

SONDERDRUCK | BETONTECHNOLOGIE
Zweigleisiger Ansatz für den Schutz von
Beton in stark beanspruchender Umgebung



**SONDERDRUCK
BWI 05/18**



Zweigleisiger Ansatz für den Schutz von Beton in stark beanspruchender Umgebung

■ Dave Ross, Direktor des technischen Dienstes von Xypex, Kanada

Säurebildende Mikroorganismen zerfressen in alarmierender Geschwindigkeit eine weltweit wichtige Infrastruktur - unsere Abwassersysteme. Bei diesem als mikrobiell induzierte Korrosion (Microbial Induced Corrosion - MIC) bekannten, komplexen Prozess wird am Ende biogene Schwefelsäure gebildet, die den Oberflächen-pH-Wert von Betonkomponenten in Abwassersystemen langsam, aber sicher auf ein zerstörerisch niedriges Niveau senken kann, was dann zu schnellem Verfall und potenziell zum Kollaps der Bauwerksstruktur führt.

Viele Abwasser-Sammel- und -Aufbereitungssysteme weltweit müssen repariert oder ersetzt werden, da sie wegen MIC (Abb. 1) und anderen Formen physikalischer und chemischer Angriffe ihre Standsicherheit verloren haben. Ein Zusammenbruch der Abwasser-Infrastruktur führt zur zunehmenden Infiltration von abfließendem Regenwasser und Grundwasser und erlaubt das Austreten von Abwasser in die Umwelt aus beschädigten Abwasserleitungen und durch Überlauf von Aufbereitungsanlagen.

Im Clean Watersheds Needs Survey (Untersuchung über saubere Wassereinzugsgebiete) von 2016 stellt die Environment Protection Agency (Behörde für Umweltschutz) der USA fest, dass von den 271 Milliarden Dollar (ca. 235 Mrd. €), die in den nächsten 20 Jahren für die Behebung von Schäden an öffentlichen Abwasseraufbereitungsanlagen vorgesehen sind, mehr als 51 Mrd. Dollar (ca. 44 Mrd. €) für Reparaturen am Leitungssystem (d. h. Kategorie III) benötigt werden.

Laut Bericht „zeigt der steigende Bedarf an Kategorie-III-Reparaturmaßnahmen, dass die Gemeinden in zunehmendem Maße die bauliche Standsicherheit der Infrastruktur der vorhandenen Leitungssysteme sichern, Probleme des Einsinkens und Einstromens beheben und Probleme im Zusammenhang mit dem Überlaufen der Kanalisation beheben wollen“. Von den für Reparaturen erforderlichen 51 Mrd. \$ (ca. 44 Mrd. €) werden mehr als 42 Mrd. \$ (ca. 36 Mrd. €) für Projekte zur Verstärkung und/oder Rekonstruktion der Bausubstanz gefährdeter Abwasser- oder kombinierter Abflussrohre gebraucht, die restlichen 9 Mrd. \$ (ca. 8 Mrd. €) werden zur Be-



Abb. 1: Mikrobiell induzierte Korrosion (MIC) ist ein komplexer, biochemischer Prozess, bei dem starke Säuren entstehen, die Beton und Stahl schnell zerstören können.

hebung von Problemen des Einsickerns und Einströmens benötigt, wie Projekte zur Kontrolle des Eindringens von Wasser in Abwasser- oder kombinierte Abflussrohre aus Grundwasser, Abwasserrohren, Regenwasserkanälen und anderen unerwünschten Quellen.

Berichte gehen davon aus, dass westeuropäische Ver- und Entsorger für Wasser und Abwasser, die 390 Millionen Menschen in 17 Ländern mit Trinkwasser versorgen und deren Abwasser entsorgen, in den nächsten 5 Jahren fast 90 Mrd. € (ca. 103 Mrd. \$) in die Sanierung der Wasser- und Abwasser-Infrastruktur investieren werden.

Bei einem solchen Umfang an anstehenden Ersatz- und Reparaturarbeiten stehen Infrastruktur-Eigentümer und Verfasser von Regelwerken vor der Herausforderung, durch moderne Baumethoden die erneute Zerstörung zu verhindern und vor MIC zu schützen.

Übliche vorbeugende Maßnahmen zum Schutz der Kanalisations-Infrastruktur wie Stahlbetonrohre, Schächte, Ortbeton-Förderstationen, Ableitungsbauwerke und andere Bauten sind:

- Korrosionsbeständige Auskleidungen und Beschichtungen, wie z. B. Auskleidungen aus PVC und HDPE und Epoxidharz- und zementhaltige Beschichtungen
- PVC-Rohre als Ersatz für kleinere Betonrohre
- Dauerhafte Betonmischungen zur Verringerung der Durchlässigkeit und eine größere Beständigkeit gegen chemische Angriffe
- Behandlung von Abwasserströmen und chemische Zusätze zur Verringerung des Schwefelwasserstoffgehaltes (z. B. Sauerstoff-/Luft-Injektion oder Zusatz von Chemikalien, wie z. B. Wasserstoffperoxid, Chlor, Kaliumpermanganat, Kalziumnitrat, Ätznatron oder Magnesiumhydroxid)
- Antimikrobielle Zusätze - Können dem Beton beim Mischen zugegeben oder später aufgetragen werden

Es gibt viele Ansätze für den Schutz vor MIC, aber jede hat Einschränkungen, die von Eigentümern und Entwicklern zu berücksichtigen sind. So bieten z. B. Auskleidungen und Beschichtungen einen sichtbaren Schutz vor Säure- und Sulfatangriffen, diese Optionen sind aber beim Einbau in vorhandene Bauten möglicherweise teuer und zeitaufwändig. Wenn sie nicht korrekt angebracht werden, sind sie oft nicht dauerhaft.

Plastikauskleidungen z. B. können sehr empfindlich bezüglich der Qualität der Schweißverbindungen am Verlegeort sein. Auskleidungen und Beschichtungen können durch Hydrostatischen Druck von der Haftfläche abgelöst werden. Beschichtungen müssen sorgfältig aufgebracht werden, um Porenbildung zu vermeiden, was bei mit steifem Beton hergestellten Rohren eine Herausforderung sein kann. PVC-Rohre haben Vorteile, können aber nur für kleinere Rohrdurchmesser verwendet werden. Zusätze zu Abwasserströmen können teuer sein und die kontinuierliche Einleitung kann kompliziert sein.

Bei vorhandenen Anlagen gibt es noch weniger Lösungen zur Reparatur von MIC-Schäden:

- Reparaturmörtel plus nachfolgende korrosionsbeständige Epoxidharzbeschichtung
- Korrosionsbeständige Reparaturmörtel
- Schlauchlining Systeme - inklusive unterschiedlicher Techniken zur Reparatur und Erneuerung des Rohres
- Reparaturmörtel mit antimikrobiellen Zusätzen
- Chemische Zusätze zu Abwasserströmen - nach einer Reparatur

Eine der größten Schwierigkeiten bei diesen Strategien sind die möglicherweise sehr schwierigen Arbeitsbedingungen in einer vorhandenen Kanalisation. Die benötigen eine sehr sorgfältige Vorbereitung der Oberfläche und ein gründliches Trocknen vor dem Aufbringen feuchtigkeitsempfindlicher Werkstoffe, wie z. B. Epoxidharz.

Dauerhafterer Beton

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Beständigkeit von Beton gegen Säuren und andere chemische Angriffe zu erhöhen. Diffusion oder Eindringen aggressiver Substanzen in den Beton über miteinander verbundene kapillare Hohlräume und Risse kann zu Beschädigung und Zerstörung des Bauwerkes führen. Je nach Art der eindringenden Substanz kann diese den Beton oder die Stahlbewehrung angreifen. Durch Verstopfen der Poren und Ausbessern der Risse kann der Masseaustausch in den Beton verringert und die Dauerhaftigkeit des Bauwerkes erhöht werden.

Traditionelle Methoden zur Erhöhung der Haltbarkeit von Beton sind die Reduzierung des Wasser-Zement-Wertes und die Verlängerung der Feucht-Aushärtezeit. Eine andere Methode, die Dauerhaftigkeit und andere Faktoren von Beton zu verbessern, ist der teilweise Ersatz von Portlandzement durch mineralische Bindemittel wie z. B. Flugasche, gemahlene granulierten Hüttensand (GGH) und Silikatstaub.

Ein Zusatz dieser Werkstoffe erhöht die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken nachweislich. Man sollte jedoch die Quelle der Zementzusätze kennen, da ihre Qualität und Performance sehr unterschiedlich sein kann, besonders bei Flugasche.

Kristalline Abdichtung

Eine andere bewährte Methode, die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken zu erhöhen, ist die kristalline Abdichtung. Diese gibt es als Zusatzmittel oder zementhaltige Beschichtung. Durch Ausfüllen und Abdichten von Poren, Kapillaren und Mikrorissen mit einer nicht löslichen, widerstandsfähigen, kristallinen Formation wird die Durchlässigkeit des Betons verringert und seine Dauerhaftigkeit erhöht. Die meisten Verursacher von Schäden dringen auf diesen Wegen in den Beton ein. Diese Form der Abdichtung reagiert mit Nebenprodukten der Zementhydratation und verschließt Poren, Kapillarbahnen und Mikrorisse (Abb. 2 und 3). Eindringen und Diffusion von Flüssigkeiten und Gasen wird so wesentlich re-

duziert, was den Beton vor Angriffen von Säuren, Sulfat und Chloriden schützt.

Antimikrobielle Innovation

Die Xypex Chemical Corporation aus Vancouver in Kanada stellt seit 1970 Produkte zum kristallinen Abdichten und zum Schutz her und vertreibt diese über ein Servicenetz in mehr als 80 Ländern. Kürzlich brachte die Firma unter dem Namen Xypex Bio-San C500 ein neues Dual-Protection-Produkt auf den Markt, das kristalline Abdichtung mit einem antimikrobiellen Wirkstoff auf Mineralbasis kombiniert. Dieser tötet die Thiobacillus-Bakterien ab, die für die mikrobiell induzierte Korrosion verantwortlich sind.

Xypex Bio-San C500 ist ein Pulver, das dem Beton beim Mischen zugegeben wird. Es kann manuell oder über ein computergesteuertes Dosiersystem zugegeben werden. In zentralen Mischanlagen kann es auch direkt in den Mischer oder vor Zufuhr der einzelnen Ausgangsstoffe via Trockendosierung direkt in das Transportbetonfahrzeug gegeben werden.

Xypex Bio-San C500 gibt Fertigteilherstellern und Herstellern von Fertigbeton ein bequem anwendbares Einzelprodukt an die Hand, das in Projekten oder Produkten eingesetzt werden kann, bei dem ein hohes Maß an Korrosionsbeständigkeit, Wasserdichtigkeit und antimikrobiellem Schutz gefordert werden. Antimikrobielle Bio-San-Komponenten sind in einer Mineralmatrix fixiert, die fester Bestandteil des Betons wird. Die antimikrobiellen Zusätze arbeiten auf unbestimmte Zeit auf Zellebene und zerstören schädliche Bakterien, indem sie Metallionen freisetzen, die Löcher in der Zellmembran des Bak-

teriums öffnen und die Zelle von innen zerstören. Sie können nicht abgewaschen oder abgenutzt werden.

Bio-San in wichtiger Funktion

Der Roaring Fork Club ist ein exklusiver, privater Klub auf 383 Acre in Basalt, einer Stadt im US-Staat Colorado. Der Klub, etwa 20 Minuten entfernt vom weltberühmten Skiort Aspen, wurde Ende der 1990er Jahre gebaut und bietet viele Möglichkeiten wie z. B. Golf, Angeln im Roaring Fork River, Sport für die ganze Familie und andere Freizeitaktivitäten.

Die aktuellen Erweiterungspläne sehen den Bau von 13 neuen, größeren Gebäuden und eine Angestelltensiedlung mit 43 Einheiten vor. Die Abwasseraufbereitung für die Erweiterung sichert der Basalt Sanitation District über eine Erweiterung der Freigefälle-Kanalisation. Den Bau der Erweiterung übernimmt die Sopris Engineering LLC, eine ortsansässige, private Firma, die Beratung, Bauausführung und Vermessung anbietet.

Für die Gebäude und die Angestelltensiedlung wird eine 8-Zoll-PVC-Freigefälle-Sammelleitung zu einer 14 Fuß (ca. 4,3 m) hohen Förderstation mit Tauchpumpen unter einer Anhöhe verlegt. Die Pumpen fördern das Abwasser in eine 500 Fuß (ca. 150 m) lange Druckzuleitung zur Hauptkanalisation des Basalt Sanitation District.

Entwicklungsingenieur Paul Rutledge von Sopris meint, dass die Planung der Kanalisation für die Erweiterung des Klubs seiner Firma von Anfang an kristalline Abdichtung mit Xypex vorsah. „Wenn man eine Förderstation für eine Abwasserleitung plant, ist eine der wichtigsten Fragen, wie man diese Sta-

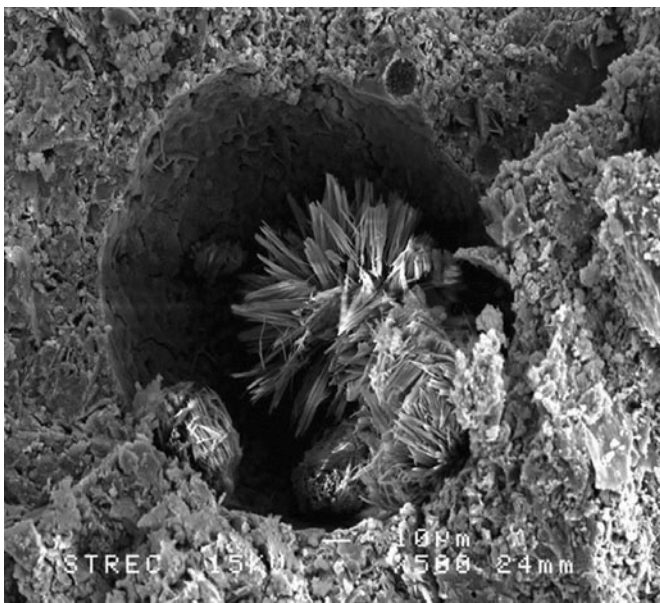


Abb. 2: Aufbau einer kristallinen Struktur in einem Porenraum der Betonmatrix

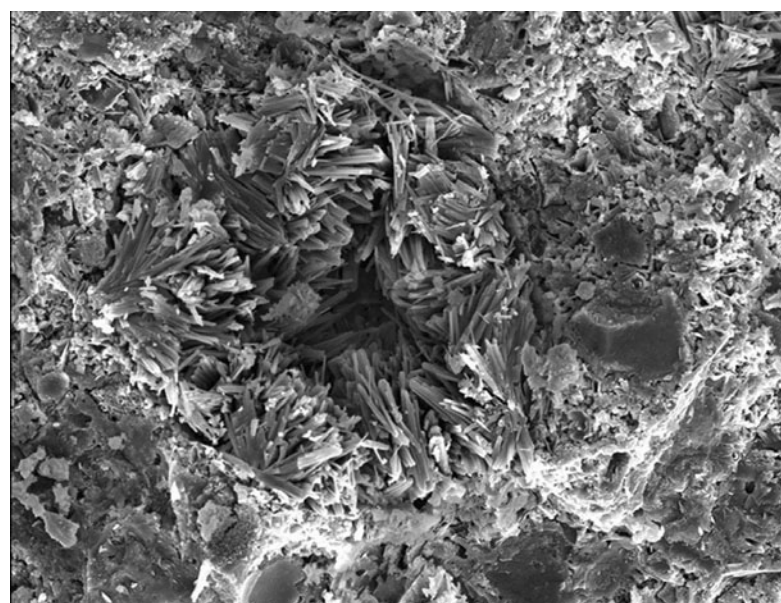


Abb. 3: Auf diesem Foto füllt die kristalline Formation die Pore vollständig aus und verhindert, dass Feuchtigkeit und potenziell schädliche diffundierende Substanzen hinein- oder herausgelangen.

tion so plant, dass sie möglichst ewig hält, besonders weil wir wissen, dass sie in Ortbeton ausgeführt wird und einer aggressiven Schwefelwasserstoffumgebung und wechselnden pH-Werten ausgesetzt ist.“

Rutledge meint, dass die Firma früher wohl für das Innere der Förderstation eine Epoxidharzbeschichtung vorgesehen hätte. Diese Option ist nun allerdings nicht mehr erste Wahl. „Als wir Betonzusatzmittel wie Xypex noch nicht kannten, hätten wir für eine Förderstation oder einen Schacht, die besonderen Schutz benötigt, Epoxidharz oder eine andere Beschichtung vorgesehen“, erklärt er. „Mit Xypex-Abdichtung und jetzt noch mit dem antimikrobiellen Bio-San wird der Schutz zu einem Teil des Bauwerks. Er bessert nicht nur Risse und undichte Stellen aus, sondern verhindert auch Schleimbildung.“

Die Ortbeton-Förderstation (Abb. 4) im Roaring Fork Club ist 14 Fuß (ca. 4,3 m) hoch, 12 Fuß (ca. 3,6 m) breit und 14 Fuß (ca. 4,3 m) lang, hat eine ca. 45 cm dicke Bodenplatte (Abb. 5) und eine ca. 25 cm dicke Abdeckung (Abb. 6). Das Gehäuse der Förderstation hat drei unterirdische Durchbrüche -

für das 8-Zoll-PVC-Zuleitungsrohr, ein 2-Zoll-Abflussrohr und einen 4-Zoll-Zugang für Steuerungs- und Stromleitungen. Für die Förderstation wurden von United Companies, einem Anbieter von Transportbeton für West-Colorado, ca. 32 m³ Transportbeton geliefert. United Companies bekam Xypex Bio-San C500 in Eimern von 50 Pfund (22,7 kg) und mischte es dem Beton für den Roaring Fork Club zu. Xypex Bio-San C500 wurde in einem 1%igen Gewichtsanteil aller mineralischen Bindemittel zugegeben.

„Die Entscheidung für Xypex Bio-San fiel relativ leicht, da wir bereits eine Xypex-Abdichtungs-Beimischung vorgesehen hatten“, meint Rutledge. „Ich erklärte auf einer unserer Arbeitsberatungen mit dem Entwicklerteam, welche Vorteile der Einsatz des neuen Xypex Bio-San bietet. Ich sagte ihnen, dass wir nur jetzt die Möglichkeit haben, ein hochmodernes Produkt einzusetzen, und sie waren damit einverstanden.“

Weiter meint er: „Mit dem Einsatz von Xypex Bio-San benötigen wir keine zusätzliche Beschichtung innen (Abb. 7) oder außen. Wir müssen uns nicht mit einem separaten Vertragspartner für die Beschichtung abstimmen, Verzögerungen oder spezielle Vorbereitungen entfallen. Der Schutz ist im



Abb. 4: Die neue Förderstation in Ortbeton ist Teil der Kanalisation für die Erweiterung des exklusiven Fork Club in Basalt im US-Staat Colorado. Dem Transportbeton für die neue Förderstation wurde Xypex Bio-San C500, eine kristalline Abdichtung und antimikrobielles Zusatzmittel, beigegeben. Man sieht rechts eine 8-Zoll-Zuleitung (siehe kleines Foto) zur Förderstation und links eine ausgehende 2-Zoll-Abflussleitung.



Abb. 5: Für die neue Förderstation wird eine ca. 45 cm dicke Bodenplatte gegossen.

Bauwerk „mit eingebaut“ und erspart uns viele Sorgen. So müssen wir uns z. B. keine Gedanken über Schrauben durch eine mit Epoxidharz beschichtete Oberfläche machen. Wir können die Leiter im Inneren, die Glasfaser-Leitungen für die Pumpen und sonstige Hardware ohne Probleme festschrauben.“

Nach genügender Aushärtung wurde die Förderstation einem hydrostatischen Exfiltrationstest (Abb. 8) unterzogen. Die Durchbrüche wurden verschlossen, die Förderstation bis oben mit Wasser gefüllt und 7 Tage überwacht - es durfte kein



Abb. 6: Eine ca. 25 cm dicke Abdeckung mit Einstiegsluken wurde in Ortbeton gegossen.

Wasser austreten. „Der Test der Förderstation Roaring Fork war extrem erfolgreich“, stellt Rutledge fest. „Schon beim ersten Test gab es so gut wie keinen Wasserverlust, also musste nichts repariert werden. Das machte es für uns wesentlich leichter. Wenn ein Bauwerk dicht ist, Risse selbst wieder verschließt und Schleimbildung verhindert, kann man davon ausgehen, dass es langlebig ist und über die Zeit viel Wartung spart. Niemand gräbt ein Bauwerk der Kanalisation gern nach 10 Jahren wegen vorzeitigem Verschleiß aus oder geht hinein und beschichtet es neu, weil eine Oberflächenbeschichtung versagt hat.“



Abb. 7: Blick von oben in die neue Förderstation, ein Schlüsselement der Abwasser-Infrastruktur für die Erweiterung des exklusiven Fork Club in Basalt im US-Staat Colorado



Abb. 8: Der hydrostatische Test war beim ersten Mal erfolgreich.

Geplante Reparaturen der Förderstation

Die ländliche Siedlung Lamar, Colorado, mit ca. 8.000 Einwohnern liegt am Ufer des Flusses Arkansas, etwa 6 Stunden südöstlich vom Roaring Fork Club. Lamar hat ein Abwassersystem mit 56 Meilen Abwasserleitungen von 6-24 Zoll, drei Förderstationen am Ostrand des Ortes und einer Hauptpumpstation, die das Abwasser in Aufbereitungsbecken pumpt.

Anfang 2011 baute der Ort als Ersatz für die alte, ausgediente Förderstation eine neue. Unglücklicherweise unterliegt die neue Förderstation wegen des vom Abwasser emittierten hohen Gehalts an Schwefelwasserstoffgas (H_2S) vorzeitiger Korrosion. Die mikrobiell induzierte Korrosion hat das Innere der Förderstation so stark erodiert, dass mühelos bis zu 5 cm Beton abgekratzt werden kann, besonders im Sumpf unten im Bauwerk.

Adam Teunissen, Ingenieur und Projektleiter bei JVA, Inc., einer Engineeringfirma aus Boulder in Colorado meint: „Das Bauwerk ist nicht einmal 10 Jahre alt, es ist jedoch so hochgradig korrodiert, wie ich es in meinem Berufsleben noch nie gesehen habe.“ JVA war von Lamar beauftragt worden, den Sumpf der korrodierten Förderstation instand zu setzen und zu versuchen, Gegenmaßnahmen gegen die Ursache der Korrosion – unüblich hoher Gehalts an H_2S und mikrobiell induzierte Korrosion – zu ergreifen.

„Wir haben empfohlen, die beschädigte Oberfläche in der Förderstation mit Xypex Megamix II mit Bio-San zu reparieren. Das ist ein neuer Spezial-Reparaturmörtel für Fälle mit MIC“, erklärt Teunissen. „Wir wollen auch durch Einleitung von Biozid in das Abwasser an verschiedenen Punkten das Niveau von H_2S in der Anlage senken.“

Doppelter Schutz bei Reparaturen

Xypex Megamix II mit Bio-San ist ein neuer Oberflächenreparaturmörtel, der kristalline Xypex-Abdichtungstechnik mit bioaktiven, mineralischen Bio-San-Feststoffen kombiniert. So ist Megamix II mit Bio-San chemisch beständig gegen Säuren, Sulfat und Chlorid, es dichtet ab, begrenzt MIC und füllt verlorene Wanddicken wieder auf – alles mit einem Produkt. Es wird einfach per Pistole oder manuell aufgetragen, lässt sich leicht glätten und verlangt keine aufwändigen Prozeduren, wie z. B. das Trocknen der Oberfläche, wie die meisten Beschichtungen.

„Wir glauben, dass der Einsatz des neuen Megamix mit Bio-San in diesem Fall die beste Lösung ist“, meint Teunissen. „So haben wir im Vergleich zu Epoxidharz oder einer anderen Beschichtung weniger Arbeit mit der Oberflächen-Vorbereitung. Und der Ort hat ja auch schon eine Epoxidharz-Beschichtung auftragen lassen, als die schnelle Zerstörung zum ersten Mal entdeckt wurde. Die hielt aber nicht lange. Ich habe Megamix schon eingesetzt, als ich noch bei einem anderen Unternehmen gearbeitet habe. Es hat uns Zeit und Geld gespart und gut funktioniert. Wenn wir Megamix mit Bio-San einsetzen,

sparen wir noch mehr Zeit und Geld und bekommen eine höhere Resistenz gegenüber MIC, besonders in Kombination mit dem Biozid, das wir dem Abwasser zusetzen.

Als Teil des Überwachungsprogramms nach der Reparatur will JVA im Sumpf behandelte und unbehandelte Betonprüfkörper einsetzen und sie periodisch überprüfen, um so die Wirksamkeit von Megamix II mit Bio-San messen zu können.

Es ist nicht das erste Mal, dass dieses Produkt in solch einer extremen H_2S -Umgebung bewertet wird. In einer unabhängigen Studie zur antimikrobiellen Wirkung von Xypex Bio-San C500 wurde der aktive Bestandteil in einem 1%igen Gewichtsanteil von Portlandzementmörtel beigegeben und mit unbehandelten Kontrollproben verglichen. Die Probenzylinder wurden 10 Jahre in einer Abwasseranlage aufgehängt, die wegen eines hohen H_2S -Gehalts (ca. 50 ppm) ausgewählt worden war. Die Tests zeigten, dass die behandelten Proben einen neunmal geringeren Verlust an Betonmasse als die unbehandelten Kontrollproben zu verzeichnen hatten. Die Bakterienkonzentration auf den behandelten Proben war auch nach 10 Jahren noch minimal.

„Wir waren etwas besorgt wegen des ungewöhnlich hohen H_2S -Gehalts in der Anlage, weit über den 50 ppm in dem Bio-San-Test“, meint Teunissen. „Wir denken aber, dass wir mit Biozid dieses Niveau auf 50 ppm oder darunter drücken können und Xypex mit Bio-San dann den Rest erledigt.“ ■

WEITERE INFORMATIONEN



Xypex Chemical Corporation
13731 Mayfield Place
V6V 2G9, Richmond BC, Kanada
T +1 604 273 5265
enquiry@xypex.com
www.xypex.com

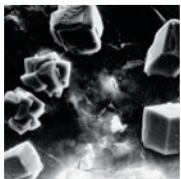
Kristalline antimikrobielle Technologie

maximaler Schutz von Beton in stark belasteten Abwasserkanälen

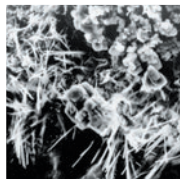
UNVERGLEICHLICH



Die Elektronenmikroskopaufnahmen sind Eigentum der Xypex Chemical Corporation und urheberrechtlich geschützt.



Beton
(Unbehandelt)



Xypex Kristallisation
(Beginnend)



Xypex Kristallisation
(Abgeschlossen)

Xypex Bio-San C500 ist ein einzigartiges Zusatzmittel für den Langzeitschutz von Beton bei stark belastetem Abwasser mit einem hohen Gehalt an H_2S , dem Verursacher von mikrobieller Korrosion. Bio-San C500 kombiniert wirksamen antimikrobiellen Schutz mit der einzigartigen kristallinen Technologie der Produktreihe Xypex Admix C. Bio-San C500 verhindert mikrobielle Korrosion, stoppt die Infiltration/Exfiltration von Wasser und ist säure- und sulfatbeständig. Das erhöht die Nutzungsdauer von Abwassersammelsystemen aus Beton und damit der gesamten Abwasser-Infrastruktur signifikant.

Sie können uns unter +1-604-273-5265 anrufen, oder besuchen Sie www.xypex.com

XYPEX[®]