktober 2014 in der Rechtssache C-100/13 einen Verstoß gegen die Bauproduktenrichtlinie darin gesehen, dass in Deutschland an CE-gekennzeichnete Bauprodukte zusätzliche Anforderungen gestellt werden.

Von den Behörden ist geplant, die Bauregelliste Teil 1 und sonstige Zusatzanforderungen an harmonisierte Bauprodukte in anderen Regelwerken vollständig aufzuheben. Die weiterhin national für erforderlich gehaltenen Anforderungen sollen auf Bauwerksebene (bauwerksbezogene Anforderungen) konkretisiert werden. Dazu sollen in einer neuen Verwaltungsvorschrift „Technische Baubestimmungen“ (VV TB) die Anforderungen nach § 3 MBO, so auch die umweltschutzbezogenen, konkretisiert werden. Hinsichtlich der Umweltverträglichkeit von Bauprodukten hat das DIBt den Entwurf „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG)“ sowie den Entwurf „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)“ vorgelegt.

2.6.1 Boden und Grundwasser

Unter Federführung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) wurden seinerzeit in einer ressortübergreifenden Projektgruppe in Zusammenarbeit einer Vielzahl interessierter Kreise, darunter auch die Deutsche Bauchemie, die „Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ (Mai 2009) erarbeitet.

Diese Grundsätze wurden bislang bei der Erteilung von bauaufsichtlichen Zulassungen durch das DIBt angewandt. Mit Einführung der vorgesehenen neuen Verwaltungsvorschrift „Technische Baubestimmungen“ (VV TB) sollen die „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG)“ diese Grundsätze ablösen.

In Deutschland ist zur Bewertung der Auswirkungen von Beton auf Boden und Grundwasser keine Prüfung erforderlich, wenn genormte Ausgangsstoffe verwendet werden, die a priori als unbedenklich angesehen werden, oder für die die Umweltverträglichkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen wurde (z. B. nach den bisherigen „Grundsätzen zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ (Mai 2009)). Betonzusatzmittel nach EN 934 gelten als a priori unbedenklich. Dies wurde in einer Erläuterung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) klar gelegt. Diese Erläuterung steht auf der Internetseite des DAfStb als Download zur Verfügung.

2.6.2 Innenraumluft

Das gestiegene Bewusstsein in der Bevölkerung für Umwelt- und Gesundheitsthemen hat die Aufmerksamkeit der Fachwelt in den letzten Jahren auch verstärkt auf das Emissionsverhalten von Bauprodukten gelenkt.

Zur Bewertung des Emissionsverhaltens von Bauprodukten im Hinblick auf flüchtige organische Stoffe (VOC = Volatile Organic Compounds) hat das DIBt den Entwurf „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)“ vorgelegt, in denen allgemein die Prüfung und Bewertung des Emissionsverhaltens geregelt wird. Weiterführende Informationen zu dem darin verankerten bisherigen AgBB-Konzept und anderen Regelungen können dem Sachstandsbericht der Deutschen Bauchemie „Gesunde Innenraumluft mit modernen Bauprodukten“ entnommen werden.



2.7 REACH

REACH ist die europäische Chemikaliengesetzgebung und seit dem 1. Juni 2007 in Kraft. Sie regelt die Registrierung, Evaluierung (Bewertung), Autorisierung (Zulassung und Beschränkung) von chemischen Stoffen. Die Verordnung hat die Sicherstellung eines hohen Schutzniveaus für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zum Ziel. Kernstück von REACH ist die Verpflichtung, dass alle chemischen Stoffe, die in einer Menge ab 1 Tonne/Jahr in der EU hergestellt oder importiert werden, bei der Europäischen Agentur für chemische Stoffe – ECHA – registriert werden müssen.

Für die Registrierung muss der Hersteller/Importeur ein umfangreiches Dossier mit grundlegenden Daten zur Bewertung der umwelt- und gesundheitsrelevanten Eigenschaften der Stoffe vorlegen. Neu ist, dass die Stoffe nicht isoliert betrachtet werden, sondern eine Bewertung im Hinblick auf die Verwendung der Stoffe erfolgt, und das über deren gesamten Lebenszyklus. Dies erfolgt zeitlich gestaffelt bei der Registrierung der Stoffe. Seit 1. Dezember 2009 müssen alle in der EU hergestellten oder in die EU importierten und von REACH betroffenen Chemikalien bei ECHA vorregistriert sein. Andernfalls dürfen sie nicht mehr verwendet werden. Die volle Registrierung relevanter Stoffe hat dann in Abhängigkeit von dem Gefährdungspotential und den produzierten bzw. importierten Mengen, in den Jahren 2010 bis 2018 zu erfolgen. Zubereitungen bzw. Gemische (Betonzusatzmittel) werden selbst nicht registriert, sondern nur die in ihnen enthaltenen chemischen Stoffe. Die Hauptverantwortung und die zentralen Aufgaben liegen dabei bei den Herstellern und Importeuren dieser chemischen (Grund-) Stoffe.

Auch unter REACH bleibt das Sicherheitsdatenblatt das zentrale Informationsinstrument. Neu ist, dass das Sicherheitsdatenblatt nach der endgültigen Registrierung unter bestimmten Umständen einen Anhang – das sogenannte Expositionsszenario – enthalten kann. In den Expositionsszenarien werden die für eine sichere Verwendung erforderlichen Rahmenbedingungen und eventuelle Schutzmaßnahmen zusammengefasst. Im Zeitraum bis 2018 werden die Sicherheitsdatenblätter – sofern Aktualisierungsbedarf besteht – sukzessive angepasst und dann in überarbeiteter Form an den Kunden übermittelt.

Die Verwendung eines chemischen Produktes (Beton-/Mörtelzusatzmittel) ist dann sicher, wenn die im Sicherheitsdatenblatt angegebenen Bedingungen (ggf. in einem Expositionsszenario zusammengefasst) vom Verarbeiter eingehalten werden. Hält der gewerbliche Verarbeiter die im Sicherheitsdatenblatt und ggf. im angehängten Expositionsszenario vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen und Verwendungsbedingungen ein, entstehen für ihn keine weiteren Pflichten unter REACH.

Stellt ein Kunde der bauchemischen Industrie (Verarbeiter, nachgeschalteter Anwender) fest, dass die im Sicherheitsdatenblatt vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen und Verwendungsbedingungen nicht praktikabel sind, ist dies mit dem Produkthersteller zu erörtern und gemeinsam eine Lösung zu finden. Das gleiche gilt, wenn er von der angegebenen Verwendung abweicht. Es ist dann vom Produkthersteller zu prüfen, ob die abweichende Verwendung, ggf. unter Einhaltung weiterer Bedingungen, zugelassen werden kann oder abgelehnt werden muss.



2.8 Umweltproduktdeklarationen für Bauprodukte

Die meisten Bauprodukte werden gemeinsam mit einer Vielzahl anderer zur Herstellung von Gebäuden bzw. Bauwerken eingesetzt. Zu ihrer ökologischen Bewertung sowie zur Beurteilung und Bewertung ihrer Nachhaltigkeit können die Umweltproduktdeklarationen (Environmental Product Declaration, EPD) der einzelnen Bauprodukte herangezogen werden.

In der seit Juli 2013 geltenden Bauproduktenverordnung ist zusätzlich die Grundanforderung Nr. 7 „Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“ aufgenommen worden. Eine mögliche Option zur Umsetzung dieser Anforderungen ist es, EPDs nach EN 15804 als ein Element eines harmonisierten Verfahrens zur Bewertung Nachhaltigen Bauens heranzuziehen.

In einem umfangreichen Gesamtprojekt der Deutschen Bauchemie wurden für eine Reihe von Betonzusatzmittel-Wirkungsgruppen Muster-Umweltproduktdeklarationen erarbeitet, die vom Institut für Bauen und Umwelt (IBU) zertifiziert worden sind. Diese Muster-EPDs sind als Download über die DBC-Homepage verfügbar. (http://bauchemie.vci.de/wiki/DBC_Muster-EPDs/Seiten/Betonzusatzmittel.aspx)

Im Ergebnis eines Gemeinschaftsprojektes des europäischen Zusatzmittelverbands (EFCA) und der Deutschen Bauchemie sind europäische Muster-Umweltproduktdeklarationen für Betonzusatzmittel erarbeitet worden, die ebenfalls vom Institut für Bauen und Umwelt (IBU) zertifiziert worden sind. Diese Muster-EPDs sind als Download über die EFCA-Homepage verfügbar. (<http://www.efca.info/efca-publications/environmental/>)

Weiterführende Informationen hierzu finden sich in der Informationsschrift „Umweltproduktdeklarationen für bauchemische Produkte“ (1. Ausgabe, Juni 2015).



3 BETONVERFLÜSSIGER UND FLIESSMITTEL

Betonverflüssiger (BV) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 2, entsprechen.

Ein Betonverflüssiger ist in EN 934-2 wie folgt definiert:

„Zusatzmittel, das eine Verminderung des Wassergehalts einer gegebenen Betonmischung ermöglicht, ohne die Konsistenz zu beeinträchtigen, oder ohne Veränderung des Wassergehalts das Setzmaß/Ausbreitmaß erhöht, oder das gleichzeitig beide Wirkungen hervorruft.“

Fließmittel (FM) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 3.1/3.2, entsprechen.

Ein Fließmittel ist in EN 934-2 wie folgt definiert:

„Zusatzmittel, das eine erhebliche Verminderung des Wassergehalts einer gegebenen Betonmischung ermöglicht, ohne die Konsistenz zu beeinträchtigen, oder ohne Veränderung des Wassergehalts das Setzmaß/Ausbreitmaß erheblich erhöht, oder das gleichzeitig beide Wirkungen hervorruft.“

Daneben gibt es auch Fließmittel, die nach den Tabellen 11.1/11.2 der EN 934-2 geprüft werden und wie folgt definiert sind:

„Zusatzmittel, das die kombinierten Wirkungen eines Fließmittels (Hauptwirkung) und eines Verzögerers (Zusatzwirkung) aufweist.“

Dies sind die Produktgruppen, die in Deutschland als Betonverflüssiger und Fließmittel angewandt werden dürfen. Die EN 934-2 kennt allerdings noch zwei weitere multifunktionale Wirkungsgruppen.

Zusatzmittel nach Tabelle 10 „Zusatzmittel, das die kombinierten Wirkungen eines Betonverflüssigers (Hauptwirkung) und eines Verzögerers (Zusatzwirkung) aufweist“ dürfen in Deutschland nur in Kombination mit einer Anwendungszulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik eingesetzt werden. Betonzusatzmittel nach Tabelle 12 „Zusatzmittel, das die kombinierten Wirkungen eines Betonverflüssigers (Hauptwirkung) und eines Erstarrungsbeschleunigers (Zusatzwirkung) aufweist“ sind außerhalb von Deutschland ebenfalls im Markt zu finden, ihre Anwendung ist im Inland derzeit aber nicht zulässig.

3.1 Rohstoffe für Betonverflüssiger und Fließmittel

Die in Deutschland im Wesentlichen verwendeten Rohstoffe für BV und FM sind:

- Ligninsulfonate, Na-, Ca-, Mg-Salze
- Melaminsulfonate, Na-Salze
- Naphthalinsulfonate, Na-, Ca-Salze
- Polycarboxylat(e)/-ether, Na-Salze

Diese Rohstoffe werden als wässrige Lösungen bzw. Pulver eingesetzt. Es werden keine organischen Lösemittel verwendet. Ligninsulfonate und Polycarboxylat(e)/-ether sind als solche nach GHS-Kriterien nicht einstufigs- bzw. kennzeichnungspflichtig.

Üblicherweise enthalten Polykondensationsprodukte des Melamins und des Naphthalins produktionsbedingte geringe Mengen an freiem Formaldehyd.





Produkte mit einem Gehalt an freiem Formaldehyd $< 0,1 \%$ sind nach GHS-Kriterien nicht einstufigs- bzw. kennzeichnungspflichtig.

Aufgrund der seit 01.01.2016 geltenden Gefahrstoff-Einstufung von Formaldehyd sind Produkte mit einem Gehalt an freiem Formaldehyd von $\geq 0,1 \%$ und $< 0,2 \%$ nach GHS (Regulation (EC) No 1272/2008) mit dem Gefahrenhinweis H 350, „Kann Krebs erzeugen“ sowie EUH 208 „Kann allergische Reaktionen hervorrufen. Enthält: FORMALDEHYD“ zu kennzeichnen.

Für einen sicheren Umgang mit diesen Produkten sind die geltenden Regeln zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu befolgen.

Produkte mit Gehalten an freiem Formaldehyd $\geq 0,2 \%$ sind üblicherweise nicht mehr im Markt.

3.1.1 Ligninsulfonate

Lignin ist ein komplexer, hochpolymerer Naturstoff, der zusammen mit Cellulose den Hauptbestandteil des Holzes bildet und durch Hydrolyse und Sulfonierung von der Cellulose getrennt wird. Die so entstehenden Ligninsulfonate kann man deshalb auch als modifizierte Naturprodukte ansehen. Für die Betontechnologie stehen heute sehr einheitliche Qualitäten zur Verfügung.

Ligninsulfonate sind als toxikologisch unbedenklich anzusehen. Hierfür sprechen Ergebnisse aus akuten und subakuten Toxizitätsstudien an verschiedenen Spezies mit oraler Applikation.

Reizwirkungen an Haut und Auge von Kaninchen wurden nicht gefunden. Erbgutverändernde Eigenschaften konnten in Kurzzeittests nicht festgestellt werden (AMES-Test: negativ).

In ökotoxikologischen Versuchen an verschiedenen Fischarten und Wasserorganismen rufen Ligninsulfonate keine Schädigungen hervor.

Ligninsulfonate sind potentiell biologisch abbaubar. Das Material darf weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden. Die Ligninsulfonate sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Anhang 4 der VwVwS).

Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit von Ligninsulfonat und des niedrigen n-Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizienten kann eine Bioakkumulation ausgeschlossen werden.

Ligninsulfonate werden des Weiteren als Pelletierungshilfe in der Futtermittelindustrie eingesetzt. Aufgrund ihrer physiologischen Eigenschaften besitzen Ligninsulfonate eine futtermittelrechtliche Zulassung (EWG-Nr.: E 565) gemäß Futtermittelgesetz vom 02.07.1975 (BGBl.I, Seite 1745-1753) – geändert durch das Erste Gesetz zur Änderung des Futtermittelgesetzes vom 12.01.1987 – BGBl.I, Seite 138-140.

3.1.2 Melaminsulfonate

Hierbei handelt es sich um sulfitmodifizierte Melamin-Formaldehyd-Kondensationsprodukte. Diese Rohstoffe eignen sich besonders für Fließbetone und zeichnen sich durch ihre gute Zementverträglichkeit aus.

Produkte mit einem Gehalt an freiem Formaldehyd $< 0,1 \%$ sind nach GHS-Kriterien nicht einstufigs- bzw. kennzeichnungspflichtig.



Aufgrund der seit 01.01.2016 geltenden Gefahrstoff-Einstufung von Formaldehyd sind Produkte mit einem Gehalt an freiem Formaldehyd von $\geq 0,1\%$ und $< 0,2\%$ nach GHS (Regulation (EC) No 1272/2008) mit dem Gefahrenhinweis H 350, „Kann Krebs erzeugen“ sowie EUH 208 „Kann allergische Reaktionen hervorrufen. Enthält: FORMALDEHYD“ zu kennzeichnen.

Für einen sicheren Umgang mit diesen Produkten sind die geltenden Regeln zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu befolgen.

Produkte mit Gehalten an freiem Formaldehyd $\geq 0,2\%$ sind üblicherweise nicht mehr im Markt.

Aufgrund der Datenlage zur akuten Toxizität können Melaminsulfonate nach einmaliger oraler Aufnahme praktisch als nicht toxisch angesehen werden. Auch bei längerfristiger oraler Verabreichung (28 Tage) erweisen sich Melaminsulfonate als wenig toxisch.

Personenbezogene Messungen haben ergeben, dass die Formaldehydkonzentration bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und sachgemäßem Umgang mit kennzeichnungspflichtigen Melaminsulfonaten im Allgemeinen deutlich unter dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) liegt. Dies ist jedoch im Anwendungsfall durch regelmäßige Prüfzyklen nachzuweisen.

Die chemische Struktur ergibt keinen besonderen Verdacht auf reproduktions- oder entwicklungstoxische Wirkung.

Melaminsulfonate sind mit hoher Wahrscheinlichkeit akut nicht schädlich für Wasserorganismen.

Sie erfüllen nicht die Kriterien für leichte biologische Abbaubarkeit und dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden.

Die Melaminsulfonate sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Anhang 4 der VwVwS).

Melaminsulfonate erfüllen nicht die Kriterien für PBT (persistent/bioakkumulativ/toxisch) oder vPvB (sehr persistent/sehr bioakkumulativ).

Wasserlösliche Melaminsulfonate werden hauptsächlich für mineralische Baustoffe verwendet.

3.1.3 Naphthalinsulfonate

Naphthalin entsteht während der trockenen Destillation von Steinkohle aufgrund einer Zersetzungsreaktion. Durch Sulfonieren von Naphthalin und Umsetzung mit Formaldehyd erhält man ein sulfoniertes Naphthalin-Kondensationsprodukt. In der Betontechnologie werden Naphthalinsulfonate schon seit ca. 1930 zur Verflüssigung von Beton eingesetzt. Heute kommen besondere mittel- und hochmolekulare Naphthalinsulfonate als Fließmittel zum Einsatz.

Aufgrund der seit 01.01.2016 geltenden Gefahrstoff-Einstufung von Formaldehyd sind Produkte mit einem Gehalt an freiem Formaldehyd von $\geq 0,1\%$ und $< 0,2\%$ nach GHS (Regulation (EC) No 1272/2008) mit dem Gefahrenhinweis H 350, „Kann Krebs erzeugen“ sowie EUH 208 „Kann allergische Reaktionen hervorrufen. Enthält: FORMALDEHYD“ zu kennzeichnen.

Für einen sicheren Umgang mit diesen Produkten sind die geltenden Regeln zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu befolgen.

Auf dem deutschen Markt sind nur Produkte mit Gehalten an freiem Formaldehyd < 0,1 % vertreten. Diese sind nach GHS (Regulation (EC) No 1272/2008) nicht einstu- fungs- und kennzeichnungspflichtig.

Naphthalinsulfonate können von ihrer akuten Toxizität her als unbedenklich angesehen werden.

Reizwirkungen an Haut und Auge von Kaninchen wurden nicht gefunden.

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die akute Bakterien- und Fischtoxizität so gering sind, dass sie nicht zu einer Einstufung und/oder Kennzeichnung nach GHS- Kriterien führen. Erbgutverändernde Eigenschaften konnten in Kurzzeittests nicht festgestellt werden (AMES-Test: negativ).

Naphthalinsulfonate erfüllen nicht die Kriterien für leichte biologische Abbaubarkeit. Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden.

Die Naphthalinsulfonate sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wasser- gefährdend eingestuft (Anhang 4 der VwVwS). Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit von Naphthalinsulfonaten und des niedrigen n-Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizienten kann eine Bioakkumulation ausgeschlossen werden.

Naphthalinsulfonate werden als Begleit- und Hilfsstoffe in der Textil- und Lederwarenindustrie eingesetzt. Des Weiteren werden Naphthalinsulfonate zur Dispergierung von Feststofftrüben (Flotationsprozesse) großtechnisch eingesetzt.

3.1.4 Polycarboxylat(e)/-ether (PCE)

Als Rohstoffe für Betonverflüssiger und Fließmittel werden wasserlösliche Polycarboxylat(e)/-ether, in der Regel in Form ihrer Natrium-Salze, eingesetzt. Sie lei- ten sich von ungesättigten organischen Carbonsäuren ab.

Zum Einsatz in Betonzusatzmitteln kommen üblicherweise Polymerisationsprodukte von Acrylaten und Maleinaten, sowie verschiedene hiervon abgeleitete Derivate mit Polyalkylenglykolethern.

Polycarboxylat/-ether, die zur Herstellung von Betonzusatzmitteln üblicherweise ein- gesetzt werden, sind nicht akut toxisch, wie durch Versuche an Ratten bzw. Kaninchen (orale und dermale Verabreichungen) belegt ist. Haut- und Schleimhautreizungen können bei Acrylaten auftreten, Maleinate und Polycarboxylatether sind als „nicht reizend“ beschrieben. Die Rohstoffe sind nach GHS-Kriterien nicht einstu- fungs- bzw. kennzeichnungspflichtig.

Die biologische Abbaubarkeit von Polycarboxylat/-ethern wird von nicht leicht biolo- gisch abbaubar bis schwer biologisch abbaubar angegeben. Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugegeben noch direkt in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet wer- den. Polycarboxylat/-ether sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wasserge- fährdend (Anhang 4 der VwVwS), eingestuft.

Polycarboxylate werden als Dispergierhilfsmittel seit Jahrzehnten in der Farbenindustrie eingesetzt. Seit einigen Jahren finden sie auch weite Verwendung als Hilfsmittel im Waschmittelbereich als sog. „Builder“.





3.2 Hilfsstoffe und Additive für Betonverflüssiger und Fließmittel

Betonzusatzmittel können Konservierungsmittel und Entschäumer, üblicherweise in einer Größenordnung bis zu 0,5 %, enthalten.

Hauptaufgabe der Entschäumer ist es, die Einführung/Stabilisierung von Luftporen in den Beton während des Mischens zu begrenzen. Dies ist sowohl in Hinblick auf die angestrebte Festigkeit des Betons, als auch auf die Oberflächenqualität der Betonelemente notwendig. Außerdem verhindern Entschäumer eine übermäßige Schaumbildung beim Abfüllen und Dosieren des Betonzusatzmittels.

Konservierungsmittel schützen ein Zusatzmittel vor einem biologischen Befall. Unter üblichen Bedingungen gewährleisten sie Lagerstabilität und Haltbarkeit über Monate oder Jahre.

Im Hinblick auf eine toxikologische und ökotoxikologische Bewertung der Betonzusatzmittel muss die geringe Konzentration dieser Additive in Betracht gezogen werden.

Hierzu ein Beispiel: Ein beliebiges Fließmittel enthält 0,5 M.-% Entschäumer. Wird dieses Fließmittel mit einer Dosierung von 1,0 M.-% bezogen auf den Zement einem Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit 300 kg/m³ Zement zugegeben, enthält der Festbeton 6 ppm des Entschäumers.

3.2.1 Entschäumer

Als Entschäumer werden Tri-iso-butylphosphat und andere oberflächenaktive organische Verbindungen eingesetzt. Tri-n-butylphosphat findet in Betonzusatzmitteln aufgrund seiner Gefahrstoff-Einstufung keine Anwendung mehr.

Aufgrund der vorliegenden toxikologischen Befunde zur akuten Toxizität beim Tier ist Tri-iso-butylphosphat gering toxisch (LD50 Ratte oral > 5000 mg/kg Körpergewicht; LD50 Kaninchen dermal > 5000 mg/kg Körpergewicht). Beim Kaninchen wirkt Tri-iso-butylphosphat an der Haut und am Auge nicht bzw. mäßig reizend. Eine neurotoxische Wirkung konnte am Tier nicht beobachtet werden.

Tri-iso-butylphosphat ist entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP] als hautsensibilisierend (Skin Sens. 1B) eingestuft und mit H317 „Kann allergische Hautreaktionen verursachen.“ zu kennzeichnen. Ökotoxikologisch wird das Tri-iso-butylphosphat in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP] müssen Betonzusatzmittel mit einem Gehalt von 0,1 % bis < 1 % Tri-iso-butylphosphat auf dem Etikett den Hinweis „EUH208: Kann allergische Reaktionen hervorrufen. Enthält: TRIISOBUTYLPHOSPHAT“ tragen.

Andere Entschäumertypen basieren zum Beispiel auf EO/PO-Blockpolymerisaten, ethoxilierten Alkoholen oder aliphatischen Fettsäuren. Diese Entschäumertypen sind allgemein nicht akut toxisch, wie durch Versuche an Ratten (orale Verabreichung) belegt ist. Haut- und Schleimhautreizungen können auftreten.

Polydimethylsiloxan besitzt eine geringe Schleimhautreizwirkung; eine teratogene Wirkung konnte nicht völlig ausgeschlossen werden. Es hat keinen Einfluss auf das Immunsystem. Eine Hautresorption findet nicht statt. Aufgrund der Vielfalt dieser Entschäumer kann eine allgemeingültige Aussage zur WGK nicht gegeben werden.

3.2.2 Konservierungsmittel

Konservierungsmittel werden Betonzusatzmitteln zum Schutz gegen Befall durch Mikroorganismen (Bakterien, Schimmel, Hefen) während Lagerung und Transport zugegeben.

Hierdurch wird die Qualität und Funktionalität der flüssigen Additive bis zur endgültigen Verwendung im Beton sichergestellt.

Aufgrund der niedrigen Einsatzkonzentrationen und des im Frischbeton erfolgenden Abbaus zu unschädlichen Folgeprodukten sind die Biozidwirkstoffe im Festbeton kaum noch vorhanden bzw. analytisch nicht mehr nachweisbar.

Inverkehrbringen von Konservierungsmitteln wird mit der neuen Verordnung EU No. 528/2012 (Biozidprodukteverordnung, BPR) geregelt, die seit 01.09.2013 in Kraft ist und die bis dato geltende Biozidrichtlinie (RL 98/8/EG) abgelöst hat.

Konservierungsmittel und deren Wirkstoffe werden hier einem strengen Zulassungsverfahren unterworfen, das auf einer harmonisierten Bewertung der gesundheitlichen und ökotoxikologischen Eigenschaften beruht. Gemäß der BPR (Biocidal Product Regulation) erfolgt gegenwärtig auf EU-Ebene zunächst eine umfassende Überprüfung der am Markt befindlichen Biozidwirkstoffe. Bei positiver Bewertung durch den Ausschuss für Biozidprodukte (BPC, Biocidal Products Committee) werden diese in der sog. Unionsliste der zugelassenen Aktivsubstanzen (vormals sog. Annex I der BPD) aufgenommen, welche auf der ECHA-Website eingesehen werden kann. Nachdem ein Wirkstoff das Bewertungsverfahren erfolgreich durchlaufen hat, muss die Zulassung der aus dem registrierten Wirkstoff hergestellten Biozidprodukte (Formulierungen, Zubereitungen) innerhalb eines Zeitraums von 2 Jahren erfolgen. Die Zulassung der Biozidprodukte kann auf nationaler Ebene durch zugeordnete Fachbehörden – in Deutschland z. B. durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, Dortmund) – erfolgen oder neuerdings auch direkt auf EU-Ebene durch das neu eingeführte Zulassungsverfahren der Unionszulassung.

Zur Konservierung von Betonzusatzmitteln werden im Wesentlichen Zubereitungen auf Basis der folgenden Wirkstoffgruppen eingesetzt:

- Formaldehydabspaltende Verbindungen
- Isothiazolinone
- Bronopol
- Phenolische Wirkstoffe

Mengenmäßig stehen Konservierungsmittel auf Basis formaldehydabspaltender Verbindungen im Vordergrund. Beim Einsatz dieser effektiven und bewährten Konservierungsmittel ist die neue Einstufung und Kennzeichnungspflicht (seit Januar 2016) von Formaldehyd als krebserzeugend (Kategorie 1B) und erbgutverändernd (Kategorie 2) zu beachten. Der Einsatz formaldehydabspaltender Biozidprodukte ist solange kennzeichnungsfrei, als die in den damit ausgerüsteten Produkten enthaltene Menge an freiem Formaldehyd unter 0,1 % (1000 ppm) liegt.

Sofern dieser Grenzwert eingehalten wird, ist der Einsatz von formaldehydabspaltenden Biozidprodukten auch in Zukunft weiterhin möglich.

Die Einsatzkonzentrationen betragen etwa 0,1 bis 0,2 M.-% des Formaldehyd-Depotstoff enthaltenden Konservierungsmittels, bezogen auf das zu schützende Betonzusatzmittel.





Bestimmte Formaldehyd-Abspalter (z. B. Benzylhemiformal, Tetramethylolacetylendiharnstoff, Ethylendioxydimethanol) wurden in Deutschland bzw. auf EU-Ebene bereits bzgl. ihrer Toxizität und Verwendung für bestimmte Einsatzzwecke bewertet; sie besitzen beispielsweise eine positive Beurteilung des Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) zur Verwendung als Konservierungsmittel von Rohstoffen, welche für die Herstellung von Papieren mit Lebensmittelkontakt (Empfehlungsliste XXXVI) geeignet sind und verfügen teilweise über eine Zulassung zur Konservierung von Kosmetika. Die endgültige Bewertung der Formaldehyd-Abspalter gemäß der Biozidprodukteverordnung (BPR) ist allerdings noch nicht abgeschlossen und eine Aussage über die zukünftige Verwendbarkeit individueller Vertreter aus dieser Produktgruppe ist aus heutiger Sicht nicht abschließend möglich.

Konservierungsmittel auf Basis von Isothiazolinonen sind eine weitere wesentliche Wirkstoffgruppe zur Herstellung von Biozidprodukten für die Konservierung flüssiger Betonzusatzmittel.

Wichtige Vertreter dieser Stoffklasse sind das Chlormethylisothiazolinon/Methylisothiazolinon (CMIT/MIT)-Gemisch, Benzisothiazolinon (BIT), Methylisothiazolinon (MIT) sowie das als fungizid wirksame Komponente gelegentlich beigemischte N-Octylisothiazolinon (OIT).

Handelsübliche Chlormethylisothiazolinon/Methylisothiazolinon-haltige Konservierungsmittel sind in der Regel mit Wirkstoffgehalten von 0,5 bis 1,5 % ausgestattet. Für Konservierungszwecke werden von diesen hoch wirksamen Produkten niedrige Dosierungen von 0,02 M.-% bis 0,2 M.-% benötigt.

Der Anteil des reinen Wirkstoffs im Betonzusatzmittel liegt somit bei wenigen ppm.

Beim Gebrauch von Chlormethylisothiazolinon/Methylisothiazolinon muss das damit ausgerüstete Produkt ab einer Wirkstoffkonzentration von 15 ppm als „hautsensibilisierend“ (H 317) gekennzeichnet werden. Bis zu dieser Höchstmenge sind Konservierungsmittel auf Basis (CMIT/MIT) auch zur Konservierung von Kosmetika zugelassen. Weiterhin liegt eine Listung in den BfR-Empfehlungen XIV (Kunststoff-Dispersionen) und XXXVI (Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt) für das Chlormethylisothiazolinon/Methylisothiazolinon-Gemisch vor.

Bei der Verwendung von Konservierungsmitteln auf Basis von Benzisothiazolinon (BIT) ist die Kennzeichnungsgrenze bezüglich „hautsensibilisierend“ (H 317) ab einem Anteil von 500 ppm des Wirkstoffs im zu schützenden Produkt zu beachten. Bei einer handelsüblichen z. B. 20 %-igen Benzisothiazolinon-Zubereitung ist demzufolge eine kennzeichnungsfreie Dosierung bis maximal 0,249 % möglich.

Breite Verwendung in der Gebindekonservierung hat in den letzten Jahren ein Gemisch aus Benzisothiazolinon/Methylisothiazolinon gefunden. Gegenüber der konventionellen Chlormethylisothiazolinon/Methylisothiazolinon-Zubereitung bietet diese neue Kombination den Vorteil einer geringeren sensibilisierenden Wirkung und damit erweiterter Möglichkeiten der kennzeichnungsfreien Dosierung.

Die Verwendung von BIT/MIT basierenden Biozidprodukten wurde für die BfR-Empfehlungen XIV (Kunststoff-Dispersionen) und XXXVI (Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt) freigegeben.

Das als fungizide Komponente verwendete N-Octylisothiazolinon liegt bei Einhaltung der empfohlenen Anwendungskonzentrationen in der Regel deutlich unterhalb der für diesen Wirkstoff geltenden Kennzeichnungsgrenze von 500 ppm bzgl. Hautsensibilisierung (H 317).

Eine den Einsatz aller Isothiazolinone betreffende neue regulatorische Vorschrift ist der seit 1. Juni 2015 geltende EUH 208 Hinweis („Enthält <Substanz>. Kann zu allergischen Reaktionen führen“). Hierdurch sollen gegenüber sensibilisierenden Substanzen besonders empfindliche Personen bezüglich des Inhalts sensibilisierender Substanzen informiert werden.

Bezüglich EU 208 Hinweis gelten für die Isothiazolinone im Einzelnen folgende Grenzwerte:

- CMIT/MIT ab 1,5 ppm
- BIT ab 50 ppm
- MIT ab 100 ppm
- OIT ab 50 ppm

Bei Überschreitung der genannten Grenzwerte ist der EUH 208 Hinweissatz auf den Gebinden anzubringen.

Das ursprünglich für die Konservierung von Kosmetika entwickelte Bronopol hat in den letzten Jahren wegen der guten Kombinierbarkeit mit Isothiazolinonen (insbesondere CMIT/MIT) auch in der Konservierung technischer Produkte zunehmend Verwendung gefunden.

Neben dem Einsatz in Kosmetika ist Bronopol auch in den bereits erwähnten BfR-Empfehlungen XIV und XXXVI approbiert.

Für Anstriche und Farben im Innenbereich ist Bronopol mit dem Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ Zulassung gemäß RAL UZ 102 ausgestattet.

Als weitere Wirkstoffgruppe sind phenolische Verbindungen von Interesse. Diese Produktklasse besitzt in der Regel eine geringe orale und dermale Toxizität, die Verbindungen sind nicht mutagen. Die Sensibilisierungsgefahr durch die Produkte ist in der empfohlenen Einsatzkonzentration nicht gegeben bzw. allenfalls als sehr gering einzustufen.

Wichtige Vertreter dieser Stoffklasse sind o-Phenylphenol und p-Chlor-m-kresol.

Beide Wirkstoffe sind in der BfR-Empfehlung XIV (Kunststoff-Dispersionen) aufgeführt, o-Phenylphenol entspricht darüber hinaus auch der BfR-Empfehlung XXXVI (Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt). Beide Produkte sind innerhalb bestimmter Konzentrationsgrenzen auch zur Konservierung von Kosmetika zugelassen.

Zur Optimierung der Wirksamkeit von Biozidprodukten kommen oftmals auch Kombinationsprodukte der hier aufgeführten Basiswirkstoffe zum Einsatz.

3.3 Betonverflüssiger und Fließmittel als Betonzusatzmittel

Betonverflüssiger und Fließmittel enthalten im Wesentlichen Lignin-, Naphthalin-, Melaminsulfonate oder Polycarboxylat(e)-ether oder deren Mischungen. Als Begleit- und Hilfsstoffe werden Entschäumer und Konservierungsmittel hinzugegeben.

In der Regel werden Betonverflüssiger und Fließmittel in flüssiger Form gehandelt. Die Wirkstoffkonzentrationen liegen zwischen 10 und 40 M.-%. Übliche Dosierungen von Betonverflüssigern liegen zwischen 0,2 und 0,5 M.-% und von Fließmitteln zwischen 0,4 und 2,0 M.-% bezogen auf den Zement.

Die üblicherweise auf dem deutschen Markt anzutreffenden Zubereitungen von Betonverflüssigern und Fließmitteln mit Gehalten an freiem Formaldehyd < 0,1 % sind nach GHS-Kriterien nicht einstufigs- und kennzeichnungspflichtig.





Formulierungen mit Gehalten an freiem Formaldehyd $\geq 0,1 \%$ und $< 0,2 \%$ sind nach GHS (Regulation (EC) No. 1272/2008) mit dem Gefahrenhinweis H 350 „Kann Krebs erzeugen“ sowie EUH 208 „Kann allergische Reaktionen hervorrufen. Enthält: FORMALDEHYD“ gekennzeichnet. Für den Umgang mit diesen Produkten sind die geltenden Regeln zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu befolgen.

Die Betonverflüssiger und Fließmittel erfüllen die Kriterien für leichte biologische Abbaubarkeit nicht.

Diese Zusatzmittel dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder in die Kanalisation direkt eingeleitet werden. Sie werden in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Anhang 4 der VwVwS).

3.4 Betonverflüssiger und Fließmittel im Beton

Wie oben bereits ausgeführt, werden Betonverflüssiger normalerweise mit einer Dosierung von 0,2 bis 0,5 M.-% eingesetzt, Fließmittel mit einer Dosierung von 0,4 bis 2,0 M.-%. Daraus resultiert, dass der Gehalt der Zusatzmittel im Beton sehr gering ist. Hierzu ein Beispiel: Fließmittel ergeben bei einer Dosierung von 2,0 M.-% einer 40 %-igen Lösung, bezogen auf den Zement, nur 0,1 % Wirkstoff im Festbeton.

Nach heutigem Wissensstand werden die üblichen Rohstoffe für Betonverflüssiger und Fließmittel kurz nach der Zugabe des Zusatzmittels zum Beton an der Grenzfläche Zementpartikel/Wasser sorbiert; dadurch nimmt die Konzentration der Wirkstoffe in der wässrigen Phase schnell ab.

So haben Sorptionsversuche mit Calciumligninsulfonat, Natriummelaminsulfonat und Natriumnaphthalinsulfonat ergeben, dass diese Wirkstoffe innerhalb von sieben Tagen zu mehr als 90 % am Zementstein gebunden werden.

Analysen an unter hohem Druck (bis zu 5000 bar) aus 28 Tage alten Zementsteinen ausgepressten Porenwässern bestätigen die Ergebnisse der Sorptionsversuche. Die im Porenwasser bestimmte Konzentration nach einer Hydratationszeit von 28 Tagen zeigt, z. B. für Calciumligninsulfonat, dass etwa 95 % des Wirkstoffes am Zement sorbiert sind.

Zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit und der Recyclingfähigkeit von Betonen, die mit Zusatzmitteln hergestellt wurden, ist nicht das Sorptionsverhalten, sondern die mögliche Freisetzung von Bestandteilen der Zusatzmittel von Bedeutung. Da Betonzusatzmittel im Allgemeinen schwerflüchtige Substanzen sind, kann davon ausgegangen werden, dass Anteile, die aufgrund von chemischen Gleichgewichten in geringen Mengen gelöst im Porenwasser des Zementsteins vorliegen, im Wesentlichen nur durch Diffusionsprozesse in der flüssigen Phase an die Umwelt abgegeben werden.

Elutionsversuche an unzerkleinerten Zementsteinzylindern ($w/z = 0,40$, Durchmesser und Höhe 100 mm) nach dem Trogverfahren haben ergeben, dass innerhalb von 24 Stunden nur weniger als 0,5 % der eingesetzten Wirkstoffmengen eluiert werden. In der weiteren Zeit verringert sich die Freisetzungsrates noch stärker. Folglich führen die Diffusionsprozesse bei üblich durchfeuchteten Außenbauteilen nur zu sehr geringen Auslaugraten. Nach neueren Untersuchungen werden im Fall der Naphthalinsulfonate im Wesentlichen nur monomere Verbindungen eluiert. Die höher kondensierten Verbindungen, die den Großteil des Betonzusatzmittels darstellen, bleiben immobilisiert. Bei trockenen Innenbauteilen sind Auslaugungen nicht möglich.

Dementsprechend kommen Prüfungen der Eignung von Betonverflüssigern und Fließmitteln für den Bau von Trinkwasseranlagen zu folgenden Ergebnissen:

- a) Die United States Environmental Protection Agency (EPA) gibt an, dass die Zugabe von 4,5 M.-% Melment L10/20 % vom Zementgewicht eines mit Trinkwasser in Kontakt stehenden Betons unbedenklich ist.
- b) Die Prüfung von Mörtelprismen mit 2 M.-% Melment L 10/20 % nach der belgischen Norm NBNS 29.004 ergab, dass der Zement, die Flugasche und das Fließmittel Melment L 10/20 % die Anforderungen dieser Norm erfüllen und für Auskleidungen von Behältern für die Langzeitaufnahme von Trinkwasser verwendet werden können, weil die Mengen an ausgelaugtem Formaldehyd und Melaminsulfonat deutlich unter den Grenzwerten dieser Norm liegen.
- c) Die Prüfung von Melaminsulfonat bzw. Naphthalinsulfonat bzw. Natrium-Ligninsulfonat-Lösung, entsprechend den DVGW-Arbeitsblättern W 270 und W 347, ergaben, dass diese die Anforderungen für den Einsatz in Trinkwasserbehältern und -auskleidungen erfüllen.

Zur Beurteilung der Frage nach möglichen Emissionen gasförmiger Substanzen aus Betonzusatzmittel-haltigen Betonen liegt eine Vielzahl praxisbezogener Untersuchungsergebnisse vor:

- a) Bei der Untersuchung einer Verbundplatte, hergestellt aus Melment-haltiger Haftbrücke und Melment-haltigem Reparaturmörtel, wurde in der 1-m³-Kammer eine Formaldehydausgleichskonzentration von 0,01 ppm bestimmt, die dem Blindwert der Kammer entspricht. Die untersuchte Verbundplatte kann deshalb als praktisch frei von Formaldehydausgasungen bezeichnet werden.
- b) Bei der Untersuchung von 28 Tage alten Betonplatten, die mit der zulässigen Höchstdosierung von 32 ml/kg Zement Melment L 10/20 % hergestellt wurden, wurde in der 1 m³-Prüfkammer nach einer Prüfdauer von 120 Stunden eine Formaldehydkonzentration von 0,03 ppm bestimmt. Die Ammoniakabgabe dieser Betonplatten wurde in der 1 m³-Kammer mit 0,02 ppm bestimmt. Für die Beurteilung der Ammoniakabgabe wird als Richtwert 1/20 des MAK-Wertes, das heißt 2,5 ppm, empfohlen (Rat von Sachverständigen; Sondergutachten 1987). Die ermittelte Ammoniakabgabe liegt damit deutlich unter diesem Bewertungsmaßstab.
2 Jahre alte Betonplatten mit vergleichbarem Gehalt an Melment ergaben nach einer Versuchszeit von 192 Stunden eine Formaldehydkonzentration von 0,01 ppm. Naphthalinsulfonat (40 %-ige Lösung) mit einer Dosierung von 14 ml/kg Zement ergab nach 28 Tagen – unter gleichen Messbedingungen – eine Formaldehydkonzentration von 0,01 ppm.
Diese Formaldehydkonzentrationen liegen deutlich unterhalb des für Aufenthaltsräume vom BfR empfohlenen Richtwertes für die Formaldehyd-Raumluftkonzentration von 0,1 ppm sowie des lt. Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) § 9 (3) für Holzwerkstoffe vorgegebenen Wertes von ebenfalls 0,1 ppm.
- c) Zusätzlich zur Prüfung von erhärteten Betonplatten in der 1 m³-Prüfkammer wurde die Formaldehydemission aus Frischbeton mit Fließmittel auf Basis von Naphthalin- bzw. Melaminsulfonat unter baupraktischen Bedingungen auf Baustellen, im Transportbetonwerk, im Betonfertigteilwerk und in einem Betontechnikum gem. TRGS 402 gemessen.

Zusammenfassend zeigen diese Untersuchungen Formaldehydemissionen in einem Bereich von nicht messbar bis 0,0245 mg/m³ Luft. Sie lagen damit in allen Fällen deutlich unter dem AGW von 0,3 ppm bzw. 0,37 mg/m³.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann nach heutigem Wissensstand davon ausgegangen werden, dass von einem Beton mit Betonverflüssiger oder Fließmittel keine Gefährdung für Mensch und Umwelt durch die Freisetzung flüchtiger Stoffe ausgeht.





4 VERZÖGERER

Verzögerer (VZ) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 8, entsprechen.

Ein Verzögerer ist in EN 934-2 wie folgt definiert:

„Zusatzmittel, das die Zeit vom Beginn des Übergangs der Mischung vom plastischen in den festen Zustand verlängert“.

4.1 Rohstoffe für Verzögerer

Die in Deutschland am häufigsten verwendeten Rohstoffe für Verzögerer sind:

- Saccharose
- Gluconate
- Phosphate
- Ligninsulfonate
- Dextrine
- Vinasse/Melasse

Alle diese Rohstoffe werden pulverförmig oder als wässrige Lösungen eingesetzt.

4.1.1 Saccharose

Unter Saccharose wird je nach Herkunft gewöhnlicher Rohrzucker oder Rübenzucker verstanden, der im Haushalt zum Süßen von Speisen verwendet wird. Saccharose ist deshalb nicht als gefährlicher Inhaltsstoff anzusehen. Ökotoxikologisch sehen die Verhältnisse anders aus. Die Saccharose ist zwar leicht biologisch abbaubar, wegen des hohen biologischen Sauerstoffbedarfs beim Abbau aber belastend für die Gewässer. Produkte mit Saccharose sind daher in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS).

Produkte mit Saccharose sollten deshalb weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden.

4.1.2 Organische Säuren

4.1.2.1 Gluconate

Bei den Gluconaten handelt es sich um modifizierte Zucker, die häufig als Natriumgluconat (Natriumsalz der Gluconsäure) Anwendung finden.

Die in der Literatur bekannten Daten weisen auf eine nur geringe akute Toxizität hin. Es konnte keine Reizwirkung auf Haut oder Schleimhaut nachgewiesen werden.

Es besteht keine Kennzeichnungspflicht. Auch dieses Produkt ist leicht biologisch abbaubar. Wegen des hohen biologischen Sauerstoffbedarfs beim Abbau ist es in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Produkte mit Gluconaten dürfen deshalb weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Gluconate finden Anwendung als Zusatzstoff für diätetische Lebensmittel. Im Übrigen sind Gluconate auch Zwischenprodukte des menschlichen Stoffwechsels.

In den USA hat das Na-Gluconat den „Gras-Status“ (generally recognized as safe). Der Rohstoff kann daher sowohl toxikologisch als auch ökotoxikologisch als unbedenklich angesehen werden.



4.1.2.2 Fruchtsäuren

Fruchtsäuren sind vielfach in Früchten vorkommende organische Säuren, die zur Aromabildung beitragen und antimikrobiell wirken. Bekannte Vertreter sind Zitronensäure, Weinsäure, Gluconsäure, Milchsäure und Apfelsäure. Sie sind Hydroxycarbonsäuren und haben im Beton eine verzögernde Wirkung.

Die zur Herstellung von Recyclinghilfen bevorzugt eingesetzte Zitronensäure ist im Hinblick auf ihre akute Toxizität unbedenklich, chronisch-toxische Eigenschaften sind keine bekannt. Bei sachgemäßem Umgang sind für den Menschen gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht bekannt und nicht zu erwarten. Zitronensäure reizt in konzentrierter Form Augen und Haut. Sie ist leicht biologisch abbaubar. Eine Bioakkumulation findet nicht statt. Zitronensäure ist als nicht wassergefährdender Stoff (nwg) eingestuft (VwVwS).

Da reine Zitronensäure leicht wasserlöslich ist und in wässriger Lösung eine saure Reaktion zeigt, ist sie nach CLP-Verordnung mit GHS07 und H319 zu kennzeichnen. Berührungen mit den Augen oder der Haut sind zu vermeiden.

Zitronensäure ist als Lebensmittelzusatz (E 330) zugelassen und hat in den USA „Gras-Status“ (generally recognized as safe). Sie kann als Rohstoff daher sowohl toxiologisch als auch ökotoxikologisch als unbedenklich angesehen werden.

4.1.3 Anorganische Verzögerer

4.1.3.1 Phosphate

Von den Phosphaten sind hauptsächlich

- Tetrakaliumpyrophosphat
- Natriumtripolyphosphat
- Natriumhexametaphosphat

im Einsatz.

Von den in Verzögerern eingesetzten Phosphaten ist bekannt, dass sie nicht akut toxisch sind. Sie sind anorganische Substanzen, auf die der Begriff der biologischen Abbaubarkeit nicht anwendbar ist.

Tetrakaliumpyrophosphat in wässriger Lösung reagiert alkalisch und ist daher kennzeichnungspflichtig mit GHS07 (Achtung). Der Stoff ist als augenreizend (H319) eingestuft. Die Phosphate werden in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden. Diese Phosphate werden vielfach auch im Lebensmittelbereich eingesetzt.

Zu beachten ist, dass Verzögerer auf Phosphatbasis ab einer Menge von 1.000 kg beim Transport gemäß dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) einzustufen sind.

4.1.3.2 Phosphonsäuren

Auch organische Derivate der Phosphonsäure werden als Verzögerer eingesetzt. Es handelt sich hierbei um Verbindungen, die eine Phosphor-Kohlenstoff-Bindung aufweisen.

Ein Beispiel bildet die 2-Phosphonobutan-1,2,4-tricarbonsäure (PBTC).

Eine ca. 50 %-ige wässrige Lösung von PBTC kann aufgrund der aktuellen Datenlage als toxiologisch unbedenklich angesehen werden. Reizwirkungen an Kaninchenhaut wurden nicht gefunden, auf Kaninchenaugen wirkt PBTC mäßig reizend.





Hinweise auf teratogene Eigenschaften (Ratte) oder mutagene Wirkung (AMES-Test, Mikronukleus-Test) wurden nicht gefunden.

In ökotoxikologischen Tests an Bakterien und Fischen zeigte PBTC auch bei hohen Konzentrationen keine Schädwirkungen. PBTC ist in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (VwVwS). Bei sachgemäßer Verwendung werden keine Störungen in biologischen Kläranlagen verursacht. Gemäß CLP-Verordnung ist PBTC nicht kennzeichnungspflichtig. PBTC wird zur Wasserbehandlung in Kühl- und Prozesswässern, d. h. zur Verhinderung von Krustenbildung auf z. B. Wärmeaustauschern sowie in Flüssigreinigern für die Lebensmittelindustrie eingesetzt.

4.1.3.3 Ligninsulfonate

Weitere Informationen hierzu sind in den Ausführungen im Abschnitt 3.1.1 dargestellt.

4.2 Hilfsstoffe und Additive für Verzögerer

Wegen der leichten biologischen Abbaubarkeit von Saccharose und Gluconaten müssen die mit diesen Rohstoffen hergestellten Verzögerer konserviert werden.

Die Konservierungsmittel schützen das Zusatzmittel vor einem biologischen Befall. Auf diese Weise sind Lagerstabilität und Haltbarkeit sichergestellt. Nur wenn der Verzögerer auch nach längerer Lagerung seine Wirkung behält, können dauerhafte Betone in der gewünschten Qualität hergestellt werden. (Konservierungsmittel werden im Abschnitt 3.2.2 behandelt)

Dadurch kann es dann auch zu entsprechenden Kennzeichnungspflichten kommen (Enthält <Substanz>: Kann allergische Reaktionen hervorrufen.).

4.3 Verzögerer als Betonzusatzmittel

Verzögerer sind wässrige Lösungen der zuvor beschriebenen Rohstoffe bzw. deren Rohstoffgemische. Die Wirkstoffkonzentration liegt normalerweise zwischen 10 und 30 M.-%.

Die auf dem deutschen Markt verwendeten Verzögerer gelten aufgrund der verfügbaren Rohstoffdaten praktisch als nicht toxisch. Ökologisch gesehen sind die Verzögerer auf Saccharose- und Gluconat-Basis leicht biologisch abbaubar, haben bei diesem Prozess aber einen hohen biologischen und chemischen Sauerstoffbedarf.

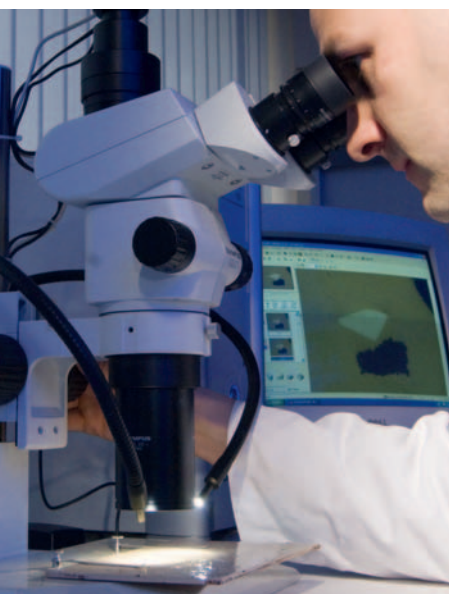
Auf Verzögerer auf Phosphat-Basis ist der Begriff der biologischen Abbaubarkeit nicht anwendbar. Ligninsulfonate sind potentiell biologisch abbaubar.

Verzögerer werden in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS).

4.4 Verzögerer im Beton

Verzögerer werden zwischen 0,2 und 2,0 M.-% – bezogen auf den Zement – dem Beton oder Mörtel zugegeben, je nachdem welche Verarbeitbarkeitszeit benötigt wird.

Nach heutigem Wissen werden die Verzögerer – ähnlich wie die Betonverflüssiger und Fließmittel – ebenfalls fest in die Zementsteinmatrix eingebunden.



5 ERSTARRUNGS-/ERHÄRTUNGSBESCHLEUNIGER UND SPRITZBETONBESCHLEUNIGER



Erstarrungs-/Erhärtungsbeschleuniger und Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2 bzw. EN 934-5 entsprechen. Sie sind darin wie folgt definiert:

Erstarrungsbeschleuniger (BE) nach EN 934-2:

„Zusatzmittel, das die Zeit des Übergangs der Mischung vom plastischen in den festen Zustand verringert“.

Erhärtungsbeschleuniger (BE) nach EN 934-2:

„Zusatzmittel, das die Anfangsfestigkeit beschleunigt, mit oder ohne Einfluss auf die Erstarrungszeit“.

In EN 934-5 werden Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton und nicht alkalihaltige Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton spezifiziert.

Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton nach EN 934-5:

„Zusatzmittel, das ein sehr frühes Erstarren des Spritzbetons ermöglicht und sich von den in EN 934-2 definierten und festgelegten Erstarrungsbeschleunigern unterscheidet“.

Nicht alkalihaltige Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton nach EN 934-5:

„Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton mit einem Alkaligehalt (angegeben als Na_2O -Äquivalent) von maximal 1,0 %, bezogen auf die Masse des Zusatzmittels“.

5.1 Rohstoffe für Beschleuniger

Die in Deutschland überwiegend verwendeten Rohstoffe für Erhärtungs-, Erstarrungs- und Spritzbetonbeschleuniger sind

- Aluminiumsulfat
- Formiate
- Fluoride
- Aluminate
- amorphe Aluminiumhydroxide
- Carbonate
- Silikate
- Ethanolamine

Diese Rohstoffe werden allein oder in Abmischungen, pulverförmig oder in wässrigen Lösungen bzw. als Dispersionen oder Suspensionen eingesetzt.

Neben den oben genannten Rohstoffen werden auch Nitrate, Nitrite, Thiocyanate eingesetzt. Diese Substanzen sind in EN 934-1, Anhang A.2 („zu deklarierende Substanzen“) gelistet und gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 5.2.6 in Deutschland zur Verwendung in bewehrtem Beton wegen möglicher korrosionsfördernder Wirkung auf Stahl nicht erlaubt. Von diesem Verbot ausgenommen sind Sulfide und Formiate, ihre Verwendung ist in Deutschland in Spannbeton jedoch untersagt.

5.1.1 Aluminiumsulfat

Aluminiumsulfat ist ein Pulver, das in Abhängigkeit vom Kristallwassergehalt unterschiedliche Lösegeschwindigkeit in Wasser aufweist und als Pulver bzw. Lösung oder wässrige Suspension eingesetzt wird.



Festes Aluminiumsulfat ist mit GHS05 (Gefahr) und H318 (verursacht schwere Augenschäden) eingestuft. Konzentrierte wässrige Aluminiumsulfatlösungen sind mit GHS05 (Achtung), H290 (kann gegenüber Metallen korrosiv sein) und H319 (verursacht schwere Augenreizung) eingestuft.

Aluminiumsulfat ist schwach wassergefährdend (WGK 1). Als rein anorganische Substanz ist der Begriff der biologischen Abbaubarkeit auf Aluminiumsulfat nicht anwendbar. Aufgrund der Hydrolyse des Aluminiumions zu Aluminiumhydroxid in Wasser ist der Stoff jedoch gut eliminierbar. Aluminiumsulfat darf weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Aluminiumsulfate finden u. a. Verwendung bei der Abwasserbehandlung und der Trinkwasseraufbereitung.

5.1.2 Formiate

Calciumformiat

Calciumformiat ist gemäß CLP-Verordnung mit GHS05 (Gefahr) und H318 (verursacht schwere Augenschäden) gekennzeichnet. Calciumformiat ergab im AMES-Test keine Hinweise auf mutagene Aktivität. In Langzeitstudien an Ratten waren bei den behandelten Tieren keine auffälligen Beobachtungen hinsichtlich chronischer und kanzerogener Effekte im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe feststellbar. Reproduktionsstudien an Ratten zeigten unverändertes Wachstum und unveränderte Fruchtbarkeit über zwei bzw. fünf Generationen. In allen Dosierungsgruppen waren unter den Versuchsbedingungen weder maternaltoxische noch embryotoxische oder teratogene Effekte erkennbar.

Das Produkt wird in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Calciumformiat darf weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Calciumformiat findet u. a. Anwendung als Konservierungsmittel für Lebensmittel, bei der Silierung von Grünfütter und in der Tierernährung.

Aluminiumformiat

Aluminiumtri-formiat ist mit H318 (verursacht schwere Augenschäden) und mit GHS05 (Gefahr) gekennzeichnet. Aluminiumformiat ist schwach wassergefährdend (WGK).

Nach heutigem Kenntnisstand wird Aluminiumformiat ausschließlich in Abmischung mit anderen Aluminiumverbindungen wie Aluminiumsulfat und Aluminiumhydroxid verwendet. Je nach Zusammensetzung und Konzentration der einzelnen Komponenten sind diese Abbindebeschleuniger kennzeichnungsfrei oder zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung ist den entsprechenden Produktdatenblättern zu entnehmen.

5.1.3 Fluoride

Im Allgemeinen kommen nur Aluminiumfluoride zum Einsatz.

Aluminiumfluorid Trihydrat ist ein Pulver und mit H302 (gesundheitsschädlich beim Verschlucken) und H315, H319 und H335 (verursacht Hautreizungen, verursacht schwere Augenreizungen, kann die Atemwege reizen) und mit GHS07 (Achtung) gekennzeichnet.

Aluminiumfluorid Trihydrat ist schwach wassergefährdend (WGK 1).

Nach heutigem Kenntnisstand wird Aluminiumfluorid wie Aluminiumformiat ausschließlich in Kombination mit weiteren Aluminiumverbindungen wie Aluminiumsulfat und Aluminiumhydroxid verwendet. Die Kennzeichnung ist den entsprechenden Produktdatenblättern zu entnehmen.





5.1.4 Aluminate

Als Rohstoffe werden überwiegend Natrium- oder Kaliumaluminate oder deren Gemische eingesetzt, die infolge ihres hohen pH-Wertes ätzend auf Haut und Schleimhäute wirken. Die Einstufung nach CLP-Verordnung erfolgt für den Feststoff mit dem Gefahrenpiktogramm GHS05 (Gefahr) und den Gefahrenbezeichnungen H314 (verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden).

Konzentrierte Lösungen sind toxisch für aquatische Lebewesen.

Aluminate und ihre Lösungen sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (VwVwS). Die Einstufung beruht in erster Linie auf der Verschiebung des pH-Wertes einer wässrigen Lösung ins Alkalische. Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Aluminate finden u. a. Verwendung bei der Abwasserbehandlung und der Trinkwasseraufbereitung.

5.1.5 Amorphe Aluminiumhydroxide

Amorphe Aluminiumhydroxide werden pulverförmig oder als wässrige Suspension eingesetzt. Es handelt sich bei diesen Produkten um nicht gefährliche Stoffe im Sinne der CLP-Verordnung; eine Kennzeichnung ist nicht erforderlich.

$\text{Al}(\text{OH})_3$ ist bei Einhaltung des allgemeinen Staubgrenzwertes von 3 mg/m^3 (alveolengängige Fraktion) bzw. 10 mg/m^3 (einatembare Fraktion) nach TRGS 900 bei Einatmung unbedenklich.

Amorphe Aluminiumhydroxide sind nicht wasserlöslich und werden als nicht wassergefährdende Stoffe eingestuft (VwVwS).

5.1.6 Silikate

Als Silikate werden so genannte „Wassergläser“ eingesetzt, die üblicherweise als Natrium- oder Kaliumsalze vorliegen. Sie sind wasserlöslich und bestehen aus dem Kieselsäureanteil (SiO_2) und dem Alkalianteil (Me_2O). Je niedriger das Molverhältnis $\text{SiO}_2:\text{Me}_2\text{O}$ ist, desto alkalischer sind die entsprechenden Alkalisilikate.

Toxikologisch ist in erster Linie der Alkalianteil relevant, wobei – je nach Konzentration und Alkalität – keine Einstufung bzw. eine Einstufung als reizend oder ätzend erforderlich sein kann.

Eine Gegenüberstellung der Einstufungen löslicher Silikate und Pulver nach der CLP-Verordnung und der Richtlinie 67/548/EWG wurde von CEES zusammengestellt. Danach sind die löslichen Silikate abhängig vom molaren Verhältnis $\text{SiO}_2/\text{Me}_2\text{O}$ als nicht bzw. mit GHS07 (Achtung) oder GHS05 (Gefahr) zu kennzeichnen.

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist Wasserglas nicht mutagen, auch nicht kanzerogen. Es werden jedoch Einflüsse auf die Fortpflanzung angegeben. Wasserglas ist nicht teratogen.

Die akute orale Toxizität ist gering. In längerfristigen Studien (Ratte) mit relativ hoher Dosierung wurden an den behandelten Tieren keine signifikanten Veränderungen gegenüber der unbehandelten Kontrollgruppe beobachtet.



Für Wasserglas liegen ökotoxikologische Daten vor, nach denen die akute Fisch-, Daphnien- und Bakterientoxizität als gering anzusehen ist. Alkalisilikate sind anorganische Substanzen, auf die der Begriff der biologischen Abbaubarkeit nicht anwendbar ist. Sie treten in der Natur als Verwitterungsprodukte bestimmter Gesteine auf.

Silikate sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Die Einstufung beruht in erster Linie auf der Verschiebung des pH- Wertes einer wässrigen Lösung ins Alkalische. Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Silikate werden in verschiedenen alltäglichen Anwendungen eingesetzt, z. B. in der Trinkwasseraufbereitung, als Bodenverfestiger zur Bindung von Schwermetallen und in Wasch- und Reinigungsmitteln.

5.1.7 Carbonate

Carbonate werden in Form von Soda (Natriumcarbonat) oder Pottasche (Kaliumcarbonat) eingesetzt. Beide Stoffe wirken reizend und sind nach CLP-Verordnung mit GHS07 (Achtung) und H319 (verursacht schwere Augenreizung) zu kennzeichnen. Kaliumcarbonat wird darüber hinaus mit H315 und H335 gekennzeichnet. Sie sind oral nicht akut toxisch. Soda wirkt nicht teratogen.

Aquatische Organismen (Daphnien, Fische) sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen relativ unempfindlich gegenüber Alkalicarbonaten. Effekte können eventuell durch pH-Verschiebung ausgelöst werden. Der Begriff der biologischen Abbaubarkeit ist auf anorganische Stoffe nicht anwendbar. Im Katalog wassergefährdender Stoffe sind Natrium- und Kaliumcarbonat in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (VwVwS). Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Soda wird seit mehr als 3000 Jahren für die Glasherstellung verwendet.

5.1.8 Ethanolamine

Unter den Ethanolaminen werden in der Praxis hauptsächlich Diethanolamin (DEA) und Triethanolamin (TEA) eingesetzt. Beide Stoffe werden hierbei in Kombination mit den oben erwähnten Rohstoffen verwendet, wobei z. B. in Abbindebeschleunigern für Spritzbeton DEA in Konzentrationen von einigen M.-% vorliegen kann.

Diethanolamin ist eine sehr gut wasserlösliche Verbindung, die mit GHS08, GHS07, GHS05 (Gefahr), H315, H373, H302, H318 gekennzeichnet ist. DEA ist nach VwVwS schwach wassergefährdend (WGK1), biologisch leicht abbaubar und gegenüber aquatischen Lebewesen schwach toxisch (LC50-Pimephales promelas-1460 mg/l – 96 h, EC50 – Daphnia magna – 55 mg/l – 48 h).

Triethanolamin ist ebenfalls sehr gut wasserlöslich und ist nach CLP-Verordnung nicht eingestuft. Triethanolamin ist nach VwVwS schwach wassergefährdend (WGK1), biologisch leicht abbaubar und gegenüber aquatischen Lebewesen vernachlässigbar toxisch.



5.2 Beschleuniger als Betonzusatzmittel

Die Beschleuniger werden als Pulver, wässrige Suspensionen oder Lösungen der beschriebenen Rohstoffe oder deren Mischungen eingesetzt. Die Wirkstoffkonzentration liegt normalerweise zwischen 10 und 100 M.-%.

Die in Deutschland üblichen Dosiermengen für den Einsatz von Beschleunigern im Beton liegen zwischen 1 und 3 M.-%, bezogen auf den Zement. Spritzbetonbeschleuniger werden in Deutschland (gemäß DIN 18551) in Dosierungen bis 10 M.-% bezogen auf den Zement eingesetzt.

Silikat-, Aluminat- und Carbonat-haltige Beschleuniger sind sowohl in wässriger als auch pulverförmiger Zubereitung in Abhängigkeit vom pH-Wert als ätzend bzw. reizend nach CLP-Verordnung mit GHS05 (Gefahr) bzw. GHS07 (Achtung) zu kennzeichnen.

Beschleuniger auf Basis Calciumformiat können ernste Augenschäden verursachen und sind zu kennzeichnen (nach CLP-Verordnung GHS05 (Gefahr) und H318).

Erstarrungsbeschleuniger für Spritzbeton stellen überwiegend wasserbasierende Lösungen oder Suspensionen dar, deren Wirksubstanzen hauptsächlich Aluminiumsulfat, Aluminiumformiat, Aluminiumfluorid und Aluminiumhydroxid oder Mischungen hiervon sind, wobei Aluminiumformiat und Aluminiumfluorid nur in Abmischung mit den anderen Komponenten verwendet werden. Diese Beschleuniger sind in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung, der Konzentration und dem pH-Wert hauptsächlich mit GHS05 (Gefahr) zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung ist den entsprechenden Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen.

Aluminate erhöhen den pH-Wert wässriger Lösungen sehr stark, weshalb Beschleuniger auf Aluminatbasis in konzentrierter Form toxisch für aquatische Lebewesen sind.

Erstarrungsbeschleuniger mit einem Alkaligehalt (angegeben als Na_2O -Äquivalent) von maximal 1,0 %, bezogen auf die Masse des Zusatzmittels, gelten als alkalifrei.

Sie sind sowohl pulverförmig, abgemischt mit inerten Füllstoffen wie z. B. Calciumcarbonat, als auch in Form wasserbasierender Lösungen oder Suspensionen am Markt eingeführt.

Entsprechend der Kennzeichnung sind beim Umgang mit diesen Betonzusatzmitteln die nötigen Arbeitssicherheitsmaßnahmen zu treffen.

Beim Umgang mit den pulverförmigen Beschleunigern sind der Staubgrenzwert für Feinstaubkonzentrationen gemäß MAK-Werte-Liste sowie die üblichen Arbeitssicherheitsvorschriften für den Umgang mit Pulvern zu beachten.

5.3 Beschleuniger im Beton

Silikate, Carbonate, Fluoride und Aluminate sind als Calciumsalze schwer wasserlöslich und werden wie auch die Formiate in die Zementsteinmatrix eingebunden.

Aluminiumsulfate und die meisten anderen Aluminiumverbindungen reagieren überwiegend zu Ettringiten.

Bei den im Spritzbeton üblichen, hohen Dosierungen werden, wie Eluierversuche gezeigt haben, beim Einsatz alkalihaltiger Beschleuniger ein Teil der Natrium- und Kaliumionen durch Wasser ausgelaugt. Aufgrund der Vorteile aus arbeitshygienischer, betontechnologischer und ökologischer Sicht werden in Europa im Spritzbetonbereich überwiegend alkalifreie Erstarrungsbeschleuniger eingesetzt.



6 LUFTPORENBILDNER

Luftporenbildner (LP) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 5, entsprechen und sind in EN 934-2 wie folgt definiert:

„Zusatzmittel, das eine bestimmte Menge von kleinen, gleichmäßig verteilten Luftporen während des Mischvorgangs einführt, die nach dem Erhärten im Beton verbleiben.“

Zur sichereren Anwendung und zur Wirkungsweise von Luftporenbildnern im Beton siehe „Informationsschrift – Herstellen von Luftporenbeton“ der Deutschen Bauchemie.



6.1 Rohstoffe für Luftporenbildner

Zur Erzeugung von Luftporen steht eine Vielzahl an grenzflächenaktiven Substanzen, so genannte Tenside, zur Verfügung.

Der Begriff Tenside umfasst alle chemischen Verbindungen, die in der Lage sind, sich an den Grenzflächen anzureichern und dabei die Grenzflächenspannung zwischen zwei nicht mischbaren Phasen herabzusetzen.

Zur Verbesserung des Frost- und Frost-Taumittelwiderstandes ist es notwendig, Luftporen einer definierten Menge, Größe und Verteilung in den Beton einzuführen.

Zu diesem Zweck haben sich geringe Zugabemengen an Seifen aus natürlichen Harzen bzw. synthetische nichtionische und ionische Tenside (z. B. Alkylpolyglykolether, Alkylsulfate und -sulfonate) bewährt.

6.1.1 Seifen aus natürlichen Harzen

Für die Herstellung der Harzseifen werden im Wesentlichen Wurzelharze, Tallharze, Balsamharze (Kolophonium) und Derivate dieser natürlichen Harze verwendet, die mit Kali- bzw. Natronlauge oder Soda in die entsprechenden Harzseifen überführt werden.

Wurzelharze werden durch Extraktion aus Wurzeln und Balsamharze aus dem bei künstlicher Verwundung von Kiefern (Harzung) ausfließenden Kiefern balsam gewonnen.

Tallharze sind Nebenprodukte bei der Herstellung von Zellstoff nach dem Sulfatverfahren. Von der akuten Toxizität her sind die Harze als unbedenklich anzusehen, werden jedoch, da sie Haut, Atemwege und Augen reizen können, als „reizend“ eingestuft. Speziell bei Kolophonium in oxidierter Form kann es zu sensibilisierenden Effekten kommen, weswegen eine Kennzeichnung mit GHS08 sowie H334 und H317 erforderlich ist. Dadurch sind auch Zubereitungen ab einem Kolophonium-Gehalt von 1 % als sensibilisierend einzustufen.

Die natürlichen Harze sind als Pulver in verseifter und unverseifter Form erhältlich. In wässriger Lösung werden die gut wasserlöslichen Natrium- oder Kaliumsalze in unterschiedlichen Konzentrationen angeboten.

Harzseifen in Pulverform können aufgrund ihrer Alkalität Haut, Atemwege und Augen reizen und werden als „reizend“ eingestuft und sind mit GHS07 sowie H315, H319 und H335 gekennzeichnet. Die verseiften Harze in Form ihrer wässrigen Lösungen sind nach CLP-Verordnung in Abhängigkeit von ihrem Alkaligehalt nicht bzw. mit „reizend“ oder „ätzend“ zu kennzeichnen.

Die Harze sind biologisch abbaubar. Die unverseiften Harze sind in Wasser unlöslich und werden in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft. Die Harzseifen werden in die Wassergefährdungsklasse 2: wassergefährdend (Selbsteinstufung gemäß VwVwS) eingestuft und dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt



noch in Gewässer oder Kanalisation direkt eingeleitet werden.

Ester natürlicher Harze sind Bestandteil von Kaugummi. Als Natriumsalze und in gelöster Form werden sie in Klebstoffen, Fußbodenbelägen (Linoleum), Naturfarben, Kunststoffen und Gummi (zum Beispiel Autoreifen) eingesetzt. Bestimmte Harzderivate werden zur Hydrophobierung von Papier und Karton eingesetzt und sind zugelassen nach BfR bzw. FDA (Food and Drug Administration) für Anwendungen in direktem Kontakt mit Lebensmitteln.

6.1.2 Synthetische Tenside

Als Rohstoffe werden im Wesentlichen Alkylpolyglykoether, Alkylsulfate und -sulfonate eingesetzt. Diese sind aus toxikologischer Sicht unbedenklich, wie aus Versuchen an Ratten bei oraler Verabreichung bekannt ist.

Die oben genannten Rohstoffe reizen in der Regel die Haut, Schleimhäute und die Augen und sind deshalb mit GHS05 sowie H315, H319 und H335 zu kennzeichnen. Reizungen treten in der Regel allerdings nur bei hohen Konzentrationen auf, Produkte auf Basis synthetischer Tenside sind wegen der hohen Wirksamkeit meist stark verdünnt.

Die üblicherweise als Betonzusatzmittel verwendeten Tenside sind entsprechend den Anforderungen §4 des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes WRMG (Neufassung vom 17.07.2013) biologisch leicht abbaubar.

Von Tensiden geht auf aquatische Organismen längerfristig eine schädigende Wirkung aus. Die Tenside werden in die Wassergefährdungsklasse 2: wassergefährdend eingeordnet (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Tenside werden in Körperpflegemitteln, Reinigungs- und Waschmitteln eingesetzt.

6.2 Luftporenbildner als Betonzusatzmittel

Die Wirkstoffgehalte der in Deutschland üblicherweise eingesetzten Luftporenbildner liegen zwischen 1 und 5 M.-% (Konzentrate bis 20 M.-%) bei Dosierungen von 0,05 bis 1,0 M.-%, bezogen auf den Zement.

Wegen der leichten biologischen Abbaubarkeit von synthetischen Tensiden müssen die mit diesen Rohstoffen hergestellten Luftporenbildner konserviert werden. (Konservierungsmittel werden im Abschnitt 3.2.2 behandelt)

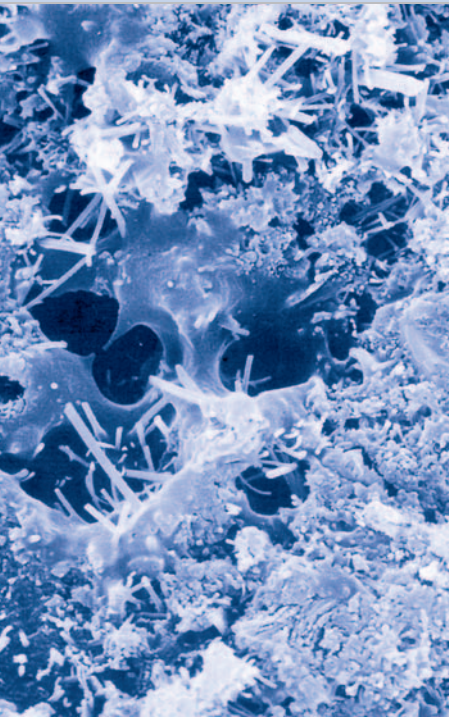
Bei sachgemäßer Lagerung (laut Technischem Merkblatt des Herstellers) gewährleisten sie Lagerstabilität und Haltbarkeit über Monate oder Jahre. Nur wenn der Luftporenbildner auch nach längerer Lagerung seine Wirkung behält, können frost- und frosttaumittelbeständige Betone in der gewünschten Qualität hergestellt werden.

6.3 Luftporenbildner im Beton

Aufgrund der Struktur der Luftporenbildner, die aus einem hydrophoben und einem hydrophilen Teil bestehen, reichert sich das Tensid am Rand der Luftpore an, wobei der hydrophile Teil fest in der Zementsteinmatrix verankert ist.

Aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit werden Tenside nur in geringen Mengen dem Beton zugesetzt, die im Festbeton enthaltene Menge an Tensiden ist entsprechend gering. Hierzu ein Beispiel: Ein Luftporenbildner enthält ein Tensid mit 5 M.-%. Wird dieser Luftporenbildner mit einer Dosierung von 0,3 M.-% bezogen auf den Zement einem Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit 320 kg Zement/m³ zugegeben, enthält der Festbeton 20 ppm dieses Tensids.





7 SONSTIGE ZUSATZMITTEL

7.1 Dichtungsmittel

Dichtungsmittel (DM) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 9, entsprechen und sind in EN 934-2 wie folgt definiert.

„Zusatzmittel, das die kapillare Wasseraufnahme von Festbeton verringert.“

In Deutschland dürfen für Beton nach DIN 1045-2 nur Dichtungsmittel verwendet werden, deren Wirksamkeit nach EN 934-2, Tabelle 9 bei gleichem Wasserzementwert nachgewiesen ist.

7.1.1 Rohstoffe für Dichtungsmittel

Als Rohstoffe dienen hauptsächlich Salze höherer Fettsäuren. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um Calciumstearat, welches als Pulver oder als wässrige Dispersion eingesetzt wird. In beiden Fällen ist das Produkt frei von Lösemitteln. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist Calciumstearat nicht giftig, gesundheitsschädlich, reizend oder ätzend. Es ist nicht kennzeichnungspflichtig nach CLP-Verordnung. Calciumstearat ist biologisch gut abbaubar. Es wird – herstellerabhängig – in die WGK 1: schwach wassergefährdend (Selbsteinstufung gemäß VwVwS) oder als nicht wassergefährdend (nwg) eingestuft.

7.1.2 Hilfsstoffe und Additive für Dichtungsmittel

Dichtungsmittel können geringe Anteile von Entschäumern oder Konservierungsmitteln enthalten. (Entschäumer oder Konservierungsmittel werden in den Abschnitten 3.2.1 bzw. 3.2.2 behandelt.)

7.1.3 Dichtungsmittel als Betonzusatzmittel

Die Wirkstoffgehalte der in Deutschland üblicherweise eingesetzten Dichtungsmittel liegen zwischen 20 und 50 M.-% bei Dosismengen von 1 bis 5 M.-%, bezogen auf den Zement.

7.1.4 Dichtungsmittel im Beton

Wegen der wasserabweisenden Wirkung der Dichtungsmittel ist die Gefahr, dass sie aus dem Beton ausgelaugt werden, sehr gering.

7.2 Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder (Einpresshilfen)

Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder (Einpresshilfen (EH)) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-4 entsprechen.

Einpresshilfen (EH) dienen der Verbesserung der Fließfähigkeit, der Verminderung des Wasseranspruchs, der Verminderung des Absetzens bzw. dem Erzielen eines mäßigen Quellens von Einpressmörtel. Einpresshilfen werden in Deutschland ausschließlich pulverförmig eingesetzt.

7.2.1 Rohstoffe für Einpresshilfen

Einpresshilfen können Verflüssiger, Fließmittel und Verzögerer enthalten. Näheres hierzu ist in den Ausführungen in den Abschnitten 3 und 4 zu finden.



Die gewünschte Quellwirkung wird durch geringe Anteile von metallischem Aluminium in Pulverform erreicht, das sich in der alkalischen Umgebung des Einpressmörtels vor dem Erstarrungsbeginn unter Wasserstoffentwicklung vollständig umsetzt. Diese Reaktion beginnt durch die sogenannte Phlegmatisierung des Aluminiums, ein dünner Schutzfilm aus Paraffin auf dem Pulver, nach ca. 30 Minuten.

Von Aluminiumpulver sind keine toxischen Eigenschaften bekannt. Es wird als Bestandteil in Farben verwendet. Es entspricht den Reinheitskriterien von Farben, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen. Aluminiumpulver ist als nicht wassergefährdend (nwg) eingestuft.

7.2.2 Einpresshilfen als Zusatzmittel

Wegen der starken Quellwirkung sind die Wirkstoffgehalte der gebräuchlichen Einpresshilfen sehr gering.

Sie liegen im Allgemeinen zwischen 0,1 und 1,0 M.-% bei Dosiermengen von 0,2 bis 1,0 M.-%, bezogen auf das Zementgewicht.

Im frischen Einpressmörtel reagiert das metallische Aluminium vor dem Beginn des Erstarrens und geht dann in Hydratationsprodukte über, die sich nicht von denen des Zements unterscheiden. Sie werden fest in den Zementstein eingebaut.



7.3 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer

Stabilisierer (ST) müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 4, entsprechen.

Ein Stabilisierer ist dabei wie folgt definiert: „Zusatzmittel, welches das Absondern von Zugabewasser durch vermindertes Bluten verringert.“

Viskositätsmodifizierer müssen den gemeinsamen Anforderungen der EN 934-1 und den speziellen Anforderungen der EN 934-2, Tabelle 13 entsprechen.

Ein Viskositätsmodifizierer ist per Definition ein „Zusatzmittel, das zur Begrenzung der Entmischung durch Verbesserung der Kohäsion in den Beton gegeben wird.“

7.3.1 Rohstoffe für Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer

Als Rohstoffe für Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer werden im Wesentlichen folgende Stoffklassen eingesetzt:

- Stärke-/Cellulosederivate (z. B. Stärkeether, Celluloseether)
- Fermentativ gewonnene und natürliche Polysaccharide (z. B. Xanthane, Welane)
- Synthetische hochmolekulare Polymere (z. B. Poly(ethylen)oxide und Polyacrylate)
- Feinkörnige anorganische Substanzen mit hohen spezifischen Oberflächen (z. B. Silikastaub und Silika-Suspension, Kieselöl)

Stärkederivate werden durch Aufschluss und Modifikation von stärkehaltigen Pflanzen, wie z. B. Kartoffeln und Getreide gewonnen. Stärkeether sind Modifikationen der natürlichen Stärke. Celluloseether werden durch die Veretherung natürlicher Cellulose, z. B. aus Baumwolle und Holz, gewonnen. Polysaccharide werden in Fermentationsprozessen aus geeigneten Mikroorganismen isoliert.

Stärke-/Cellulosederivate und Polysaccharide sind nicht akut toxisch und nicht haut- oder schleimhautreizend.



Eine Kennzeichnung nach CLP-Verordnung ist nicht erforderlich. Eine Gefährdung von aquatischen Organismen geht von den Stärke-/Cellulosederivaten und Polysacchariden nicht aus.

Aufgrund der guten biologischen Abbaubarkeit und des hohen Sauerstoffbedarfes sind diese Substanzen in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Synthetische hochmolekulare Polymere werden durch Polymerisation von Ethylenoxid und/oder Acrylaten hergestellt.

Die üblicherweise zur Herstellung von Stabilisierern eingesetzten Polyethylenoxide sind pulverförmig und nach CLP-Verordnung nicht kennzeichnungspflichtig. Sie sind nicht akut toxisch, eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit wurde nicht festgestellt, Gentoxizitätsstudien zeigten keine diesbezügliche Wirkung, in Tierversuchen erwiesen sie sich als nicht krebserzeugend.

Die Produkte sind nicht leicht biologisch abbaubar und in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS).

Polyalkylenglykole werden in vielfältiger Weise in technischen Anwendungen, wie z. B. bei der Herstellung von Verpackungsmaterialien, im Lebensmittel- und Personal-Care-Bereich sowie im Pflanzenschutz eingesetzt.

Die Polyacrylate werden in der Regel als wässrige Dispersionen eingesetzt. Sie sind nicht kennzeichnungspflichtig und keine Gefahrstoffe. Auch sie sind nicht akut toxisch, eine Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit wurde nicht festgestellt, Gentoxizitätsstudien zeigten keine diesbezügliche Wirkung, in Tierversuchen erwiesen sie sich als nicht krebserzeugend.

Die Produkte sind nicht leicht biologisch abbaubar und in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft (Selbsteinstufung gemäß VwVwS).

Feinkörnige anorganische Substanzen mit hohen spezifischen Oberflächen finden z. B. in Form von Silikastaub und Silika-Suspension oder Kieselolen Verwendung. Sie sind ebenfalls nicht akut toxisch und führen weder zu einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit noch weisen sie gentoxische Wirkungen auf.

Als anorganische Substanzen ist der Begriff der biologischen Abbaubarkeit auf diese Stoffe nicht anwendbar. Sie sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft.

7.3.2 Hilfsstoffe und Additive für Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer

Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer enthalten, mit Ausnahme der aus anorganischen Substanzen hergestellten Produkte, geringe Anteile an Konservierungsmitteln und gegebenenfalls Entschäumer. (Entschäumer oder Konservierungsmittel werden in den Abschnitten 3.2.1 bzw. 3.2.2 behandelt).

7.3.3 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer als Betonzusatzmittel

Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer werden in flüssiger und pulverförmiger Form dem Beton zugesetzt. Einheitliche Dosierungen lassen sich nicht angeben, allerdings ist die in den Beton gelangende Menge an Wirksubstanz bei den auf organischen Substanzen aufgebauten Produkten äußerst gering und i. d. R. deutlich unter 1 M.-% bezogen auf den Zement.



Die aus anorganischen Substanzen hergestellten Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer müssen dagegen in der Regel deutlich höher dosiert werden. Es können Zugabemengen bis zu 5 M.-% notwendig werden.

Zur Beurteilung der hier zum Einsatz kommenden Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer können die zugrunde liegenden, reinen Rohstoff-Typen herangezogen werden, da Abmischungen in aller Regel nicht üblich sind.

7.3.4 Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer im Beton

Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer werden zunehmend in leicht verdichtbaren und in selbstverdichtenden Betonen eingesetzt. Untersuchungsergebnisse belegen, dass die Stabilisierer und Viskositätsmodifizierer fest in die Zementsteinmatrix eingebunden werden.

7.4 Chromatreduzierer

Chromatreduzierer haben die Aufgabe, den Anteil an wasserlöslichem Chrom(VI) im Zementleim unter den Grenzwert von 2 ppm zu wasserunlöslichem Chrom(III) zu reduzieren. Das nach dem Mischen des Zements mit Wasser (Zementleim) in Lösung gehende Chromat gilt als Ursache für das so genannte „Chromatekzem“ bzw. die „Maurerkrätze“.

7.4.1 Rohstoffe für Chromatreduzierer

Der zurzeit wesentliche Rohstoff ist Eisen-(II)-sulfat. Dieses fällt als Nebenprodukt bei der Herstellung von Titandioxid an.

Weiterhin werden Zinn-(II)-sulfat-Zubereitungen als hochwirksame, stabile Chromatreduzierer eingesetzt.

Eisen-(II)-sulfat ist kennzeichnungspflichtig mit GHS07 sowie H302, H315 und H319. Es ist gesundheitsschädlich bei Verschlucken (H302), auch sind Reizungen der Haut (H315) und Augen (H319) möglich.

Zinn-(II)-sulfat ist kennzeichnungspflichtig mit GHS05, GHS07 sowie H315, H317, H318, H332, H335, H341, H361, H373 und H412. Eisen-(II)- und Zinn-(II)-sulfat sind in die Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft. Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.

Vielfache Verwendung finden Eisen-(II)-sulfate in der Wasserchemie (Fällungs- und Flockungsmittel zur Phosphat- und Schwefelwasserstoffelimination in Kläranlagen), in Spezialdüngern in der Landwirtschaft, als Spurenelementträger in Futtermittelmischungen und bei der Entschwefelung von Biogas.

Zinn-(II)-sulfate werden u. a. in der Galvanotechnik (Eloxal) und zur Oberflächenbehandlung von Blechen (Konservendosen) eingesetzt.

7.4.2 Chromatreduzierer als Betonzusatzmittel

Chromatreduzierer auf Basis Eisen-(II)-sulfat werden pulverförmig, als Granulat und flüssig angeboten. Bei Dosierungen von 0,2 bis 0,5 M.-%, bezogen auf Wirkstoff, bezogen auf den Zement ist von einer ausreichenden chromatreduzierenden Wirkung auszugehen. Bei der Handhabung sind die Ausführungen unter 7.4.1 zu beachten.



Chromatreduzierer auf Basis Zinn-(II)-sulfat werden pulverförmig und flüssig angeboten. Dosierungen von 0,02 bis 0,07 M.-%, bezogen auf Wirkstoff, bezogen auf den Zement, ergeben lagerbeständige, nicht verfärbende Chromatreduzierung.

7.4.3 Chromatreduzierer im Beton

Im alkalischen Milieu des Betons wird das eingesetzte Eisen-(II)-sulfat neben der Oxidation durch Chromat auch von Luftsauerstoff größtenteils in schwerlösliche Eisen-(III)-oxidhydrate umgesetzt. Eine Gefährdung der Umwelt durch Elution ist nicht zu erwarten.

Zinn-(II)-sulfat wird in der hochalkalischen Betonmatrix zu wasserunlöslichen Verbindungen umgesetzt. Eine Gefährdung der Umwelt durch Elution ist nicht gegeben.

7.5 Schaumbildner

Nach den Zulassungsgrundsätzen für Betonzusatzmittel des Deutschen Institutes für Bautechnik sind Schaumbildner wie folgt definiert:

„Schaumbildner [dienen zur] Einführung von Luftporen zur Herstellung eines Schaumbetons bzw. Betons mit porosiertem Zementstein.“

7.5.1 Schaumbildner im Beton

Schaumbildner bestehen überwiegend aus synthetischen anionischen und zwitterionischen Tensiden. Hierzu zählen beispielsweise Alkyl- und Polyglykolsulfate und Aminoxide oder Betaine.

Die verwendeten Stoffe reizen die Haut und die Schleimhäute und verursachen schwere Augenschäden. Sie werden deshalb beispielsweise mit H315 und H318 eingestuft und mit dem Signalwort „Gefahr“ und mit Gefahrenpiktogramm GHS 05 (ätzend) gekennzeichnet.

Die Produkte werden in die Wassergefährdungsklasse 2: wassergefährdend eingeordnet (Selbsteinstufung gemäß VwVwS). Sie dürfen weder direkt dem Vorfluter zugeführt noch in Gewässer oder Kanalisation eingeleitet werden.





Über sehr lange Zeiträume schädigen Tenside Wasserorganismen. Die daraus hergestellten Schaumbildner werden deshalb in Abhängigkeit von der Konzentration mit H412 „Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung“ gekennzeichnet. Deshalb muss vermieden werden, dass die Schaumbildner ins Erdreich eindringen können oder ins Oberflächen- und Grundwasser gelangen.

Die hier verwendeten synthetischen Tenside sind überwiegend biologisch leicht abbaubar und erfüllen die Anforderungen für Wasch- und Reinigungsmittel.

Aufgrund der Wirkstoffkonzentrationen in Schaumbildnern ist ein Zusatz von Konservierungsmitteln häufig nicht notwendig.

7.5.2 Schaumbildner als Betonzusatzmittel

Mit Hilfe der Schaumbildner wird i. d. R. in einem Schaumgenerator Schaum bereit. Die Dosierung berechnet sich nach dem Schaumvolumen, das aufgeschäumt werden soll. Häufig werden für 100 Liter Schaum 0,1 bis 0,2 Liter Schaumbildner benötigt. Der Schaum wird anschließend dem Mörtel oder Beton untergemischt.

Schaumbeton bzw. Porenleichtbeton hat i. d. R. einen Luftporengehalt von mehr als 30 Volumen-%.

7.5.3 Schaumbildner im Beton

Der Aufbau der Tensidmoleküle aus einem polaren und unpolaren Teil führt dazu, dass sie sich an der Grenzfläche aus Zementleim und Luft im Beton anlagern, dabei wirkt der polare Teil als Ankergruppe. Der unpolare Teil ragt in die Luftpore hinein.

7.6 Schwindreduzierer

Schwindreduzierer sind in Deutschland zurzeit nicht bauaufsichtlich geregelt. Sie werden eingesetzt, um vorzugsweise das Trocknungsschwinden von Beton bei gleichem Wassergehalt signifikant zu reduzieren.

7.6.1 Rohstoffe für Schwindreduzierer

Als Rohstoffe für Schwindreduzierer werden zumeist höhermolekulare Glykole eingesetzt.

Diese Stoffgruppe ist in der Liste der anerkannten Substanzen für Betonzusatzmittel EN 934-1, Anhang A.1 aufgeführt.

Ein typischer Vertreter für höhermolekulare Glykole ist Dipropylenglykol. Dipropylenglykol ist nicht kennzeichnungspflichtig gemäß CLP-Verordnung.

Dipropylenglykol wird als inaktiver Trägerstoff in Kosmetika und zum Beispiel in über 900 Arzneimitteln, die in Deutschland zugelassen sind, eingesetzt.

Die akute Toxizität von Dipropylenglykol ist sehr gering. Der LD50-Wert, bestimmt an Ratten, beträgt 13.300 mg/kg. Die Hautresorption gesundheitsschädlicher Mengen ist auch bei einer längeren Exposition unwahrscheinlich. Der LD50-Wert bestimmt an Kaninchen, ist größer als 5.000 mg/kg.

Es wurde in Untersuchungen keine Sensibilisierung, Krebserzeugung oder Störung der Fortpflanzungsfähigkeit für diesen Stoff nachgewiesen.

Dipropylenglykol ist biologisch leicht abbaubar nach OECD und nicht schädlich für Wasserorganismen.



7.6.2 Schwindreduzierer als Betonzusatzmittel

Als Schwindreduzierer werden Glykole oder Glykolkemische mit 100 % Wirkstoffanteil verwendet und mit Zugabemengen zwischen 3 und 7 l/m³ im Beton eingesetzt. Verflüssigende Betonzusatzmittel mit Glykolanteilen sind ebenfalls am Markt zu finden und werden zwischen 1 und 2 M.-%, bezogen auf den Zement, dosiert.

7.6.3 Schwindreduzierer im Beton

Glykole werden im Frischbeton im Porenwasser gelöst, oder dispergiert und liegen im Festbeton in der Zementsteinmatrix und im Porensystem adsorptiv gebunden vor.

Die Entwicklung der Raumluftkonzentration die durch Glykole in Betonen bewirkt werden kann, hängt sehr stark von der Zusammensetzung des Glykol-haltigen Schwindreduzierers, der Betonzusammensetzung und der eingesetzten Wirkstoffkonzentration ab.

Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Innenraumluftkonzentration von VOC nach Freisetzung aus Bauprodukten können nach AgBB-Bewertungsschema (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) durchgeführt werden. Ein mit Schwindreduzierer hergestellter Beton erfüllt die Kriterien, wenn der TVOC-Wert nach 3 Tagen $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ ist. Um das Langzeitverhalten der VOC-Emissionen eines Bauproduktes bewerten zu können, wird der TVOC-Gehalt nach 28 Tagen erneut bestimmt. Der Beton erfüllt die Kriterien, wenn ein Wert von $\leq 1,0 \text{ mg/m}^3$ festgestellt wird. In Innenräumen von Gebäuden sollten nur entsprechend geprüfte Schwindreduzierer verwendet werden.

Die Mobilisierung der Glykole durch Verdunstung aus dem Beton ist ebenfalls abhängig von der Art der eingesetzten Glykole und nimmt in der Regel innerhalb kurzer Zeit sehr stark ab. Nach der Inbetriebnahme von Gebäuden sind keine nennenswerten Emissionen von Glykolen aus Beton mehr zu erwarten.

7.7 Mikrohohlkugeln

Mikrohohlkugeln sind in Deutschland derzeit über Europäische Technische Zulassungen (ETA) oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geregelt. Sie werden als sogenannte „vorgefertigte Luftporen“ anstelle eines Luftporenbildners zur Herstellung von Beton mit hohem Frost- und Frost-Taumittel-Widerstand eingesetzt.

7.7.1 Rohstoffe für Mikrohohlkugeln

Mikrohohlkugeln sind kleine sphärische Kunststoffkugeln, die aus einer elastischen Polymerhülle (z. B. Polyacrylnitril) bestehen, in die ein Kohlenwasserstoffgas (z. B. Isopentan) als Treibmittel eingekapselt ist. Durch Erhitzen der Kugeln erhöht sich der Gasdruck im Inneren der Hülle, die gleichzeitig erweicht. Über diesen Prozess kann das Volumen der Mikrohohlkugeln gesteuert werden. Der übliche Durchmesser der Mikrohohlkugeln für Betonanwendungen liegt zwischen 5 und 100 μm . Die Mikrohohlkugeln sind sowohl trocken als auch befeuchtet erhältlich. Sie sind mit dem Gefahrenhinweis H228 „Entzündbarer Feststoff“ gekennzeichnet und sind von Hitze, Funken, offener Flamme sowie heißen Oberflächen fernzuhalten.

Mikrohohlkugeln sind nicht leicht biologisch abbaubar, ein Bioakkumulationspotential ist nicht vorhanden. Sie sind in Wasser unlöslich, dürfen nicht in Oberflächengewässer oder die Kanalisation eingeleitet werden und werden mit der Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend eingestuft.

Mikrohohlkugeln sind u. a. Bestandteil von Thermoplastischen Kunststoffen, Duroplasten, Beschichtungen (Lacke, Druckfarben, Leder), Papier, Klebstoffen, Dichtstoffen, Technischen Textilien, sowie von Produkten, die in Kontakt zu Lebensmitteln kommen.

7.7.2 Mikrohohlkugeln als Betonzusatzmittel

Prozessbedingt wird die Expansion der Mikrohohlkugeln in Wasser durchgeführt, das anschließend durch Trocknung entfernt werden kann. Grundsätzlich können sowohl „nasse“ als auch trockene Mikrohohlkugeln als Betonzusatzmittel eingesetzt werden. Es ist aber grundsätzlich vorteilhaft, die Mikrohohlkugeln „nass“ (pastöse Konsistenz) zu verwenden, da eine einfachere Handhabung gewährleistet ist (keine Staubbildung) und außerdem die Dispergierbarkeit bereits befeuchteter Mikrohohlkugeln in der Betonmischung verbessert ist. Der Trockengehalt an Mikrohohlkugeln in den pastösen Produkten liegt bei 10 bis 20 M.-%. Die Zugabemengen der Produkte werden mit 1,5 bis 7 kg/m³ im Beton angegeben.

7.7.3 Mikrohohlkugeln im Beton

Mikrohohlkugeln sind wegen ihrer hydrophoben Oberfläche eher schwach an die Zementsteinmatrix gebunden. In der Grenzschicht zwischen Mikrohohlkugel und Zementstein kann sich Wasser sammeln und bei entsprechend niedrigen Temperaturen gefrieren. Aufgrund der elastischen Natur der Polymerhülle kann sich das gebildete Eis in Richtung Mikrohohlkugel ausdehnen, wobei diese deformiert bzw. beschädigt wird. Somit steht im Grunde der gesamte Raum, den die Mikrohohlkugel ursprünglich ausfüllte, als „Luftpore“ für die Ausdehnung des Eises zur Verfügung. Wie bei der Verwendung von Luftporenbildnern kann nun Wasser aus den angrenzenden Poren in den „Ausweichraum“ gelangen und dort gefrieren. Somit wird der Aufbau eines Kristallisationsdrucks unterbunden und der Frost- und Frost-Taumittel-Widerstand des Betons erhöht.

Da die Polymerhülle der Mikrohohlkugeln wasserunlöslich ist, kann ausgeschlossen werden, dass Material durch Auslaugung freigesetzt wird. Obwohl nur schwache Bindungen zur Betonmatrix vorliegen, sind die Mikrohohlkugeln mechanisch durch den umgebenden Zementstein fixiert. Dies gilt auch für kleinere Partikel, die sich beim Beschädigen der Mikrohohlkugeln während des Einfrierens ablösen können.

8 BETONZUSATZMITTEL BEIM BETONRECYCLING

Alter Beton wird mehr und mehr recycelt. Er wird gebrochen und als Straßenbaustoff verwendet oder als Gesteinskörnung zur Betonherstellung eingesetzt. Die Immobilität aller fest eingebundenen Wirkstoffe der Betonzusatzmittel lässt den Schluss zu, dass einer Wiederverwendung von Altbeton nichts entgegensteht. Ergebnisse der Grundlagenforschung auf diesem Gebiet bestätigen die guten Erfahrungen aus der Praxis.



ANHANG 1: BEGRIFFE ZUR TOXIKOLOGIE UND ÖKOTOXIKOLOGIE



ABG

Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes

ABuG

Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer

Additiv

Ein Stoff, der anderen Stoffen oder Produkten in kleiner Menge zugesetzt wird, um deren Eigenschaften in bestimmter Weise zu verändern.

ADR

Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße

AgBB

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

AGW

Der Arbeitsplatzgrenzwert ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum.

Alveolengängiger Staubanteil

Staubanteil, der aufgrund der geringen Teilchengröße nicht nur eingeatmet wird, sondern in die Alveolen (Lungenbläschen) der Lungen gelangen und dort abgelagert werden kann.

AMES-Test

Bakterieller Test auf mutagene Eigenschaften einer chemischen Verbindung

aquatisch

Zum Wasser gehörend; im Wasser entstanden; im Wasser befindlich; im Wasser lebend

biologisch abbaubar

Eigenschaft von Chemikalien, durch natürlich vorkommende Enzyme von Mikroorganismen in einfache, natürliche Verbindungen (H_2O , CO_2 usw.) überzugehen.

BfR

Bundesinstitut für Risikobewertung; rechtsfähige Bundesbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); zur wissenschaftlichen Risikobewertung von Lebens- und Futtermitteln sowie von Stoffen und Produkten als Grundlage für den gesundheitlichen Verbraucherschutz der Bundesregierung.

Chemikaliengesetz

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (ChemG)

Chemikalien-Verbotsverordnung

Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (ChemVerbotsV)

CLP-Verordnung

Europäische Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen mit der das „Globally Harmonized System (GHS) of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals“ der Vereinten Nationen in europäisches Recht übernommen wurde.





Depotstoff

Stoffe mit länger anhaltender Wirkung

dermal

Aufnahme von Stoffen durch die intakte Haut

DVGW

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn

EC₀

Höchste geprüfte Konzentration ohne Wirksamkeit (EC = effektive Konzentration)

EC₅₀

Konzentration bei der 50 % der untersuchten Individuen den beobachteten Effekt zeigen.

EG, EU

Abkürzung der Europäischen Gemeinschaft/Europäischen Union

embryotoxisch

Schädigender toxischer Effekt während der Embryonalperiode

FDA

Food and Drug Administration

gentoxisch

Zusammenfassende Bezeichnung für Schädigung der Genome, d. h., der Summe der Gene in einer Zelle

Gefahrstoff

Stoff, der mindestens eines der sog. Gefährlichkeitsmerkmale (z. B. giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, krebserzeugend, erbgutverändernd, explosionsgefährlich, brandfördernd, entzündlich) aufweist.

Gefahrstoffverordnung

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV)

GHS

Globally Harmonized System

Sicherheitshinweise (Auszug aus GHS)

- H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
- H311 Giftig bei Hautkontakt.
- H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
- H315 Verursacht Hautreizungen.
- H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
- H318 Verursacht schwere Augenschäden.
- H319 Verursacht schwere Augenreizung.
- H335 Kann die Atemwege reizen.
- H350 Kann Krebs erzeugen
- H373 Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.
- H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Gefahrenhinweise (Auszug aus GHS)

- GHS05 Gefahr Ätzend
- GHS07 Achtung Gesundheitsgefährdend
- GHS08 Gefahr Gesundheitsschädlich

**GISBAU**

Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau)

GISCODE

In GISBAU verwendetes Klassifizierungssystem zur Einstufung von Produktgruppen nach ihrem Gefährdungspotential

Gras-Status

Abkürzung für „generally recognized as safe“

IC

Abkürzung für „Inhibition Concentration“

inhalativ

Aufnahme von Stoffen, Partikeln usw. über den Atemweg

Immobilisierung

Bindung einer Substanz oder eines kleineren Partikels an eine feste Matrix

karzinogen

krebserregend

KBwS

Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe

LC₀

Höchste geprüfte Konzentration ohne tödliche Wirkung (LC = letale Konzentration)

LD₅₀-Wert

Die letale Dosis, bei der 50 % der Versuchsorganismen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes sterben

Lösemittel

Stoffe, die dazu dienen, andere Stoffe zu lösen, zu verdünnen, zu emulgieren oder zu suspendieren, um eine Verarbeitung oder auch Entfernung zu ermöglichen. Lösemittel sind unter Normalbedingungen flüssig.

maternaltoxisch

Toxischer Effekt auf das Muttertier

Matrix

Im chemischen Sinn das (starre oder hochviskose) Hüllmaterial, das einen anderen (gelösten) Stoff eingeschlossen hält

mutagen

Eigenschaft eines Agens, irreversible Erbgutveränderungen zu bewirken

NOEL

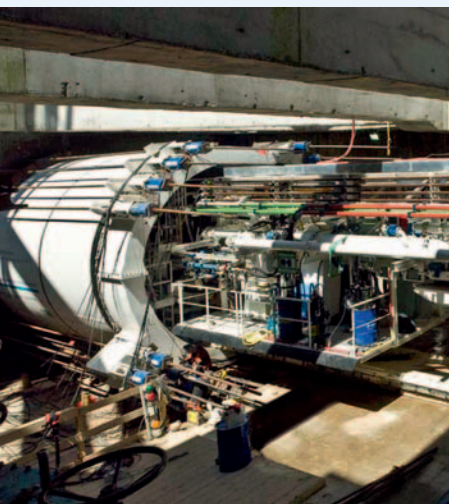
Abkürzung für „No Observed Effect Level“, Menge eines Stoffes, der bei Verabreichung am Versuchstier weder funktionelle noch strukturelle Veränderungen verursacht

OECD

Abkürzung für „Organization of Economic Cooperation and Development“

Ökotoxikologie

Wissenschaft von der Verteilung und von den Wirkungen chemischer Substanzen auf Organismen, soweit daraus direkt oder indirekt Schäden für Natur und Mensch entstehen.



oral

Aufnahme von Stoffen, Partikeln usw. über den Mund

pH-Wert

Der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in einem wässrigen Medium. pH 7 bedeutet neutrale Reaktion, pH-Werte < 7 stehen für saure, pH-Werte > 7 für alkalische Reaktion

Polymere

Synthetische Produkte, die durch Polymerisation entstehen, d. h., durch einen chemischen Vorgang, bei dem sich viele kleine Moleküle eines oder mehrerer Stoffe zu großen Molekülen mit neuen Eigenschaften zusammenschließen.

reproduktionstoxisch

Einfluss chemischer und physikalischer Schädwirkungen auf die Fortpflanzung

Rohstoffe

Grundstoffe pflanzlicher, tierischer, mineralischer oder auch chemischer Herkunft, die zur Weiterbearbeitung oder -verarbeitung bestimmt sind.

sensibilisieren

Verabreichen eines körperfremden Stoffes an einen Organismus, der daraufhin eine spezifisch veränderte Reaktion zeigt, wenn der Stoff erneut verabreicht oder mit dem Organismus in Kontakt gebracht wird. Die Sensibilisierung geht der Allergie voraus.

subakut

Charakterisierung der Toxizität einer chemischen Substanz innerhalb eines Testzeitraumes von max. 28 Tagen

teratogen

Fähigkeit eines Agens, bei Einwirkung einer ausreichenden Dosis eine angeborene Missbildung auszulösen

Toxikologie

Lehre von den durch Stoffe verursachten Störungen auf belebte Systeme, d. h., von Giftwirkungen

TRGS

Technische Regeln für Gefahrstoffe

Vorfluter

Fließgewässer, das zur Aufnahme von Wasser aus Entwässerungssystemen, aus Industrie und Haushalten oder aus Kläranlagen dienen kann

VwVwS

Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe

Wassergefährdungsklasse

Abkürzung WGK. Bezeichnung für ein aus drei Klassen bestehendes System zur Charakterisierung des Gefährdungsgrades von Stoffen

WGK 1: schwach wassergefährdend

WGK 2: wassergefährdend

WGK 3: stark wassergefährdend

Stoffe, die als nicht wassergefährdend angesehen werden können, werden mit „nwg“ bezeichnet und in der „Liste der nicht wassergefährdenden Substanzen“ beim Umweltbundesamt geführt.

ANHANG 2: LITERATUR

1 Allgemeines

- ▶ 1.1 Toxikologie – Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Mediziner
Greim, H., Deiml, U.; VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim (1996)
- ▶ 1.2 The Handbook of Environmental Chemistry
Hutzinger, O.; Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York
- ▶ 1.3 VCI-Broschüre „Kriterien zur Produktbewertung“ VCI, Frankfurt/Main (1997)
- ▶ 1.4 Fixation des adjuvants de type polynaphtalène ou polyméline sulfonate dans les mortiers et betons
Pollet, B., Germaneau, B., Defossé, C.
Materials and Structures/Materiaux et Constructions, Vol. 30, December 1997, pp 627–630
- ▶ 1.5 Interaction of Calcium Lignosulfonate with Tricalcium Silicate, Hydrated Tricalcium Silicate, and Calcium Hydroxide
Ramachandran, V. S.
Cement and Concrete Research, Vol. 2, pp. 179–194, 1972, Pergamon Press, Inc., Printed in the United States.
- ▶ 1.6 Influence of sulphonated melamine formaldehyde superplasticizer on cement hydration and microstructure
Yilmaz, V. T., Glasser, F. P. Advances in Cement Research, 1989, No. 7, Jul., 111–119
- ▶ 1.7 Interactions Between Cement Minerals and Hydroxycarboxylic-Acid Retarders: I. Apparent Adsorption of Salicylic Acid on Cement and Hydrated Cement Compounds
Sidney Diamond, Journal of The American Ceramic Society, Vol. 54, No. 6, S. 273–276, June 1971
- ▶ 1.8 Early Hydration of Tricalcium Aluminate-Gypsum Mixtures in the Presence of Sulphonated Melamine Formaldehyde Superplasticizer
Yilmaz, V.T., Glasser, F. P., Cement and Concrete Research, Vol. 21, pp. 765–776, 1991.
- ▶ 1.9 Effect of Admixture on Hydration of Cement, adsorptive behavior of Admixture and fluidity and setting of fresh Cement Paste
Uchikawa, Hiroshi, Hanehara, Shunsuke Shirasaka, Tokuhiko, Sawaki, Daisuke. Cement and Concrete Research, Vol. 22, pp. 1115–1129, 1992.
- ▶ 1.10 Adsorption Characteristics of Sulfonated Melamine Formaldehyde Condensates by high performance Size Exclusion Chromatography
Cunningham, J. C., Dury, B. L., Gregory, T., Cement and Concrete Research, Vol. 19, pp. 919–926, 1989
- ▶ 1.11 The Degradation of Cement Superplasticizers in a high Alkaline Solution
Yilmaz, V. T., Odabasoglu, M., Icbudak, H., Ölmez, H., Cement and Concrete Research, Vol. 23, pp. 152–156, 1993
- ▶ 1.12 Adsorption of Admixtures on Portland Cement, Hydration Products
Rossington, D. R., Runk, Ellen J., Journal of The American Ceramic Society, Vol. 51, No. 1, S. 46–50
- ▶ 1.13 The Effect of Calcium Sulphate Concentration of the Adsorption of a Superplasticizers on a Cement: Methods, Zeta Potential and Adsorption Studies
Andersen, P. J., Kumar, A., Roy, D. M., Wolfe-Confer, D., Cement and Concrete Research, Vol. 16, pp. 255–259, 1986
- ▶ 1.14 Measurement of the amount of adsorbed organic Admixture using ultra violet Spectrophotometry
Uchikawa, H., Uchida, S., Ogawa, K., il cemento 4/1985, S. 211–220
- ▶ 1.15 The Effects of Adsorption of Superplasticizers on the surface of Cement
Andersen, P. J., Roy, D. M., Gaidis, J. M., Cement and Concrete Research, Vol. 17, pp. 805–813, 1987
- ▶ 1.16 Portland Cement Dispersion by Adsorption of Calcium Lignosulfonate
Ernsberger, Fred M., France, Wesley G., Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 37, No. 6, 1945, S. 598–600
- ▶ 1.17 Interaction Between Superplasticizers and Calcium Aluminate Hydrates
Massazza, F., Costa, U., Barrila A., Journal of the American Ceramic Society, Vol. 65, Nr. 4, 1982, S. 203–207
- ▶ 1.18 Dégradation et migration d'adjuvants des matériaux a base de ciment
Zhang, M., Leroy, P., Danjou, J., Rauzy, S., Journal Francais d'Hydrologic, tome 24, fasc. 2, 1993, p. 155 a 171.



- ▶ 1.19 Adsorption of Superplasticizers on b-C2S – Change in Zeta Potential of Particles and the Rheology of Pastes
Costa, Umberto, Massazza, Franco, *il cemento* 3/1984, S. 127–140
- ▶ 1.20 Study of Sorption of Ligninsulphonates on the Limiting Surface of Cement Particles and Intergrain Solution
Sebök, T.; *Cement and Concrete Research*, Vol. 16, pp. 275–282, 1986
- ▶ 1.21 Adsorption of Admixtures on Portland Cement
Blank, B., Rossington, D. R., Weinland, L. A., *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 46, No. 8, 1963, S. 395–399
- ▶ 1.22 Beton – keine Gefahr für Boden und Grundwasser
Mayer, L; *Beton- und Stahlbetonbau* 89 (1994), Heft 3, 64–69
- ▶ 1.23 Freisetzung flüchtiger Substanzen aus zementgebundenen Bauprodukten (Teil 1)
Spanka, G, Thielen, G; *Beton* 2/99, 111–114
- ▶ 1.24 Freisetzung flüchtiger Substanzen aus zementgebundenen Bauprodukten (Teil 2)
Spanka, G, Thielen, G; *Beton* 3/99; 173–177
- ▶ 1.25 Untersuchungen zum Nachweis von verflüssigenden Betonzusatzmitteln und zu deren Sorptions- und Elutionsverhalten
Spanka, G, Thielen, G; *Beton* 5/95; 320–327
- ▶ 1.26 Freisetzung von umweltrelevanten organischen Bestandteilen aus Betonen mit Betonzusatzmitteln
W. Brameshuber, S. Uebachs *Forschungsbericht F 587*; ibac Institut für Bauforschung Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen; 05.07.2000
- ▶ 1.27 Umweltverträglichkeit von Baustoffen
W. Brameshuber; *ibasil* 15. Internationale Baustofftagung 24.–27. Sept. 2003, Weimar; Tagungsbericht, 1-0049-0060
- ▶ 1.28 Environmental compatibility of cement-based building materials
P. Schießl, I. Hohberg, *Proceedings of the 12th European Ready Mixed Concrete Congress*; Lissabon 1998; 236–245
- ▶ 1.29 Assessment of environmental compatibility of concrete admixtures
R. Gälli, M. Ochs, U. Mäder; *Proceedings of the 12th European Ready Mixed Concrete Congress*; Lissabon 1998; 258–266
- ▶ 1.30 Concrete admixtures and the environment
H. G. Hauck; *Proceedings of the 12th European Ready Mixed Concrete Congress*; Lissabon 1998; 267–281
- ▶ 1.31 Environmental Impact of Superplasticizers
R. Gälli, G. Kiayias; *Internationale Zeitschrift für Bauinstandsetzen* (2) 1996; 5; 427–448
- ▶ 1.32 Environmental Exposure Assessment of Sulfonated Naphthalene Formaldehyde Condensates and Sulfonated Naphthalenes Applied as Concrete Superplasticizers
S. Ruckstuhl; *Dissertation No. 14477*; ETH Zürich; 2001
- ▶ 1.33 Sachstandsbericht – Umweltverträglichkeit zementgebundener Baustoffe
Hohberg u. a.; Hrsg.: *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)*; Heft 458, Beuth Verlag, Berlin 1996
- ▶ 1.34 Sachstandsbericht – Nachhaltig Bauen mit Beton
H. W. Reinhard u. a.; Hrsg.: *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)*; Heft 521, Beuth Verlag, Berlin 2001
- ▶ 1.35 Forschungsbericht „Einfluss von Stabilisatoren auf die Porenstruktur und die Dauerhaftigkeit von Beton“ vom 13.01.2003, ibac, Institut für Bauforschung, Aachen
- ▶ 1.36 Concretes of the Future: The Impact of Concrete Admixtures on the Environment,
R. Gälli, M. Ochs, U. Mäder; *Proceedings of the 12th European Ready Mixed Concrete Congress*; Lissabon 1998; 258–266
- ▶ 1.37 Muster-Umweltproduktdeklarationen für Betonzusatzmittel,
<http://www.efca.info/efca-publications/environmental/>
- ▶ 1.38 Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen. Oktober 2010
- ▶ 1.39 Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. Teil I (Fassung Mai 2009)
- ▶ 1.40 Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. Teil II (Fassung September 2011).
Bewertungskonzepte für spezielle Bauprodukte. 1: Betonausgangsstoffe und Beton.



- ▶ 1.41. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Erläuterungen des DAfStb zum aktuellen Regelungsstand der Umweltverträglichkeit von Beton. 12.2010
http://www.dafstb.de/akt_umweltvertraeglichkeit_beton.html
- ▶ 1.42 Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen
O. Ilvonen; D. Kirchner; DIBt-Mitteilungen 4/2010
- ▶ 1.43 Umwelteigenschaften mineralischer Werkmörtel. Schwerd, R.; Schwitalla, Ch., Scherer, Ch.; Fraunhofer-Institut für Bauphysik. IBP-Bericht 2011
- ▶ 1.44 Entwicklungen und Trends bei Betonzusatzmitteln.
Schröter, N., Fischer, P; Beton Heft 6/2010
- ▶ 1.45 TRGS 900 Technische Regeln für Gefahrstoffe, Arbeitsplatzgrenzwerte, Januar 2006, BAuBl. Heft 1/2006 S. 41-55 zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2015 S. 139-140 [Nr. 7] (v. 02.03.2015)
- ▶ 1.46 EN 934-1:2008 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel Teil 1: Gemeinsame Anforderungen“
- ▶ 1.47 EN 934-2:2009+A1:2012 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel Teil 2: Betonzusatzmittel – Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung“
- ▶ 1.48 EN 934-3:2009 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel Teil 3: Zusatzmittel für Mauermörtel – Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung“
- ▶ 1.49 EN 934-4:2009 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 4: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder – Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung“
- ▶ 1.50 EN 934-5:2007 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 5: Zusatzmittel für Spritzbeton – Begriffe, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung“
- ▶ 1.51 EN 934-6:2001+A1:2005 „Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle und Bewertung der Konformität“
- ▶ 1.52 CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006)
- ▶ 1.53 Informationsschrift „Umweltproduktdeklarationen für bauchemische Produkte“ (1. Ausgabe, Juni 2015); Deutsche Bauchemie e. V.
http://www.deutsche-bauchemie.de/fileadmin/sites/public/dbc/publikationen/DBC_211-IS-D-2015.pdf
- ▶ 1.54 Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG), DIBt, Entwurf 29.06.2016
- ▶ 1.55 Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG), DIBt, Entwurf 15.06.2016
- ▶ 1.56 "Expancel® Mikrosphären – Eine Kurzeinführung"; AkzoNobel, 2013
- ▶ 1.57 „Expancel Microspheres Application Guide“; Boud Minerals 2014
- ▶ 1.58 V. Franklin, R. W. Burhans; Patent US2797201A; 1957
- ▶ 1.59 "Freezing and Thawing Behaviour of Cementitious Systems with New Polymeric Microsphere-Based Admixtures"
F. S. Ong, E. K. Attiogbe, C. K. Nmai, J. C. Smith; ACI materials journal; 2015; 112 (6); 735-743
- ▶ 1.60 Informationsschrift "Herstellen von LP-Beton"; (2. Ausgabe, November 2013); Deutsche Bauchemie e. V.
http://www.deutsche-bauchemie.de/fileadmin/sites/public/dbc/publikationen/DBC_178-IS-D-2013.pdf

2. Ligninsulfonate

- ▶ 2.1 AIDA-Grunddatensatz zu Natriumligninsulfonat, Bayer AG
- ▶ 2.2 Kenndaten für Ligninsulfonate, Inhaltsverzeichnis und Kurzfassung von Originalberichten von Lignotech GmbH
- ▶ 2.3 LC50-Bestimmung einer Sulfitablauge an Goldorfen (leuciscus idus), Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e. V.
- ▶ 2.4 Bakterientoxizität in aquatischen Systemen, Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e. V.
- ▶ 2.5 Die akute Giftigkeit von Ligninsulfonaten bei Ratten, Huntingdon Research Center



- ▶ 2.6 Untersuchung von Holmen-Produkten auf ihre biologische Abbaubarkeit mittels statischem Test nach DIN 38412, Teil 25, Technische Hochschule Darmstadt
- ▶ 2.7 Retention und biologische Abbaubarkeit eines Leimpressmittels auf Ligninsulfonatbasis, Wochenblatt für Papierfabrikation 11/12, 1988
- ▶ 2.8 Ökologie, Abbaubarkeit in Wasser
- ▶ 2.9 Lignin-Makromolekül, Zellwandkomponente, Rohstoff Institut für Holzforschung der Universität München
- ▶ 2.10 Untersuchung der Probe „Welltex“ (Calciumligninsulfonat), Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg, Chemisch- Technisches Prüfamf Karlsruhe
- ▶ 2.11 Schreiben des Swedish Pulp and Paper Research Institutes vom 06.10.1988 (auf schwedisch)
- ▶ 2.12 Produktionsschema Ligninsulfonat von Lignotech GmbH
- ▶ 2.13 Ligninsulfonat-Tarifierungen
- ▶ 2.14 Code of Federal Regulations, USA
- ▶ 2.15 Brenn- und Explosionsgrößen von Laugepulver „Lignex BC 100“, Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bergbauversuchsstrecke
- ▶ 2.16 Huminifizierung von Ligninsystemen und Ligninsulfonaten als Düngemittel, Lignotech GmbH
- ▶ 2.17 Mutagenitätstest (Ames-Test)
Zentrales Institut für Industrielle Forschung, Oslo
- ▶ 2.18 Unbedenklichkeitsbescheinigung Sulfitablauge F/G, Hygieneinstitut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
- ▶ 2.19 Report on a Study of the Acute Toxicity for Fish of Borresperse CA Battelle- Institut e. V., Frankfurt
- ▶ 2.20 Report of a Study on the Determination of Toxicity on Water Microorganisms Battelle-Institut e. V., Frankfurt
- ▶ 2.21 Assessment of the acute oral toxicity of „Borresperse NH“ to rats, Scantox Biological Laboratory Ltd.
- ▶ 2.22 Primary Skin Irritation according to OECD Guideline No. 404, 1981, Scantox Biological Laboratory Ltd.
- ▶ 2.23 Study on the Inherent Biodegradability of Borresperse NH Battelle-Institut e. V., Frankfurt
- ▶ 2.24 Study of eye irritation of „Borrebond“ to rabbits, Scantox Biologisk Laboratorium A/S
- ▶ 2.25 Stellungnahme über die Eignung von Werkstoffen bezüglich der Korrosionen unter Einwirkung von Ligninsulfonat (pH-Wertbereich 3–11), TÜV Südwest, Karlsruhe
- ▶ 2.26 Report on a Study of the Inherent Biodegradability of Borresperse NA Battelle-Institut e. V., Frankfurt
- ▶ 2.27 Liquid lignosulfonate (Borregaard AS, Norway) – Environmental Product Declaration NEPD nr: 134-298-EN (approved according to ISO14025, 30.05.2016)
- ▶ 2.28 EG-Sicherheitsdatenblatt Borresperse Na 244 (F), Borregaard Deutschland GmbH, 07.09.2015
- ▶ 2.29 EG-Sicherheitsdatenblatt Borresperse Na 244 (P), Borregaard Deutschland GmbH, 25.03.2015
- ▶ 2.30 Lignosulfonate powder (Borregaard AS, Norway) – Environmental Product Declaration NEPD nr: 133-298-EN (approved according to ISO14025, 30.05.2016)
- ▶ 2.31 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapeplast BV 34, MAPEI Betontechnik GmbH, 18.12.2015
- ▶ 2.32 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapeplast BV 44, MAPEI Betontechnik GmbH, 10.12.2015

3 Naphthalinsulfonate

- ▶ 3.1 Einstufung eines Produktes in eine Wassergefährdungsklasse (Rütament 310 N), Institut Fresenius
- ▶ 3.2 Einstufung eines Produktes in eine Wassergefährdungsklasse (Rütament 310 C; Calciumsalz), Institut Fresenius
- ▶ 3.3 Acute Toxicity Study in Fish (semi-static test), Exp. No. 900460, Flube OS 39, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.4 Acute Immobilization Study in Daphnia Magna, Exp. No. 900460, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.5 Acute Oral Toxicity Study in Rats, RBM Exp. No. 940675, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.6 Biologische Abbaubarkeit nach OECD 301 E, Flube OS 39, Giovanni Bozzetto S.p.A.



- ▶ 3.7 Biologische Abbaubarkeit nach der modifizierten Version des Zahn-Wellens- Tests, Flube OS 39, Giovanni Bozzetto S.p.A.
- ▶ 3.8 Löslichkeit nach OECD 105 (Flask method) (Wasser), Flube OS 39, Giovanni Bozzetto S.p.A.
- ▶ 3.9 Acute dermal irritation study in rabbits (occlusive patch), RBM Exp. No. 940676, Flube OS 39, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.10 Zusammenfassung von Versuchsergebnissen Giovanni Bozzetto S.p.A., Filago 23.09.1994
- ▶ 3.11 EG-Sicherheitsdatenblatt gemäß 1907/2006/EG, Flube OS 39, Giovanni Bozzetto S.p.A., 08.04.2014
- ▶ 3.12 Acute Eye Irritation Study in Rabbits, RBM Exp. No. 940677, Flube OS 39, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.13 AMES TEST, Exp. No. 940678, Flube OS 39, RBM Istituto di Ricerche Biomediche, Italia
- ▶ 3.14 Bestimmung des Verteilungskoeffizienten n-Oktanol/ Wasser nach OECD 107 für Flube OS 39, Giovanni Bozzetto S.p.A.
- ▶ 3.15 WGK-Einstufung, UBA, Juni 1997
- ▶ 3.16 EG-Sicherheitsdatenblatt Tamol* NH 3703/44 ap, BASF SE, 27.07.2015
- ▶ 3.17 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapefluid FMNA, MAPEI Betontechnik GmbH, 09.05.2015
- ▶ 3.18 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapefluid FMNA 40, MAPEI Betontechnik GmbH, 09.05.2015

4 Melaminsulfonate

- ▶ 4.1 Bestimmung der akuten oralen Toxizität von Melment F 10 in Ratten, TNO-Institut, Niederlande
- ▶ 4.2 Primäre Haut- und Schleimhautverträglichkeit mit 2 Mustern „SKW Melment“ TNO-Institut, Niederlande
- ▶ 4.3 Acute inhalation toxicity study with Melment F10 in rats, TNO-Institut, Niederlande
- ▶ 4.4 Bericht über das toxikologische Gutachten U 166 Melment L 10, Universität Lüttich
- ▶ 4.5 Trinkwasserverträglichkeit von Beton mit Melment L10 A Liquid, United States Environmental Protection Agency, Washington D.C., USA
- ▶ 4.6 Trinkwasserverträglichkeit von Beton mit Melment F 10 Powder, United States Environmental Protection Agency, Washington D.C., USA
- ▶ 4.7 Gutachtliche Stellungnahme zur Verwendung des Fließmittels Melment L 10 bei der Herstellung des Betons für die wasserseitige Verstärkungsschale der Staumauer Olefalsperre, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
- ▶ 4.8 Bestimmung der Formaldehydabgabe von einer Verbundplatte Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Braunschweig
- ▶ 4.9 Evaluation of Melment F 10 in the salmonella-microsome mutagenicity test, TNO-Institut, Niederlande
- ▶ 4.10 Subacute 28-day oral toxicity with Melment F 10 by daily gavage in the rat, RCC Notox, Niederlande
- ▶ 4.11 Ready biodegradability: modified Sturmtest with Melment F 10, RCC Notox, Niederlande
- ▶ 4.12 The effect of Melment F 10 on the growths of the bacterium pseudomonas putida (Bakterientoxizität), TNO-Division of Technology for Society
- ▶ 4.13 The acute toxicity of Melment F 10 to leuciscusidus (Goldorfe), TNO-Division of Technology for Society
- ▶ 4.14 Determination of the water solubility of Melment F 10, RCC Notox, Niederlande
- ▶ 4.15 Determination of the partition coefficient (NOctanol/water) of Melment F 10
- ▶ 4.16 EG-Sicherheitsdatenblatt Melment F 10, BASF Construction Solutions GmbH, 10.02.2016
- ▶ 4.17 EG-Sicherheitsdatenblatt Melment L 10/20 %; Melment L10/40 %, Melment L10/45%/, BASF Construction Solutions GmbH, 02.12.2015 bzw. 15.03.2016
- ▶ 4.18 EG-Sicherheitsdatenblatt Melment L 15/45 %, BASF Construction Solutions GmbH, 19.02.2016
- ▶ 4.19 EG-Sicherheitsdatenblatt Melment F 15, BASF Construction Solutions GmbH, 17.02.2016
- ▶ 4.20 Melment L 10/40 %: Acute dermal irritation test in the rabbit, SafePharm Laboratories Limited, Project number 524/8, Report of September 1993
- ▶ 4.21 Melment L 10/40 %: Acute eye irritation test in the rabbit, SafePharm Laboratories Limited, Project number 524/9, Report of March 1994



- ▶ 4.22 Melment in Concrete – Long Term Behaviour and Selected Case Histories
Aignesberger, A. and Reichert, J., Superplasticizers in Concrete, Vol. I, Proceedings of an International Symposium, held in Ottawa, Canada, 29–31 May 1978
- ▶ 4.23 Bestimmung der Formaldehyd- und Ammoniakabgabe an Betonplatten Prüfbericht Nr. B2000/93: FhG-WKI Wilhelm-Klauditz-Institut, Fraunhofer- Arbeitsgruppe für Holzforschung vom 06.05.1993
- ▶ 4.24 Chemische Untersuchung des Zusatzmittels Melment L 10/20 %, der Flugaschen und des Zements HK 40 nach der Norm NBN S 29.004 Prüfbericht Nr. 726/92 der Universität Lüttich vom 23. Juli 1992
- ▶ 4.25 MELMENT: Toxikologische und ökotoxikologische Bewertung beim Einsatz als Betonzusatzmittel, Dipl.-Chem. Prof. Dr. med. Christian Gloxhuber, 17.03.1995
- ▶ 4.26 Elektronenmikroskopische Studien der Erhärtungsvorgänge von Zement mit Zusätzen von Melaminharzen, Aignesberger, A., Rey, Th. und Schrämli, W. Zement-Kalk-Gips 22 (1969), Heft 7, Seiten 297–305
- ▶ 4.27 Langzeitverhalten eines Betons mit Zusatz eines anionischen Melamin- Formaldehyd-Kondensationsproduktes,
Aignesberger, A. und Rosenbauer, H.-G. Tonind.-Ztg. 97 (1973), Heft 8, Seiten 205–207
- ▶ 4.28 Bericht über die Durchführung von Arbeitsplatzmessungen (Expositionsmessungen) gemäß TRGS 402 beim Betonieren einer Bodenplatte (im Freien) unter Verwendung Fließmittel Melment L 10/40 %; Auftrags-Nr. 98/13545-00; 30.06.1998. Institut Fresenius, Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult, Taunusstein
- ▶ 4.29 Bericht über die Durchführung von Arbeitsplatzmessungen (Expositionsmessungen) gemäß TRGS 402 beim Betonieren einer Bodenplatte (Halle) unter Verwendung Fließmittel Melment L 10/40 %; Auftrags-Nr. 98/13545-00; 30.06.1998. Institut Fresenius, Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult, Taunusstein
- ▶ 4.30 Bericht über die Durchführung von Arbeitsplatzmessungen (Expositionsmessungen) gemäß TRGS 402 bei der Herstellung von Betonfertigteilen bezüglich Formaldehyd; Auftrags-Nr. 98/13545-00; 30.06.1998. Institut Fresenius, Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult, Taunusstein

5 Gluconate

- ▶ 5.1 Scientific literature reviews on generally recognized as safe (GRAS food ingredience) – gluconate salt, NTIS – National Technical Information Service, US-Department of Commerce
- ▶ 5.2 Evaluation of the health aspects of sodium, potassium, magnesium, and zinc gluconates as food ingredience, Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology
- ▶ 5.3 Horst Reul, Handbuch der Bauchemie, Verlag für chem. Industrie, H. Ziolkowsky KG, Augsburg, 1991
- ▶ 5.4 EG Sicherheitsdatenblatt Natriumgluconat, Jungbunzlauer S.A., 26.01.2011
- ▶ 5.5 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapetard VZ, MAPEI Betontechnik GmbH, 18.12.2015

6 Polycarboxylate

- ▶ 6.1 Technical Information Narlex LD-36 V, National Starch and Chemical Ltd.
- ▶ 6.2 Safety Data Sheet Narlex LD-36 und Narlex LD-36 V, National Starch and Chemical Ltd.
- ▶ 6.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Melflux 2453 L/44% N.D., BASF Construction Solutions GmbH, 03.12.2014
- ▶ 6.4 EG-Sicherheitsdatenblatt Melflux 2500 L/45% N.D., BASF Construction Solutions GmbH, 20.01.2016
- ▶ 6.5 EG-Sicherheitsdatenblatt MIGHTY 21 ES, Kao Chemicals GmbH, 14.10.2015
- ▶ 6.6 EG-Sicherheitsdatenblatt Sika ViscoCrete-20 Gold, Sika Deutschland GmbH, 26.02.2016
- ▶ 6.7 EG-Sicherheitsdatenblatt Sika ViscoCrete-1020 X, Sika Deutschland GmbH, 16.02.2016
- ▶ 6.8 EG-Sicherheitsdatenblatt Sika ViscoCrete-1079, Sika Deutschland GmbH, 25.01.2016
- ▶ 6.9 EG-Sicherheitsdatenblatt Sika ViscoCrete-1050, Sika Deutschland GmbH, 07.04.2016
- ▶ 6.10 EG-Sicherheitsdatenblatt DYNAMON LZ 52, MAPEI Betontechnik GmbH, 17.05.2015
- ▶ 6.11 EG-Sicherheitsdatenblatt DYNAMON LZ 52, MAPEI Betontechnik GmbH, 08.05.2015
- ▶ 6.12 EG-Sicherheitsdatenblatt DYNAMON SX-DE, MAPEI Betontechnik GmbH, 03.05.2016
- ▶ 6.13 EG-Sicherheitsdatenblatt DYNAMON NRG, MAPEI Betontechnik GmbH, 01.10.2015

7 Polyglykoether

- ▶ 7.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Polyglykol 35000 S, Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, 02.06.2016
- ▶ 7.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Polymerisationsprodukt aus Propylenoxid und Ethylenoxid (Genapol PF 80 FP), Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, 11.04.2014
- ▶ 7.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Dipropylenglykol, BASF SE, 24.11.2015

8 Wurzelharze

- ▶ 8.1 Material Safety Data Sheet Vinsol Resin, solid, flaked or pulverized, Hercules Incorporated, Wilmington, USA
- ▶ 8.2 Material Safety Data Sheet Vinsol NVX and MM Resins Sodium Resinate, Hercules Inc., Wilmington, USA
- ▶ 8.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Kolophonium, Caesar & Loretz GmbH, 10.02.2010
- ▶ 8.4 EG-Sicherheitsdatenblatt MAPEAIR LP4-2, MAPEI Betontechnik GmbH, 09.05.2016

9 Tenside

- ▶ 9.1 Aufstellung über toxische und ökotoxische Daten zu Alkoholethersulfaten, a-Olefin sulfonaten, Nonylphenol-Ethoxylaten, TEGEWA
- ▶ 9.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumdodecylsulfat, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, 30.01.2015

10 Zellulose-/Stärke-Ether, Polysaccharide

- ▶ 10.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Hydroxyethylcellulose (Tylose H 20 P2), SE Tylose GmbH & Co. KG, 06.05.2014
- ▶ 10.2 Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, World Health Organisation, Geneva, 1990
- ▶ 10.3 Final report on the safety assessment of hydroxyethylcellulose, hydroxypropylcellulose, methylcellulose, hydroxypropylmethylcellulose and cellulose gum, Journal of the American College of Toxicology
- ▶ 10.4 EG-Sicherheitsdatenblatt zu Methylhydroxyethylcellulose Walocel MT 20000 PV, DOW, 25.04.2014
- ▶ 10.5 EG-Sicherheitsdatenblatt Kelco-Crete DGF, CP Kelco Frankreich, 08.04.2015
- ▶ 10.6 EG-Sicherheitsdatenblatt Kelco-Crete DG-F, BASF Construction Solutions GmbH, 16.03.2016

11 Poly(ethylen)oxide und Polyacrylate

- ▶ 11.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Polyox WSR 301, DOW Deutschland Anlagengesellschaft mbH, 12.09.2012

12 Silikastaub, Silika-Suspension, Kieselöl

- ▶ 12.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Silikastaub „Elkem Mikrosilica 920D“, BASF Construction Solutions GmbH, 22.01.2016

13 Zucker

- ▶ 13.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Kristalliner Zucker, Südzucker AG, 04.07.2012

14 Phosphate

- ▶ 14.1 Angaben zu Alkaliphosphaten für Beton und Mörtelzusatzmittel, Chemische Fabrik Budenheim, Rudolf A. Oetker
- ▶ 14.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Tetrakaliumdiphosphat (TARGON 34), BK Giulini GmbH, 08.07.2015
- ▶ 14.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Pentanatriumtriphosphat (TARGON TM), BK Giulini GmbH, 01.07.2015
- ▶ 14.4 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumtripolyphosphat Pulver, BK Giulini GmbH, 01.07.2015
- ▶ 14.5 EG-Sicherheitsdatenblatt Tetrakaliumpyrophosphat Granulat, BK Giulini GmbH, 08.07.2015
- ▶ 14.6 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumhexametaphosphat, BK Giulini GmbH, 08.07.2015
- ▶ 14.7 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapetard VZP, MAPEI Betontechnik GmbH, 08.05.2015
- ▶ 14.8 EG-Sicherheitsdatenblatt Mapetard D, MAPEI Betontechnik GmbH, 18.12.2015





15 Silikate

- ▶ 15.1 Chemische, toxikologische und ökologische und rechtliche Aspekte bei Herstellung, Transport, Handhabung und Anwendung von löslichen Alkalisilikaten („Wasserglas“), CEES (Europäisches Zentrum für Silikatforschung), 2000
- ▶ 15.2 Wässrige Silikatprodukte – Darstellung der toxikologischen und umweltrelevanten Eigenschaften, W.Rieber, Woellner Silikat GmbH, April 2001
- ▶ 15.3 Technisches Merkblatt Flüssige Natronwassergläser, van Baerle & Co., Chemische Fabrik
- ▶ 15.4 Datenblatt für Altstoffe: Kieselsäure, Natriumsalz, Henkel KGaA
- ▶ 15.5 Datenblatt für Altstoffe: Kieselsäure, Kalium-Salz, Henkel KGaA
- ▶ 15.6 Soluble silicates, American Chemical Society Symposium Series 194, 1982
- ▶ 15.7 Ergänzende Angaben zur Toxikologie und Ökotoxikologie von Silikaten, Woellner-Werke GmbH & Co.
- ▶ 15.8 Daten zur toxikologischen und ökotoxikologischen Bewertung von Alkalisilikaten (Molverhältnis $\text{SiO}_2 : \text{Me}_2\text{O} > 3,3$), Woellner-Werke GmbH & Co.
- ▶ 15.9 Wasserglas (Na-Silikat). Ökologische und toxikologische Daten für die Mindestbewertung vom 14.10.1994, Henkel KGaA
- ▶ 15.10 Gegenüberstellung der Einstufungen löslicher Silikate und Pulver nach der CLP-Verordnung und der Richtlinie 67/548/EWG, CEES Europäisches Zentrum für Silikatforschung, Oktober 2010

16 Aluminate

- ▶ 16.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumaluminat feingemahlen, Kurita Europe GmbH, 08.04.2016
- ▶ 16.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumaluminat, Kurita Europe GmbH, 08.04.2016

17 Aluminiumsulfate

- ▶ 17.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Aluminiumsulfat 17/18 %, Kurita Europe GmbH, 31.08.2016
- ▶ 17.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Aluminiumsulfat 22/23 %, Kurita Europe GmbH, 05.10.2015
- ▶ 17.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Aluminiumsulfat wasserfrei, Kurita Europe GmbH, 06.04.2016

18 Carbonate

- ▶ 18.1 Grunddatensatz für Altstoffe Natriumcarbonat, Soda
- ▶ 18.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Soda kalzinert, BASF SE, 17.02.2016
- ▶ 18.3 Technisches Merkblatt schwere Soda, Solvay Soda Deutschland GmbH & Co. KG, 08/2003
- ▶ 18.4 EUCLID Data Sheet (Grunddatensatz) Sodium Carbonate Solvay S.A. (06.06.1994)
- ▶ 18.5 EG-Sicherheitsdatenblatt Kaliumcarbonat, Sigma-Aldrich GmbH, 14.06.2014
- ▶ 18.6 EG-Sicherheitsdatenblatt Natriumcarbonat, Sigma-Aldrich GmbH, 09.12.2014

19 Formiate

- ▶ 19.1 AIDA-Grunddatensatz Formic acid, calcium salt, LANXESS Deutschland GmbH (ehem. Bayer AG)
- ▶ 19.2 EUCLID Data Sheet (Grunddatensatz) Calcium Diformiate (neue Ausgabe 28.09.1994), LANXESS Deutschland GmbH (ehem. Bayer AG)
- ▶ 19.3 Angaben zur Toxikologie und Ökotoxikologie von Calciumformiat, Schriftliche Mitteilung von Degussa
- ▶ 19.4 Broschüre Calciumformiat, Einsatz in der Tierernährung, Degussa
- ▶ 19.5 AIDA-Grunddatensatz Formic acid, sodium salt, Hüls AG
- ▶ 19.6 AIDA-Grunddatensatz Formic acid (7 Cl, 8 Cl, 9 Cl), BASF AG
- ▶ 19.7 Kurzbericht Ameisensäure (Zusammenfassung der o. g. AIDA Grunddatensätze), LANXESS Deutschland GmbH (ehem. Bayer AG)
- ▶ 19.8 Product Data Sheet Calcium formate, Perstorp, 01.06.2000
- ▶ 19.9 Product Data Sheet Prosid CF30, Perstorp, 01.06.2000
- ▶ 19.10 EG-Sicherheitsdatenblatt Altriform CFD, Kurita Europe GmbH, 06.04.2016

20 Metallseifen

- ▶ 20.1 Comparative toxicity of metal stearates, International Archives of Occupational and Environmental Health, Springer-Verlag 1976
- ▶ 20.2 Ökotoxikologische Daten zu Calciumstearat und Zinkstearat, TÜV Bayern
- ▶ 20.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Calciumstearat, Peter Greven GmbH & Co. KG, 10.09.2015
- ▶ 20.4 EG-Sicherheitsdatenblatt Calciumdistearat, Univar GmbH, 07.12.2010



21 Metallpulver

- ▶ 21.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Standardaluminiumpulver, Eckart GmbH & Co. KG, 12.08.2015
- ▶ 21.2 Unbedenklichkeitsbestätigung für Aluminiumpigmente, Eckart GmbH & Co. KG, Oktober 2000

22 Entschäumer

- ▶ 22.1 Toxikologische und ökotoxikologische Daten zu Polydimethylsiloxan, Momentive Performance Materials (ehem. Bayer AG)
- ▶ 22.2 Kurzbewertung Tributoxylethylphosphat, Hoechst AG
- ▶ 22.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Tri-iso-Butylphosphat, LANXESS Deutschland GmbH, 23.10.2013
- ▶ 22.4 AIDA-Grunddatensatz Tributylphosphat
- ▶ 22.5 EUCLID Data Sheet (Grunddatensatz) Tributylphosphat (neue Ausgabe 28.09.1994), LANXESS Deutschland GmbH (ehem. Bayer AG)
- ▶ 22.6 EG-Sicherheitsdatenblatt Tri-iso-butylphosphat, BASF SE, 11.05.2015
- ▶ 22.7 ECETOC Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 26, Linear Polydimethylsiloxanes
- ▶ 22.8 Toxikologische und ökotoxikologische Mindestbewertung von Polydimethylsiloxan nebst Umweltinformation, Stand 05/1995, Dow Corning
- ▶ 22.9 Summary of toxicology on cyclic and linear dimethylsiloxane, oligomers and polymers, Dow Corning
- ▶ 22.10 Health and Environmental Aspects of Polydimethylsiloxane Fluids Industrial Bio-Test Laboratories, Inc. and Dow Corning Corporation, USA
- ▶ 22.11 Gesundheits- und Umweltaspekte von Siliconen, C. L. Frye; Seifen – Öle – Fette – Wachse 110, Nr. 17 (1984)
- ▶ 22.12 Toxikologische Bewertung Triisobutylphosphat, BG Chemie Nr. 112, (Ausgabe 11/00)

23 Konservierungsstoffe

- ▶ 23.1 EG-Sicherheitsdatenblätter der technischen Konservierungsmittel MERGAL K9N, MERGAL K14, MERGAL 723K, MERGAL V133, Troy Chemie GmbH
- ▶ 23.2 Summary of toxicity and ecotoxicity für Preventol-Typen D 2, D 7, D 6, O extra, OF, ON extra, CMK, CMK-Na und WB, LANXESS Deutschland GmbH (ehem. Bayer AG)
- ▶ 23.3 EG-Sicherheitsdatenblatt Preventol D 2, LANXESS Deutschland GmbH, 15.06.2016
- ▶ 23.4 EG-Sicherheitsdatenblatt Preventol D 9 PLUS, LANXESS Deutschland GmbH, 21.10.2015
- ▶ 23.5 EG-Sicherheitsdatenblatt Preventol WB, LANXESS Deutschland GmbH, 15.03.2016

24 Aluminiumhydroxide

- ▶ 24.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Amorphes Aluminiumhydroxid Gecedral L, Kurita Europe GmbH, 21.12.2015
- ▶ 24.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Gecedral BZ 111, Kurita Europe GmbH, 06.04.2016

25 Phosphonsäuren

- ▶ 25.1 Produktspezifikation Bayhibit AM (PBTC), LANXESS Deutschland GmbH, 27.08.2009

26 Fruchtsäuren

- ▶ 26.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Zitronensäure Monohydrat, Jungbunzlauer Austria AG, 16.12.2015

27 Rohstoffe für Chromatreduzierer

- ▶ 27.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Ferrogranul 20, Kronos International, Inc., 30.03.2015
- ▶ 27.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Zinn (II) sulfat, Yuntinic Resources GmbH, 11.05.2016

28 Rohstoffe für Schaumbildner

- ▶ 28.1 Stoffdatenblatt Natriumdodecylsulfat (IFA GESTIS)
- ▶ 28.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Centripor SK 120, MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, 02.08.2016



29 Mikrohohlkugeln

- ▶ 29.1 Produktdatenblatt SikaAer Solid; Sika Deutschland GmbH, 01/2016
- ▶ 29.2 Produktdatenblatt MasterAir 150MHK; BASF Construction Solutions GmbH, 12.02.2014

30 Ethanolamine

- ▶ 30.1 EG-Sicherheitsdatenblatt Diethanolamine, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, 23.06.2016
- ▶ 30.2 EG-Sicherheitsdatenblatt Triethanolamine, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, 12.06.2014

Hinweis: Die allgemeinen Literaturstellen können – auf Anfrage – durch die Deutsche Bauchemie zur Verfügung gestellt werden. Die aufgeführten Technischen Merkblätter und Sicherheitsdatenblätter können bei Bedarf direkt bei den genannten Herstellern angefordert werden.

Fachinformationen rund um die Betontechnik:
www.deutsche-bauchemie.de





Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 2556 - 1318
Telefax +49 69 2556 - 1319
www.deutsche-bauchemie.de

