

Merkblatt

Zementgebundene Innenbeschichtungen
in Trinkwasserbehältern



Trinkwasser-
behälter

1. Ausgabe, Oktober 2006

DEUTSCHE BAUCHEMIE e.v.

Konkrete Lösungen
für eine komplexe Welt.

Vorbemerkungen

Vorbemerkungen

Dieses Merkblatt steht jedermann zur Anwendung frei. Wer es nutzt, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen. Durch das Verwenden dieses Merkblatts entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln.

Es wird gebeten, Erfahrungen mit diesem Merkblatt sowie eventuelle Anmerkungen der Deutschen Bauchemie e. V., Frankfurt am Main, mitzuteilen.

Impressum

1. Ausgabe, Oktober 2006
Redaktionsschluss: Oktober 2006
Auflage: 3.000

Copyright 2006

Deutsche Bauchemie e. V.
Karlstraße 21
60329 Frankfurt am Main
Telefon: +49(0)69 2556-1318
Telefax: +49(0)69 251609
www.deutsche-bauchemie.de

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

Bildnachweis

epasit GmbH
Sika Deutschland GmbH
Vandex Isoliermittel-Gesellschaft mbH
www.pixelquelle.de

Gestaltung

NEEDCOM GmbH, Bad Soden
www.needcom.de

Druck

Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

ISBN 3-935969-30-9

1	Anwendung und Zweck des Merkblattes	4
2	Definition	5
3	Planung	5
	3.1 Neubau	5
	3.2 Instandsetzung	5
	3.2.1 Schadensdiagnose	5
	3.2.2 Instandsetzungskonzept	5
	3.2.3 Ausführung	6
	3.3 Gütesicherung	6
4	Bauprodukte	7
	4.1 Materialien und ihre Anwendungsbereiche	7
	4.2 Zementgebundene Werkstoffe	7
	4.3 Anforderungen	8
	4.4 Bewertung des Betonuntergrundes nach dessen Vorbereitung und vor der Beschichtung	8
	4.5 Vor-Ort-Prüfungen	10
	4.6 Transport, Lagerung, Entsorgung	12
5	Technologie des Beschichtens	12
	5.1 Allgemeine Hinweise	12
	5.2 Arbeitsvorbereitung	12
	5.3 Untergrundvorbereitung	12
	5.4 Verarbeitung	13
	5.4.1 Oberflächenstruktur	13
	5.4.2 Handapplikation	13
	5.4.3 Maschinelle Applikation	14
	5.5 Nachbehandlung	14
	5.6 Schichtdicke	14
	5.7 Güteüberwachung	14
6	Reinigung und Desinfektion	15
7	Nutzungs- und Wartungshinweise	15
8	Arbeitssicherheit	15
9	Literatur/Vorschriften/Empfehlungen	16
	Tabellenverzeichnis	
	Tabelle 1: Anforderungen an zementgebundene Putze und Beschichtungen ... für Trinkwasserbehälter (nach DVGW-Arbeitsblatt W 300)	18
	Tabelle 2: Bewertung des Betonuntergrundes nach dessen Vorbereitung	18
	und vor der Beschichtung	
	Tabelle 3: „Vor-Ort-Prüfungen“ vor, während und nach der Verarbeitung	19
	der Produkte	

Anwendung und Zweck des Merkblattes

1

Anwendung und Zweck des Merkblattes

Dieses Merkblatt gibt einen Überblick über die Regelungen für die Planung und Ausführung der Innenbeschichtungen von Bauteilen in Trinkwasserbehältern aus Beton mit zementgebundenen Mörteln – sowohl für den Neubau als auch für die Instandsetzung.

Ziele sind:

- Die Sicherung der Trinkwasserqualität
- Die Verringerung des Wartungsaufwandes
- Die Erzielung einer reinigungsleichten Oberfläche
- Der Schutz der Bauwerksteile
- Die Erhöhung der Lebensdauer des Bauwerkes
- Ein ästhetisches Aussehen

Erfasst werden alle Bauteile: Sohle, Wände, Decke, Säulen, Leitwände sowie andere Einbauten aus Beton.

Nicht erfasst werden:

- Die Abdichtung der Trinkwasserbehälter (innen und außen)
- Der Korrosionsschutz metallischer Einbauten

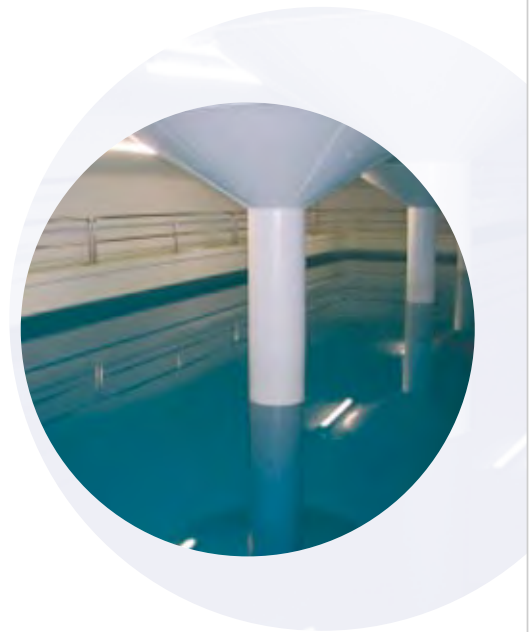
Das Merkblatt dient:

- Als Grundlage für die Planung und Verarbeitung von zementgebundenen Innenbeschichtungen in Trinkwasserbehältern
- Zur Festlegung von Grundsatzanforderungen und Grenzwerten der eingesetzten Bauprodukte
- Zur Qualitätssicherung der eingesetzten Bauprodukte und der Ausführung von mineralischen Innenbeschichtungen

Die Qualität der Beschichtungen wird von folgenden Leistungsbereichen beeinflusst:

- Planung
- Bauprodukt
- Bauausführung
- Nutzungsbedingungen

Nur bei der komplexen Beachtung aller vorgenannten Bereiche ist eine langfristige optimale Nutzung des Trinkwasserbehälters möglich.





Definition 2

Zementgebundene Beschichtungen sind 1- oder 2-Komponentensysteme, die im Wesentlichen aus Zement, Gesteinskörnungen, Zusatzstoffen und Zusatzmitteln bestehen. Die Erhärtung erfolgt hydraulisch.

Planung 3

3.1 Neubau

Um die Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser sicherzustellen, müssen alle vorhersehbaren Störungsmöglichkeiten in Trinkwasserbehältern weitgehend ausgeschlossen werden. Dies bedeutet, dass die Bausubstanz geschützt werden muss. Schutzbeschichtungen für die Betonflächen können sowohl beim Neubau als auch bei der Instandsetzung eingesetzt werden.

Zum Oberflächenschutz zählt bereits die Egalisierung des Untergrundes. Deshalb gelten für die Egalisierungsmaterialien die gleichen Anforderungen wie für die Oberflächenschutzsysteme.

Ist die Oberfläche des Betons entsprechend DVGW Arbeitsblatt W 300 risse-, poren- und lunkerfrei, so ist eine Oberflächenegalierung nicht zwingend erforderlich.

Um betonschädigenden Angriffen entgegen zu wirken bzw. die Trinkwasserqualität zu sichern, hat sich eine vorbeugende Schutzbeschichtung als sinnvoll erwiesen.

3.2 Instandsetzung

Die Instandsetzung umfasst Maßnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes. Dieser stellt die Summe der verlangten Gebrauchseigenschaften eines Bauwerkes unter den voraussehbaren Beanspruchungen dar. Bei einer unzulässigen Abweichung davon muss eine ausführliche Schadensdiagnose erstellt werden.

3.2.1 Schadensdiagnose

Bei der Schadensdiagnose werden Schädigungsart, Schadensumfang und Schadensursache festgestellt.

Die durchzuführenden Prüfungen werden in Abschnitt 4.4 beschrieben. Weiterhin sind zu untersuchen und zu beurteilen:

- Die Zusammensetzung des in den Behälter zulaufenden Trinkwassers
- Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln
- Besondere mechanische bzw. strömungstechnische Belastungen

3.2.2 Instandsetzungskonzept

Mit der Beurteilung und Planung von Schutz- und Instandsetzungsarbeiten in Trinkwasserbehältern muss ein sachkundiger Planer beauftragt werden, der die erforderlichen besonderen Kenntnisse auf diesem Gebiet besitzt.





Zu Beginn jeder Planung sind die Nutzungsanforderungen des Betreibers, der Ist-Zustand bzw. Schadensumfang und die Schadensursachen zu ermitteln und zu dokumentieren. Dies muss durch erfahrenes Fachpersonal geschehen. Aus den erhaltenen Daten und Beurteilungen resultiert dann die Entscheidung über das anzuwendende Instandsetzungsverfahren.

3.2.3 Ausführung

Für die Instandsetzung und die Oberflächenschutzmaßnahmen können folgende Teilschritte notwendig sein:

- Vorbereitung des Untergrundes
- Korrosionsschutz der Bewehrung
- Haftbrücke
- Reprofillierung
- Egalisierung
- Schutzbeschichtung
- Mineralisierung



Die Instandsetzung erfolgt nach den gültigen Richtlinien gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den Angaben des Baustoffherstellers. Die Mörtel sind hohlraumfrei einzubringen, gut zu verdichten und vor zu schnellem Austrocknen zu schützen. Bei allen Arbeiten im Trinkwasserbehälter muss auf die Einhaltung der Hygienevorschriften erhöhte Aufmerksamkeit gelegt werden. Hierzu gehören insbesondere die Verwendung von sauberem Wasser für die Mörtelzubereitung, sauberem Arbeitsgerät sowie besondere Reinlichkeit im Trinkwasserbehälter.

3.3 Gütesicherung

Die Gütesicherung der Bauprodukte nach umfasst die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle einschließlich der notwendigen Produktprüfungen und die Überwachung der Ausführung, siehe Tabellen 1 bis 3. Bei der Gütesicherung der Bauausführung sind zu erfassen und zu dokumentieren:

- Personal und Ausstattung der ausführenden Unternehmen
- Einhaltung der Ausführungsanweisungen
- Bautagebuch
- Fremdüberwachung
- Bauabnahme

Bauprodukte

4 Bauprodukte

4.1 Materialien und ihre Anwendungsbereiche

Für den Neubau und die Instandsetzung von Trinkwasserbehältern können die im Folgenden aufgeführten Materialien eingesetzt werden. Dabei kann je nach Beschichtungssystem ein und dasselbe Material auch für verschiedene Anwendungsbereiche zum Einsatz kommen.

Injektionsmaterial: Verpressen oder Verfüllen von Rissen im Beton.

Korrosionsschutzbeschichtung: Schutz des entrosteten Bewehrungsstahls vor Korrosion.

Haftbrücke: Verbindung zum nachfolgenden Mörtel. In der Regel wird der nachfolgende Mörtel „frisch in frisch“ aufgetragen.

Reparaturmörtel: Ausbessern von Fehlstellen im Beton, vollflächiger Auftrag zur Erhöhung der Bewehrungsüberdeckung.

Egalisierungsspachtel: Schließen von Poren und Lunkern sowie/oder Ausgleich von Rautiefen im Beton.

Schutzbeschichtung: Aufbringen einer vollflächigen Beschichtung.

Fugenabdichtungsmaterial: Schließen von Dehnfugen durchgängig bis zur Endbeschichtung; Arbeitsfugen im Betonuntergrund können ohne besondere Maßnahmen überarbeitet werden.

Imprägniermittel: Erhöhen der Widerstandsfähigkeit der Beschichtung gegen chemische und mechanische Einflüsse.

Es sollten aufeinander abgestimmte Systeme gesetzt werden. Werden andere Bauprodukte als die ausgeschriebenen angeboten, so ist auf Anfrage deren Gleichwertigkeit nachzuweisen. Bei Bauprodukten unterschiedlicher Hersteller muss die Verträglichkeit untereinander gewährleistet sein.

Für Auskleidungen, die mit Trinkwasser in Berührung kommen, dürfen nach §17 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung vom 28. Mai 2001 nur Werkstoffe und Materialien verwendet werden, aus denen keine Stoffe auf das Trinkwasser übergehen, ausgenommen gesundheitlich, geruchlich und geschmacklich unbedenkliche Anteile, die technisch unvermeidlich sind. Es dürfen nur Materialien eingesetzt werden, die für den Einsatz im Trinkwasserbehälter geeignet bzw. zugelassen sind. Weitere Details für den Nachweis der hygienischen Eignung von Beschichtungsmaterialien sind im DVGW-Arbeitsblatt W 347 geregelt.

4.2 Zementgebundene Werkstoffe

Zementgebundene Werkstoffe haben sich in der Vergangenheit für den Bau und Betrieb von Anlagen der Trinkwasserversorgung hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften und trinkwasserhygienischen Unbedenklichkeit bewährt. Im DVGW Arbeitsblatt W 347 sind die Zementarten und Zusatzstoffe sowie Zusatzmittel gelistet, für die die toxikologische Unbedenklichkeit als nachgewiesen gilt. Für den Einsatz dieser Materialien müssen Eingangsnachweise nach dem DVGW Arbeitsblatt W 347 vorliegen.





Die grundsätzlichen Anforderungen an zementgebundene Putze und Beschichtungen für Trinkwasserbehälter sind in Tabelle 1 zusammengefasst und müssen im Rahmen einer Erstprüfung durch den Hersteller gemäß DVGW Arbeitsblatt W 300 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Erstprüfungen sind nicht auf Proben übertragbar, die an der Baustelle entnommen werden.

4.3 Anforderungen

Um die Verträglichkeit der eingesetzten Materialien mit dem zu speichernden Wasser zu beurteilen, sind chemische Wasseranalysen anzufordern und auszuwerten. Zur Herstellung zementgebundener Beschichtungsmaterialien für Trinkwasserbehälter sind die in den nachfolgenden Punkten genannten Stoffe geeignet.

Zemente: Es dürfen nur nach DIN EN 197-1 und DIN 1164-10 genormte oder entsprechend bauaufsichtlich zugelassene Zemente und Tonerdezemente gemäß DIN EN 14647 eingesetzt werden.

Gesteinskörnungen: Es dürfen nur saubere ungebrochene oder gebrochene Gesteinskörnungen eingesetzt werden, die den Anforderungen gemäß DIN EN 12620 sowie DIN V 20000-103 genügen.

Zugabewasser: Das Zugabewasser muss DIN 1045-2 entsprechen. Geeignet ist Trinkwasser.

Zusatzstoffe: Zusatzstoffe müssen DIN 1045 entsprechen. Eingesetzt werden können anorganische und organische Zusatzstoffe entsprechend den Angaben des DVGW-Arbeitsblattes W 347, Tabelle 4 a.

Zusatzmittel: Zusatzmittel können eingesetzt werden, wenn sie den Angaben des DVGW-Arbeitsblattes W 347, Tabelle 4 a entsprechen.

Hilfsstoffe: Die Herstellung von Betonflächen im Inneren von Trinkwasserbehältern sollte vorzugsweise mit Schalungen erfolgen, die ohne den Einsatz von Trennmitteln auskommen (trennmittelfreie Schalungen, entwässernde Schalungen). Werden Schalungen eingesetzt, für die jedoch Bauhilfsstoffe/Trennmittel/Schalölle benutzt werden, so müssen Maßnahmen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 347, Kapitel 6 getroffen werden.

4.4 Bewertung des Betonuntergrundes nach dessen Vorbereitung und vor der Beschichtung

Für die langlebige Funktionsfähigkeit der zementgebundenen Beschichtung ist die Untergrundqualität von ausschlaggebender Bedeutung. Aus diesem Grund ist eine umfassende Prüfung des zu beschichtenden Untergrundes gemäß Tabelle 3 unumgänglich. Im Übrigen wird auf die DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie) verwiesen.

Oberflächenzugfestigkeit: Die Oberflächenzugfestigkeit lässt Schlussfolgerungen über die innere Festigkeit der oberflächennahen Bereiche zu und muss im Mittel $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ (kleinster Einzelwert $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$) betragen. Der Prüfumfang besteht aus drei Einzelprüfungen je angefangene 250 m^2 . Neben dem gemessenen Wert ist die Beurteilung der Abrissflächen in die Bewertung einzubeziehen. Liegen die gemessenen Oberflächenzugfestigkeiten unter diesen Werten, so sind die erforderlichen Maßnahmen

mit dem sachkundigen Planer abzustimmen. Diese Bewertung ist ein entscheidendes Kriterium für die Festlegung, ob der Untergrund als Beschichtungsträger geeignet ist und welches System zum Einsatz kommt.

Korrosionsschäden am Bewehrungsstahl: Korrosionsschäden am Bewehrungsstahl sind so zu beseitigen, dass die Standsicherheit des Bauteiles und des Bauwerkes nicht gefährdet ist. Der sachkundige Planer oder derjenige, der die Fragen der Standsicherheit während der Ausführung verantwortlich beurteilt, legt fest, ob der Restquerschnitt der korrodierten Bewehrung noch ausreichend ist, oder ob und wie eine Zusatzbewehrung anzuordnen ist. Die Stahloberflächen sind so zu behandeln, dass bei den Instandsetzungsprinzipien R und W im gesamten freigelegten Bereich mindestens ein Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 bzw. St 2 erreicht wird. Beim Instandsetzungsprinzip C müssen die zu beschichtenden Stahloberflächen mindestens den Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 1/2 aufweisen.

Risserkennung: Die Risserkennung dient der Feststellung und Vermessung von Rissen bzw. der Zuordnung in statisch ruhende Risse oder Bewegungsrisse. Daraus ergeben sich die Rissanierungsmaßnahmen.

Rissbreite: Das Messen der Rissbreite ist die Basis für die Wahl des Rissanierungssystems.

Rissbewegung: Das Feststellen, ob und in welcher Form sich Risse bewegen, ist entscheidend für die Festlegung des Rissverschlussystems.

Hohlagen: Für örtliche Ausbesserungen bzw. flächige Beschichtungen muss der Betonuntergrund frei sein von etwa parallel zur Oberfläche oder schalenförmig im oberflächennahen Bereich verlaufenden Rissen und Ablösungen.

Karbonatisierungstiefe: Die Karbonatisierungstiefe ist speziell bei Stahlbetonbauten von Bedeutung, da der Bewehrungsstahl nur im alkalischen Bereich geschützt ist. Ansonsten stellt das Karbonatisieren (d. h. das Absenken des pH-Wertes) des Betons bzw. einer zementgebundenen Beschichtung keinen Mangel dar.

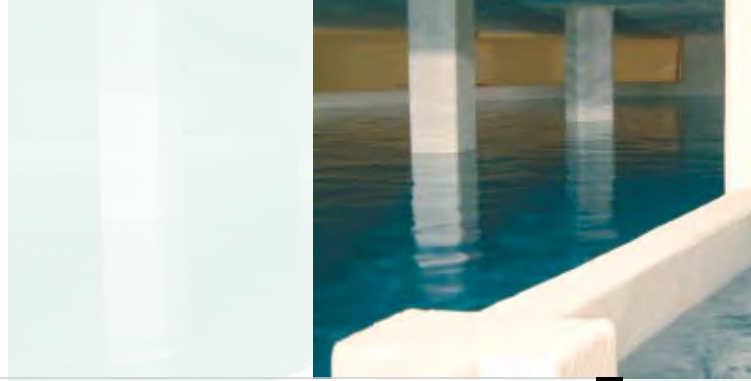
Betondeckung: Die Bewehrung in Stahlbetonbauteilen muss eine Mindestbetondeckung von 20 mm (Expositionsklasse XC2) aufweisen.

Poren und Lunker: Die Vermessung nach Größe, Form und Tiefe dient als Entscheidungshilfe für die Wahl des zementgebundenen Beschichtungssystems sowie dessen Verarbeitungsform.

Rautiefe: Die Rautiefe ist ein Maß für die Rauheit einer Oberfläche in mm. In der Regel wird die Rautiefe nach dem Sandflächenverfahren gemessen oder eingeschätzt nach Vergleichswerten gemäß Begriffsdefinition der Rautiefe in Teil 1 der DAfStb Instandsetzungs-Richtlinie. Die Rautiefe ist mitentscheidend für die Wahl des zementgebundenen Beschichtungsmaterials und die Ermittlung des Materialbedarfs.

Sauberkeit: Die Sauberkeit der zu beschichtenden Flächen gewährleistet, dass keine trennenden Substanzen (z. B. lose Mörtelreste, Wasserfilme) das Haften der Beschichtung am Untergrund behindern.





Benetzungsverhalten: Das Benetzungsverhalten gibt Aufschluss über folgende Eigenschaften des zu beschichtenden Untergrundes:

- Saugverhalten
- Hydrophobie

Auf dieser Basis wird über weitere Vorbehandlungsmaßnahmen (z.B. Vornässen) entschieden.

4.5 Vor-Ort-Prüfungen

Die Vor-Ort-Prüfungen dienen der Qualitätssicherung des Mörtels vor, während und nach der Verarbeitung. Die Prüfung der fertigen Beschichtung wird an Flächen durchgeführt, die ein Alter von mindestens 7 Tagen haben und nach Kapitel 6 (zumindest im Bereich der Prüfflächen) gereinigt sind. Die Anforderungen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die nach 7 Tagen zu erwartenden Festigkeitswerte liegen aufgrund der in den Wasserkammern herrschenden Temperatur in der Regel nur bei maximal ca. 60 % der Endfestigkeit.

Vor der Verarbeitung

Eingangskontrolle: Bei der Übergabe von werkgemischten Produkten sind Lieferschein, Verpackungsaufdruck und Kennzeichnung bei jeder Lieferung auf Richtigkeit zu prüfen.

Lagerung: Bei der Einlagerung sind die Lagerungsbedingungen nach den vom Hersteller bereitgestellten Angaben durch Sichtprüfung zu kontrollieren.

Während der Verarbeitung

Prüfung nach Augenschein: Durch Sichtprüfung der Produkte werden Farbe, Feinheit, Korngröße und die Brauchbarkeit des Materials festgestellt.

Konsistenz: Jede Mischung ist nach Augenschein auf Einhaltung der Mischvorgabe und des festgelegten Konsistenzbereichs (Ausbreitmaß) zu prüfen.

Frischmörtelrohichte: Je angefangene 100 m², aber mindestens 1 mal je Arbeitstag ist zu prüfen, ob die Angaben des Herstellers zur Ausführung bzgl. der Frischmörtelrohichte eingehalten werden. Es ist zu empfehlen hierbei auch den Luftporengehalt zu bestimmen.

Wassergehalt: Der Wassergehalt des Frischmörtels ist durch den Darrversuch nach DIN 1048-1:1991-06 zu bestimmen. Es ist pro Arbeitstag ein Versuch durchzuführen.

Stoffe: Laufend sind die Stoffe durch Sichtprüfung darauf zu kontrollieren, dass keine auffälligen Veränderungen vorhanden sind.

Schichtdicke: Ausreichend häufig ist durch Verbrauchsmessung oder Differenzschichtdickenmessung das Einhalten der Angaben zur Ausführung zu prüfen.





Witterung: Täglich sind Lufttemperatur und relative Luftfeuchte (Höchst- und Tiefstwerte) sowie die Witterungsverhältnisse im Bautagebuch festzuhalten.

Nach der Verarbeitung

Geschlossene Oberfläche: Die Oberfläche ist durch Augenschein und Betrachtung mit einer Lupe zu beurteilen.

Verfestigte Oberfläche: Die Oberfläche der Beschichtung muss fest sein und darf nicht absanden.

Hohllagigkeit: Vor Beginn der nachfolgenden Arbeiten und nach Abschluss der Arbeiten werden die Oberflächen mit einer Drahtschleife, einem kleinen Hammer, einem Hohlstellenprüfer o. ä. abgefahren. Durch das dabei erzeugte Geräusch kann festgestellt werden, ob Hohlstellen vorhanden sind. Diese sind restlos zu entfernen.

Haftzugfestigkeit: Das Haften am Untergrund wird statistisch verteilt mit einem geeigneten Haftzugfestigkeits-Messgerät ermittelt. Die Haftzugfläche wird mit einem Kernbohrgerät, dessen Innendurchmesser dem Prüfstempeldurchmesser entspricht, mindestens 5 mm tief in den Untergrund hinein vorgebohrt. Die Prüfstempel werden mit einem geeigneten Kleber aufgeklebt. Beim Aufkleben darf kein Klebstoff in den Bohrspalt gelangen. Die Anzahl an Messungen ist im Leistungsverzeichnis festzulegen. Die Prüfung besteht aus drei Einzelmessungen je angefangene 500 m². Messwerte und Bruchbild werden protokolliert. Die Bruchfläche ist nach Augenschein zu beurteilen, dabei sind folgende Bruchformen zu unterscheiden:

Kohäsionsversagen

Bruchform A	im Beton bzw. im Untergrund
Bruchform B	in der ersten Schicht des zu prüfenden Systems
Bruchform C	in der zweiten Schicht des zu prüfenden Systems
Bruchform Y	in der Kleberschicht

Adhäsionsversagen

Bruchform A/B	zwischen Beton und der 1. Schicht des zu prüfenden Systems
Bruchform B/C	zwischen der 1. und der 2. Schicht des zu prüfenden Systems
Bruchform -/Y	zwischen der letzten Schicht des zu prüfenden Systems und der Kleberschicht
Bruchform Y/Z	zwischen der Kleberschicht und dem Stempel

Die den Bruchformen zugeordneten Flächenanteile sind jeweils auf 10 % abzuschätzen. Die Haftzugfestigkeiten für Mörtelbeschichtungen sollen betragen

– als Mittelwert: 1,5 N/mm²

– als kleinster Einzelwert: 1,0 N/mm²

Schichtdicke: Die Schichtdicke wird während der Verarbeitung und an den abgerissenen Prüfkörpern der Haftzugfestigkeit gemessen. Ist dies nicht möglich, so werden Bohrkerne genommen und vermessen.



4.6 Transport, Lagerung, Entsorgung

Zementgebundene Werk trockenmörtel müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden. Während des Transportes darf das Material nicht der Freibewitterung ausgesetzt werden, auch nicht wenn es mit Folie umhüllt ist. Die aktuellen Hinweise zum Transport des Materials, zum Schutz der Verarbeiter und zur Materialentsorgung, sind dem EG-Sicherheitsdatenblatt gemäß 91/155/EWG des Herstellers, aktualisiert gemäß Änderungsrichtlinie 2001/58/EG und TRGS 220, zu entnehmen. Die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften sowie die allgemeinen Transportbedingungen sind zu beachten.

5 Technologie des Beschichtens

5.1 Allgemeine Hinweise



Die Gewissenhaftigkeit der Ausführung ist eine wichtige Voraussetzung für die Erzielung der Gebrauchseigenschaften von Beschichtungen. Dies betrifft im Wesentlichen:

- Untergrundvorbereitung
- Mischen der Produkte/Wasserzugabe
- Verarbeitungstechnik/Mindestschichtdicke
- Nachbehandlung
- Maßnahmen gegen zu frühe Kondenswasserbelastung

Optimale Verarbeitung und Erhärtung von zementgebundenen Baustoffen sind von den klimatischen Verhältnissen abhängig. In Trinkwasserbehältern ist meist mit Temperaturen um 10 °C bis 15 °C zu rechnen. Die relative Luftfeuchte sollte > 80 % sein.

5.2 Arbeitsvorbereitung

Zur Arbeitsvorbereitung gehört die sorgfältige Planung der einzelnen Schritte und des Bauablaufes. Den besonderen Anforderungen an die Sauberkeit und Hygiene in Trinkwasserbehältern ist Rechnung zu tragen. Um auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit im Trinkwasserbehälter reagieren zu können, müssen Luftbefeuchter oder Luftentfeuchter kurzfristig verfügbar sein.

5.3 Untergrundvorbereitung

Ein tragfähiger Untergrund ist Vorbedingung für einen dauerhaften Verbund zwischen Untergrund und Beschichtungssystem. Minderhaftende und verbundstörende Substanzen müssen vollständig entfernt werden. Hochdruckwasserstrahlen (> 400 bar), Höchstdruckwasserstrahlen (bis 2000 bar) und Strahlen mit festen Strahlmitteln



sind geeignete Verfahren. Letzter Arbeitsgang muss eine Reinigung mittels Druckwasserstrahlen sein. Vor dem Beschichten müssen Wasserfilme bzw. stehendes Wasser von den Oberflächen restlos entfernt werden.

Schäden in der Betonoberfläche oder am Bewehrungsstahl sind gemäß DAfStb Instandsetzungs-Richtlinie zu behandeln.

Der vorbereitete Untergrund muss vor der Beschichtung gemäß Tabelle 2 begutachtet werden.

Der Untergrund ist kapillarsättigend vorzunässen.

5.4 Verarbeitung

Die Qualität der Innenbeschichtung in Trinkwasserbehältern hängt entscheidend von der Art und der Sorgfalt der Verarbeitung ab.

Die Art der Verarbeitung ist materialabhängig. Die Angaben des Herstellers zur Verarbeitung und zum Verbrauch sind daher genau zu beachten. Insbesondere darf der Verarbeiter die Herstellerangaben bezüglich der Wasserzugabemenge nicht überschreiten.

Der Mörtel wird mit geeigneten Maschinen angemischt und aufgetragen. Die Schichtdicke ist während der Verarbeitung regelmäßig zu kontrollieren.

5.4.1 Oberflächenstruktur

Die Oberflächenstruktur der Schutzbeschichtung ist abhängig von der Verarbeitungstechnik. Ziel ist es, eine geschlossene Oberfläche zu erhalten, so dass sich Verschmutzungen nur schwer ablagern können und eine Reinigung leicht erfolgen kann. Je nach Verarbeitungstechnik werden folgende Oberflächenstrukturen erzielt:

- Spritzmaschine: - Orangenhaut
- Stalaktitenform (Deckenuntersichten)
- Glättkelle: - glatt
- Bürste/Quast: - Streichprofil

In Abhängigkeit vom Untergrund und der Verarbeitungstechnik können Farbtenschwankungen und Schattierungen an den Beschichtungsoberflächen auftreten. Diese beeinträchtigen nicht die Qualität und Funktionsfähigkeit der Beschichtung.

5.4.2 Handapplikation

Der Mörtel wird mit einem geeigneten Mischgerät angemischt und auf die zu beschichtenden Flächen (z.B. mit einer Kelle) in einem oder mehreren Arbeitsgängen aufgezogen. Bei der manuellen Oberflächenbearbeitung mit der Glättkelle wird eine ebene Oberfläche erzielt. Einzelne Traufelschläge sind handwerklich bedingt. Wird die Oberfläche mit einer Bürste oder einem Quast behandelt, so gibt sie die Streichstruktur wieder.





5.4.3 Maschinelle Applikation

An Deckenuntersichten kann die Schutzbeschichtung maschinell in einem Arbeitsgang aufgespritzt werden. Senkrechte Flächen werden bei der Maschinenapplikation meist wie folgt behandelt:

Die Schutzbeschichtung wird mit einer geeigneten Maschine auf die zu beschichtenden Flächen in einer oder mehreren Lagen – bis zur geforderten Schichtdicke – aufgespritzt und mit einer Glätttraufel glatt gezogen.

Wird eine Spritzstruktur gewünscht, ist diese mit geeigneten Spritzgeräten herzustellen.

5.5 Nachbehandlung

Die Beschichtung ist bis zum genügenden Erhärten gegen schädigende Einflüsse zu schützen. Um eine vollständige Hydratation des Zementes zu gewährleisten, ist die Beschichtung ausreichend lange feucht zu halten und gegen Austrocknen zu schützen. Dafür genügen im Allgemeinen 7 Tage. Grundsätzlich ist die Kondenswasserbildung bzw. stehende Wasserfilmbildung auf der Beschichtung bis 7 Tage nach der Applikation zu vermeiden.

Bei Gefahr der Taupunktunterschreitung (Kondensatbildung) sind bis zum Abbinden des Mörtels Klimageräte einzusetzen. Eine konstante relative Luftfeuchte von 85 % bis 95 % ist durch entsprechende Ent- bzw. Befeuchtung über 7 Tage sicherzustellen. Keinesfalls darf unkontrolliert Warmluft eingeblasen werden. Chemische Nachbehandlungsmittel dürfen in Wasserkammern nicht verwendet werden.

Ein Austrocknen der Beschichtung vor dem ersten Befüllen ist zu verhindern. Dazu muss die Beschichtung ausreichend lange feucht gehalten werden.

5.6 Schichtdicke

Um einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten, sind Mindestschichtdicken einzuhalten. Rautiefen sind nicht in die Schichtdickenberechnung mit einzubeziehen.

5.7 Güteüberwachung

Die Güteüberwachung der Bauausführung bezieht sich auf folgende Punkte:

- Untergrund
- Beschichtungsmaterial
- Verarbeitungsbedingungen
- Fertige Beschichtung

Der zu beschichtende Untergrund ist durch den Verarbeiter oder den Planer auf Eignung zu untersuchen bzw. untersuchen zu lassen (z. B. durch entsprechenden Prüfplan gemäß Abschnitt 4.4).

Die Güte der Beschichtung muss kontrolliert und protokolliert werden. Hierbei ergeben sich folgende Verantwortlichkeiten:

- Die Qualität der Beschichtungsmaterialien ist durch den Hersteller nachzuweisen.
- Die Verarbeitungsbedingungen sind im Bautagebuch des Verarbeiters und auf Nachweisbögen für die ordnungsgemäße Durchführung festzuhalten.

Die Güteüberwachung der fertigen Beschichtung ist gemäß Tabelle 3 durchzuführen.



6 Reinigung und Desinfektion

Die Reinigung und Desinfektion ist in den DVGW-Arbeitsblättern W 300, W 319 und W 291 geregelt.

Es muss sichergestellt sein, dass die Reinigung und Desinfektion nur durch Maßnahmen und Mittel erfolgt, die die Beschichtungsmaterialien nicht schädigen. Nach ausreichender Erhärtung des Beschichtungsmaterials, frühestens 10 Tage nach Auftrag, wird der Trinkwasserbehälter ausgewaschen und desinfiziert.

Durch eine regelmäßige Wartung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 300 wird der jeweils vorgefundene bautechnische und hygienische Ist-Zustand ermittelt und mit dem geforderten Soll-Zustand abgeglichen. Im Soll-Zustand entspricht das Bauwerk allen bautechnischen und hygienischen Anforderungen, die durch den Einsatzzweck (Trinkwasserspeicherung/-förderung) gestellt werden.

7 Nutzungs- und Wartungshinweise

Es wird empfohlen, die Wasserkammern jährlich mindestens einmal zu inspizieren. Bei der Wartung von Trinkwasserbehältern ist zu beachten, dass die Wasserkammern nur mit sauberen Schuhen betreten werden dürfen. In der Wasserkammer benutzte Gegenstände (z. B. Gummikabel, Schuhsohlen, Schläuche) dürfen nicht abreibbar sein. Ledersohlen oder Lederhandschuhe können zur Fleckenbildung auf der Beschichtung führen.

Werden bauliche Mängel und Schäden festgestellt, so ist nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 312 bzw. dem vorliegenden Merkblatt zu verfahren.

Aus hygienischen Gründen ist insbesondere auf Geruchs-, Belags- und Bewuchsbildung auf Oberflächen und Fugen sowie auf anorganische und organische Ablagerungen zu achten.

8 Arbeitssicherheit

Die aktuellen Hinweise zur Arbeitssicherheit und zum Transport des Materials sind dem entsprechenden EG-Sicherheitsdatenblatt 91/155/EWG des Herstellers, aktualisiert gemäß Änderungsrichtlinie 2001/58/EG und TRGS 220 zu entnehmen. Die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften sind zu beachten (z. B. Unfallverhütungsvorschriften). Die Handhabung der Materialien wird im technischen Merkblatt des Herstellers beschrieben.

Die Deutsche Bauchemie hat in Zusammenarbeit mit GISBAU (Gefahrenstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft) den bauchemischen Produktgruppen sogenannte GISCODEs zugeordnet. Diese GISOCODEs werden auf dem Etikett, im Sicherheitsdatenblatt und im technischen Merkblatt der Produkte angebracht. Unter www.gisbau.de können aus der zugehörigen Datenbank WINGIS Hinweise zum Arbeitsschutz und Muster-Betriebsanweisungen für die einzusetzenden Produkte nach GefStoffV abgerufen werden.

Literatur/Vorschriften/Empfehlungen

DIN EN 196-1, Prüfverfahren für Zement – Teil 1: Bestimmung der Festigkeit. Ausgabe 2005-05

DIN EN 197-1, Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement. Ausgabe 2004-08, Deutsche Fassung EN 197-1:2000+A1:2004

DIN EN 197-1, Berichtigung 1 – Berichtigungen zu DIN EN 197-1. Ausgabe: 2004-11

DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Ausgabe 2001-07

DIN 1045-2/A1, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Änderung A1. Ausgabe 2005-01

DIN 1048-1, Prüfverfahren für Beton; Frischbeton. Ausgabe 1991-06

DIN 1164-10, Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften. Ausgabe 2004-08

DIN EN 12620, Gesteinskörnungen für Beton. Ausgabe 2003-04, Berichtigung 1 2004-12

DIN EN 14647, Tonerdezement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien. Ausgabe 2006-01

DIN 18555-2, Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Frischmörtel mit dichten Zuschlägen; Bestimmung der Konsistenz, der Rohdichte und des Luftgehalts. Ausgabe 1982-09

DIN 66133, Bestimmung der Porenvolumenverteilung und der spezifischen Oberfläche von Feststoffen durch Quecksilberintrusion. Ausgabe 1993-06

DIN V 20000-103 (Vornorm). Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 103: Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2003-04. Ausgabe 2004-04

DAFStb-Richtlinie, Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie). Ausgabe Oktober 2001

DVGW-Arbeitsblatt W 291, Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn. Ausgabe 2003-03

DVGW-Arbeitsblatt W 300, Wasserspeicherung – Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn. Ausgabe 2005-06

DVGW-Arbeitsblatt W 312, Wasserbehälter: Maßnahmen zur Instandhaltung. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn. Ausgabe 1993-11

DVGW-Arbeitsblatt W 347, Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn. Ausgabe 2006-05

Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen (Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz – LMBG). BGBl. I (1997), S. 2296

Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und die Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen. Ausgabe: 1999-05-31. ABl EG (1999)

Richtlinie 91/155/EWG der Kommission vom 5. März 1991 (EG-Amtsblatt Nr. L 76 S. 35) zur Festlegung der Einzelheiten eines besonderen Informationssystems für gefährliche Zubereitungen gemäß Artikel 10 der Richtlinie 88/379/EWG des Rates (Sicherheitsdatenblätter), geändert durch Richtlinie 93/112/EG (EG-ABl. Nr. L 314 S. 38) und Richtlinie 2001/58/EG (EG-ABl. Nr. L 212 S. 24)

Technische Regeln für Gefahrstoffe – TGRS 220 – Sicherheitsdatenblatt. Ausgabe März 2002 (BArbBl. 4/2002 S. 112, geändert durch BArbBl. 7-8/2002 S 140, berichtigt durch BArbBl. 1/2003 S. 110)

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001). Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (BGBl. S. 959), geändert durch Artikel 263 der Verordnung vom 25. November 2003 (BGBl. S. 2304)

WINGIS Gefahrstoff-Informationssystem, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft: www.gjsbau.de

Tabellenanhang

Tabelle 1

Anforderungen an zementgebundene Putze und Beschichtungen für Trinkwasserbehälter (nach DVGW-Arbeitsblatt W 300) – Erstprüfung durch den Hersteller gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 300)	
Eignungsnachweis	Anforderung
Äquivalenter Wasserzementwert $(w/z)_{eq}^1$	$\leq 0,50$
Ausbreitmaß	deklarerter Wert
Luftporengehalt des Frischmörtels ²⁾	$0,40 < (w/z)_{eq} \leq 0,50$ LPfrisch ≤ 5 Vol.-% $(w/z)_{eq} \leq 0,40$ LPfrisch ≤ 8 Vol.-%
Verarbeitbarkeitszeit	deklarerter Wert
Gesamtporenvolumen ³⁾	
Lagerung 28 d Wasser + 24 h Vakuum oder	≤ 12 Vol.-%
Lagerung 90 d Wasser + 24 h Vakuum	≤ 10 Vol.-%
Prismendruckfestigkeit / Festigkeitsentwicklung ⁴⁾	deklarerter Wert
E-Modul	deklarerter Wert
Hygienische Anforderungen	nach DVGW-Arbeitsblatt W 347

1) kann mit Hilfe des Darr-Versuchs nach DIN 1048-1 überprüft werden, alternativ durch Prismendruckfestigkeit nach DIN EN 196-1, wenn Zusammenhang nachgewiesen.

2) nach DIN 18555-2

3) Quecksilberporosimetrie bis 2000 bar, DIN 66133

(Anmerkung: Dieses Prüfverfahren ist für eine Überprüfung an der Baustelle ungeeignet).

4) nach DIN EN 196-1

Tabelle 2

Bewertung des Betonuntergrundes nach dessen Vorbereitung und vor der Beschichtung	
Prüfung	Prüfmethode / -gerät
Oberflächenzugfestigkeit	Abreißfestigkeit
Korrosionsschäden am Bewehrungsstahl	visuell
Risserkennung	visuell
Rissbreite	Rissbreitenlehre oder Risslupe
Rissbewegung	Messmarken oder Setz-Dehnungsmesser
Hohllagen	Drahtschlaufe oder Hammer
Karbonatisierungstiefe	Phenolphthaleintest
Betonüberdeckung	elektronisches Bewehrungssuchgerät
Poren und Lunker	Lupe
Rautiefe	Sandflächenverfahren oder visuell nach DAfStb Instandsetzungs-Richtlinie
Sauberkeit	visuell
Benetzungsverhalten	Ansprühtest (Wasser)
Oberflächenfeuchte	visuell

Diese Prüfungen dienen der Festlegung der weiteren Maßnahmen zur Untergrundvorbereitung bzw. der Wahl des Beschichtungssystems.

Tabelle 3

„Vor-Ort-Prüfungen“ vor, während und nach der Verarbeitung der Produkte	
Prüfungen	Anforderungen
Vor der Verarbeitung	
Eingangskontrolle	Gemäß Bestellung/Brauchbarkeit des Materials
Lagerung	Nach Herstellerangabe
Während der Verarbeitung	
Stoffe	Gleichmäßigkeit/Keine Veränderungen
Konsistenz	Nach Herstellerangabe
Frischmörtelrohddichte	Nach Herstellerangabe
Wassergehalt	Nach Herstellerangabe
Luftporengehalt	siehe Tabelle 1
Schichtdicke	Nach Herstellerangabe/Planung
Klimatische Randbedingungen	Nach Herstellerangabe/Instandsetzungs-Richtlinie
Nach der Verarbeitung	
Geschlossene Oberfläche	Keine Blasen und keine durchgehenden Poren
Verfestigte Oberfläche	Kein Absanden
Hohllagen	Keine Hohllagen
Haftzugfestigkeit	Endfestigkeit: i.M. $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ /kEW $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
Schichtdicke	Nach Herstellerangabe/Planung

i.M. = im Mittel
kEW = kleinste Einzelwert



Nachwort



Das vorliegende „Merkblatt Zementgebundene Innenbeschichtungen in Trinkwasserbehältern“ wurde von der Projektgruppe 3.6 „Mineralische Innenbeschichtung von Trinkwasserbehältern“ erarbeitet und vom Fachausschuss 3 „Modifizierte mineralische Mörtelsysteme“ diskutiert und verabschiedet.

Der Projektgruppe PG 3.6 gehören an:

Dipl.-Ing. Dieter Biskop	StoCretec GmbH
Dipl.-Ing. Bernd Gehrke	Pagel Spezial-Beton GmbH & Co. KG
Dr.-Ing. Inga Hohberg	Deutsche Bauchemie e. V.
Dr. Helmut Kollmann	epasit GmbH
Dipl.-Chem. Hans-Jürgen Kuhl	PCI Augsburg GmbH
Reiner Markl	Sika Deutschland GmbH
Dr. Christian Minnigerode	Sakret GmbH
Franz Stöckl	Sika Deutschland GmbH
Dr. Hans-Dieter Wolf	Vandex Isoliermittel-Gesellschaft mbH

Darüber hinaus waren an der Erarbeitung interessierte Fachleute sowie Sachverständige und Planer beteiligt.

Bildnachweis:

epasit GmbH
Sika Deutschland GmbH
Vandex Isoliermittel-Gesellschaft mbH
www.pixelquelle.de