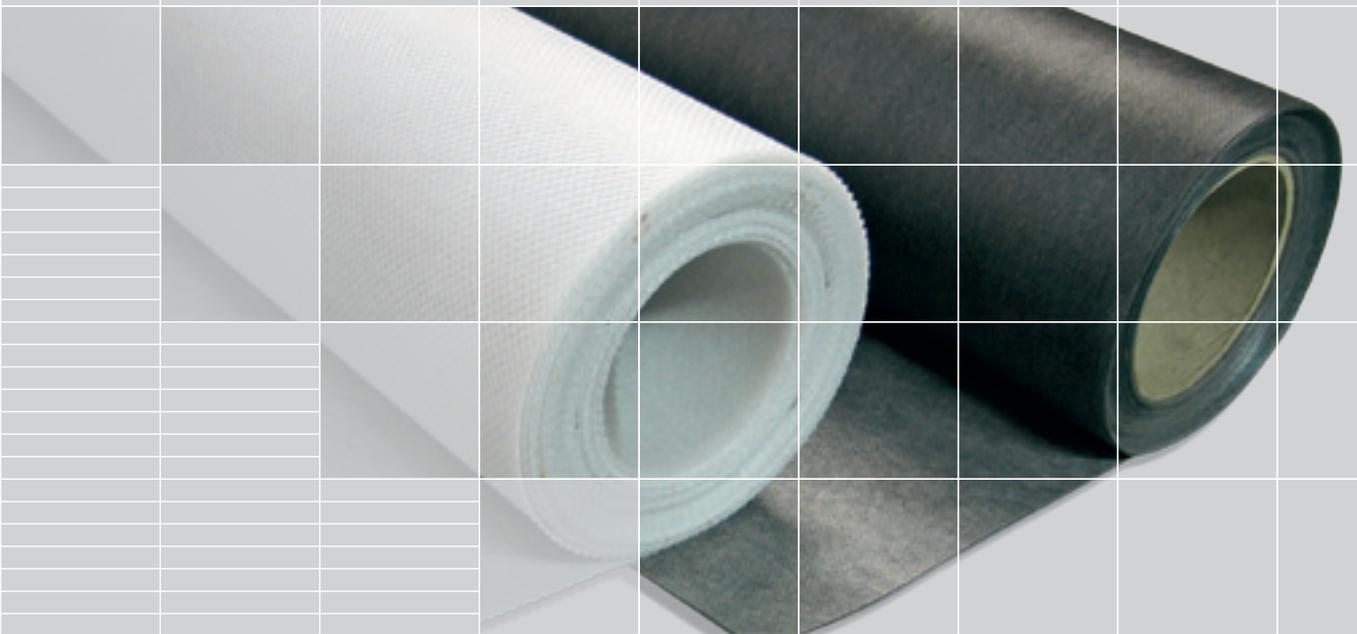


FRANK | Technologien für die Bauindustrie



Zemdrain[®]

Wasserabführende Schalungsbahn





Max Frank GmbH & Co. KG

Mitterweg 1
D-94339 Leiblfling
Tel. +49 9427 189-0
Fax +49 9427 15 88

info@maxfrank.de
www.maxfrank.de



Bildnachweis: Bernhard Strauss, Freiburg





Inhaltsübersicht

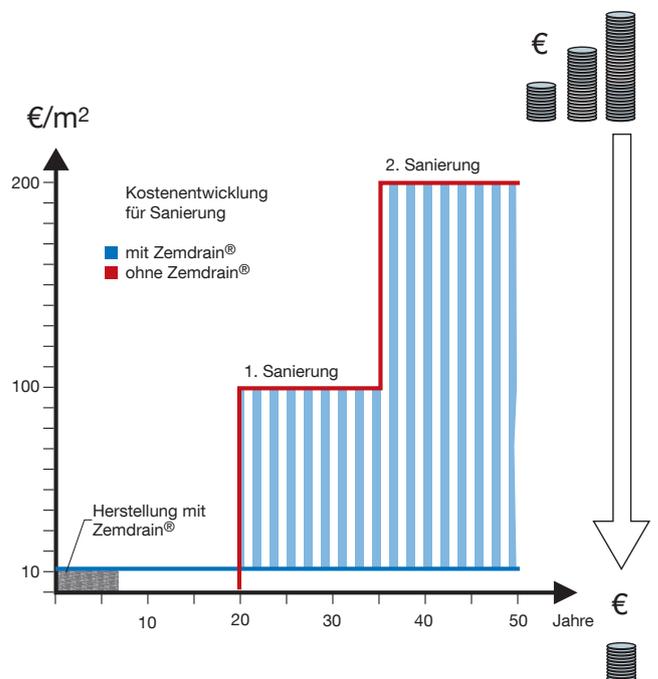
Warum Zemdrain®	4
Funktionsweise	6
Zemdrain® Typen	8
Anwendungsgebiete	10
Vorteile für die Haltbarkeit des Betons	11
Referenzen	12
Technische Details	25
Prüfberichte	30
Weitere FRANK Produkte	31

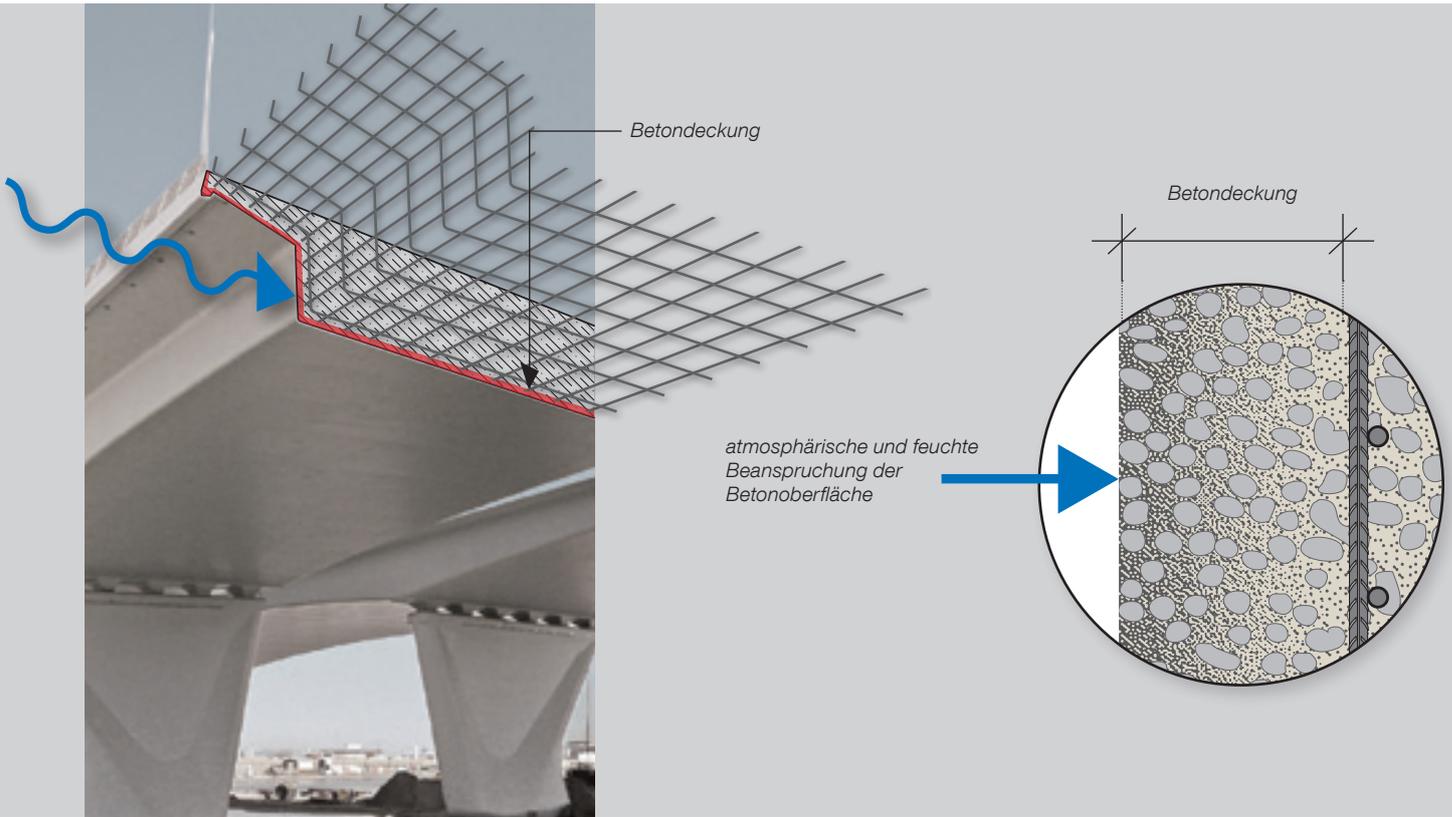


Lebensdauer und Nachhaltigkeit von Betonbauwerken

Betonbauwerke werden für eine Lebenszeit von 50 bis 100 Jahren geplant. Solche der Umwelt ausgesetzten Bauwerke müssen in dieser Zeit mehrmals saniert werden. Schuld daran ist die Durchlässigkeit der Randbetonzone.

Mit einer geringen Erhöhung der Investitionskosten können erhebliche Sanierungskosten eingespart werden, beziehungsweise fallen überhaupt keine Betonerkhaltungskosten an. Als Beispiel dazu kann eine Untersuchung von Kläranlagen aufgeführt werden. Das Ergebnis zeigt, dass bei Verwendung der Schalungsbahn Zemdrain® keine Sanierungskosten in einem Zeitraum von 50 Jahren zu erwarten sind, während bei Betonoberflächen ohne Verwendung von Zemdrain® bereits nach 10 Jahren Schäden sichtbar sind und im weiteren Verlauf mit mindestens zwei Sanierungen zu rechnen ist. Das Einsparungspotential wäre somit bei Kläranlagen über 200 € pro Quadratmeter Wandfläche (siehe Diagramm).



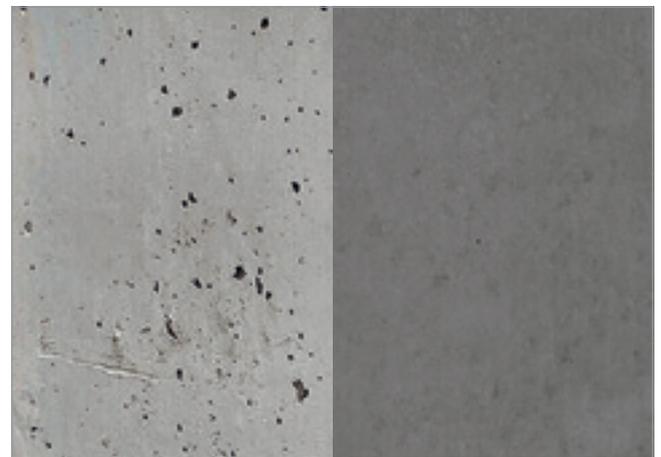


Hochwertige Randbetonzonen

Eine dauerhafte Randbetonzone (Zone zwischen der Bewehrung und der Oberfläche) bildet die Verteidigungslinie gegen die aggressiven Elemente aus der Umwelt.

Damit der Beton und die Bewehrung nicht korrodieren, soll die Randbetonzone so dicht und hart wie möglich sein. Bei Brücken z. B. sind diese aggressiven Elemente Sauerstoff, Kohlendioxid, Feuchtigkeit, Wind, Sand und Mineralsalze.

Dieser Angriff an der Betonoberfläche kann bei nicht ausreichender Qualität schon nach wenigen Jahren zu sichtbaren Schäden führen. Mit dem Einsatz von Zemdrain® wird nicht nur die Porenstruktur verändert und dadurch der Beton wesentlich dichter gemacht, es nimmt auch die Betonfestigkeit erheblich zu.



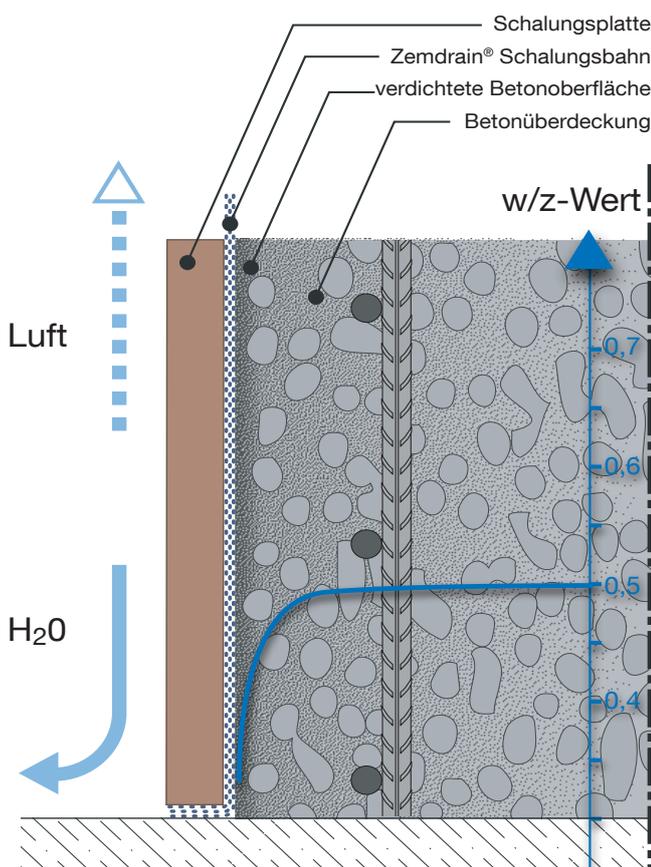
ohne Zemdrain®

mit Zemdrain®

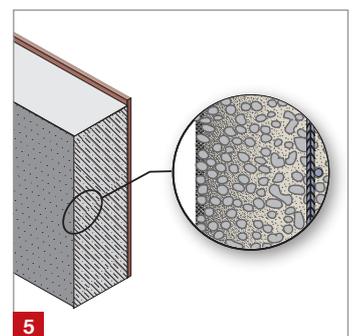
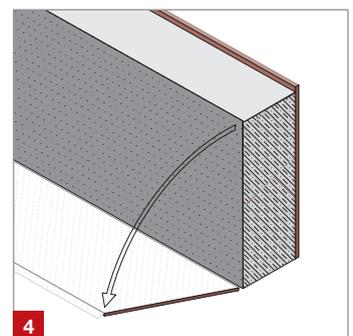
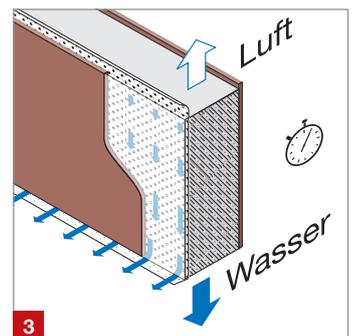
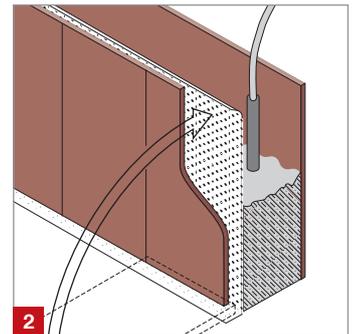
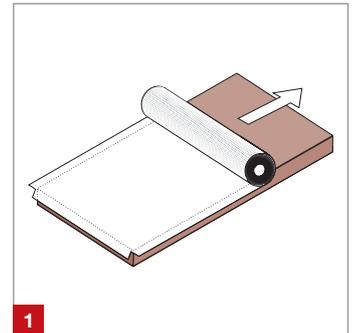
Wirkung und Funktionsweise

Die kontrolliert abführende Schalungsbahn Zemdrain® bewirkt eine eindeutige Verbesserung des Randbetons bei senkrechten bzw. schrägen Wänden.

1 Die Schalungsbahn Zemdrain® wird auf die Schalung appliziert. Während des Betonierens **2** und auch Stunden danach wird das für die Verarbeitung des Betons notwendige Überschusswasser nach unten und die Luft nach oben abgeleitet **3**. Bei diesem Vorgang wird nicht nur der w/z-Wert optimiert und die Betonlüftung verbessert, es werden auch Feinstpartikel im Randbereich zu einer kompakten Masse angereichert. Außerdem wird das im Zemdrain®-Gefüge gespeicherte Wasser dem Beton in der Erstarrungsphase zurückgegeben (Nachbehandlung am frischen Beton). Nachdem die Schalung mit Zemdrain® entfernt wurde **4**, ist eine sehr dichte, harte, lunker- und trennmittelfreie Randbetonzone zu sehen **5**.



Verbesserung des w/z-Werts in der Randbetonzone bei Verwendung von Zemdrain®



Die Vorteile von Zemdrain®
zeigen sich sofort anhand eines
Betonbruchs.

Randbetonzonen, die mittels
Zemdrain® entwässert, entlüftet und
besser nachbehandelt werden und
die ohne Trennmittel auskommen,
erhöhen die Nutzungsdauer der
Betonoberfläche.



Es gilt:

Dunkler Beton – niedriger Wasser/Zement-Wert

Heller Beton – hoher Wasser/Zement-Wert

Zemdrain® Typen

Zemdrain® gibt es in drei verschiedenen Materialtypen: Zemdrain® Classic, Zemdrain® MD und Zemdrain® MD selbstklebend. Bei allen Typen ist das betontechnische Ergebnis gleich, jedoch sind die handwerkliche Anwendung sowie die Applizierung auf den jeweiligen Schalungen unterschiedlich.



Anwendungsbandbreite für Zemdrain®

Typ							
	Mehrfach-nutzung	Ebene Schalung	Konvexe Schalung	Konkave Schalung	Holz-schalung	Stahl-schalung	Kunststoff-schalung
Zemdrain® Classic	1x	+	+	-	++	+	+
Zemdrain® MD	2x – 3x	+	+	+	++	+	+
Zemdrain® MD selbstklebend	2x – 3x	+	+	++	++	++	++

- nicht empfehlenswert

+ empfehlenswert

++ besonders empfehlenswert

Zemdrain® Classic

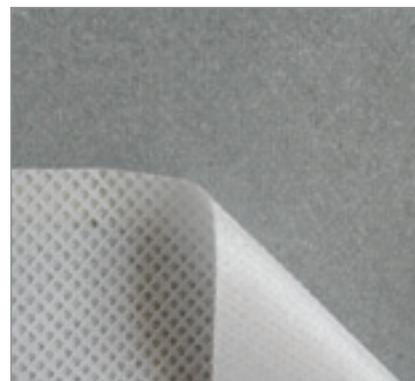
- Glatte bis leicht strukturierte, graue Oberseite (Betonseite)
- Rückseite (Schalungsseite) schwarz mit rautenförmigen Vertiefungen
- Rollengröße: 1,6 m – 5,2 m Breite und 50 m Länge
- Für Bespannung von großen Flächen
- Für die einmalige Verwendung
- Für Spezialanwendungen, wie z. B. Stahlrundschalungen bei monolithischer Betonbauweise



Zemdrain® MD

Zemdrain® MD ist für den mehrmaligen Einsatz vorgesehen.

- Glatte bis leicht strukturierte, weiße Oberseite (Betonseite)
- Rückseite (Schalungsseite) mit speziellem Entwässerungsgitter
- Rollengröße: 2,5 m Breite und 35 m Länge
- Hohe Wirtschaftlichkeit durch möglichen, mehrmaligen Einsatz (2-3 mal) und durch einfachen, schnellen Einbau
- Hohe Speicherkapazität, daher auch für schräge bis horizontale Flächen geeignet

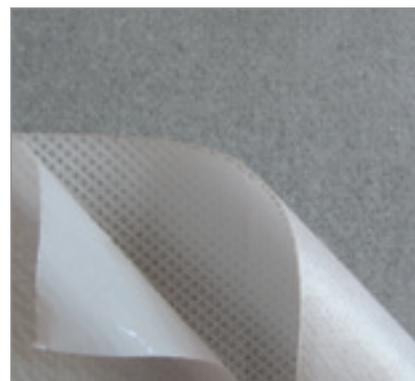


Zemdrain® MD selbstklebend

Zemdrain® MD selbstklebend ist eine Ergänzung zu den bekannten kontrolliert wasserabführenden Schalungsbahnen Zemdrain® Classic und Zemdrain® MD.

Auf Grund der besonderen Befestigungsmöglichkeit kommt Zemdrain® MD selbstklebend in speziellen Fällen zum Einsatz:

- Befestigung ist mit Klammern auf Schalungsoberflächen nur bedingt oder überhaupt nicht möglich (Stahl oder harter Kunststoff)
- Befestigung auf Schalungen mit besonderen geometrischen Formen
- Befestigung ohne sichtbare Klammern
- Befestigung auf kleinen Schalungseinheiten



Mehr als 20 Jahre Erfahrung mit Zemdrain®

Die Zemdrain® Schalungsbahn findet seit vielen Jahren in diversen Projekten weltweit Einsatz. So sind z.B. in der Golfregion für viele Betonkonstruktionen dauerhafte Stabilität und geringe Unterhaltskosten unter extremen Umwelteinflüssen von großer Bedeutung. Der überdurchschnittliche Salzgehalt der Luft, außerordentlich hohe Luftfeuchtigkeit sowie regelmäßige Sandstürme bedeuten extreme Herausforderungen für jede Betonkonstruktion. Um die bestmögliche Qualität der Betonoberfläche mit maximaler Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten, kommt hier die Schalungsbahn Zemdrain® zum Einsatz. Nicht nur in der Golfregion werden hohe Ansprüche an die Betonkonstruktion gestellt. Auch Betonoberflächen in Kläranlagen stellen eine extreme Herausforderung dar, so dass zur Verbesserung der Betonoberfläche oft der Einsatz von Zemdrain® gefordert ist. Der Beton muss hart gegenüber Hydroabrasion und dicht gegen Eindringen von Chemikalien und Wasser sein. Erst durch eine verbesserte Randbetonzone wird verhindert, dass frühzeitig durch Abrieb oder Frost eine Korrosion des Betons stattfindet und dieser frühzeitig saniert werden muss.

Anwendungsgebiete für Zemdrain®

Zemdrain® wird aus Polypropylen-Fasern hergestellt, so dass eine Schicht mit einer großen Anzahl an Poren mit kontrollierter Größe entsteht, die eine Durchlässigkeit gegenüber Wasser und Luft (nicht gegenüber Zement und Sand) aufweist. Die Haftung am Beton ist nur gering.

Zemdrain® ist in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen einsetzbar:

- Trinkwasserbehälter
- Anlagen zur Abwasserbeseitigung und Kläranlagen
- Bauwerke in Meeresnähe und Wasserstraßen
- Dämme und Kraftwerke
- Transportinfrastruktur
- Sichtbeton



Kläranlage München, 1990



Talsperre Jubach, 1991



Seawall Brighton (UK), 1992



Trinkwasserbehälter Schlüsselfeld, 1992



North Meadowvale Reservoir and Pump Station, Ontario (CA), 2006



Abwasserbehälter Brisbane (AU), 2007



Brücke Gignac (FR), 2007



Al Garhoud Bridge Dubai (AE), 2007

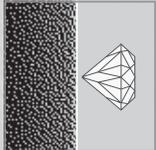


Wasserbehälter Trin (CH), 2008

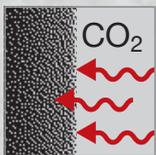


Wasseraufbereitungsanlage Essen, 2011

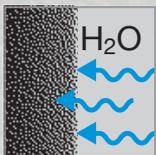
Ein geringer, auf den Hydratationsbedarf abgesenkter w/z-Wert im Randbereich des schalungsnahen Betons und ein kompaktes Gefüge in diesem Bereich geben dem Randbeton eine harte, dichte Oberflächenschicht. Zusätzlich wird ein Teil des Wassers von Zemdrain® zurückgehalten und in der frühen Aushärteperiode an die Betonoberfläche wieder zurückgegeben (Nachbehandlung am frischen Beton).



Erhebliche Erhöhung der Oberflächenhärte.



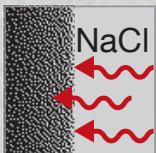
Bedeutende Reduzierung der Karbonatisierungsgeschwindigkeit durch einen dichten Randbeton – hervorgerufen durch einen abgesenkten w/z-Wert im Randbereich.



Das niedrigere w/z-Verhältnis, ein höherer Zementanteil an der Oberfläche und eine frühzeitige Nachbehandlung führen zu einer geringen Durchlässigkeit des Randbetons und zu einer reduzierten Wasseraufnahme.



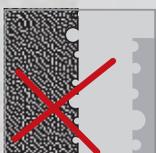
Neben einer besseren Frost-Tauwasserbeständigkeit wird mit Zemdrain® auch ein höherer Abwitterungswiderstand erzielt.



Erhebliche Reduzierung der Chloridmigration durch das dichte Gefüge.



Das nahezu vollständige Fehlen von Lunkern mindert die Lebensbedingungen für Mikroorganismen. Trinkwasserbehälter aus naturbelassenem Beton ohne Verwendung von Betontrennmitteln sind Gewähr für hygienisch einwandfreies Trinkwasser.



Nicht nur auf der Betonoberfläche, sondern auch unmittelbar darunter, wird der Lunkeranteil und Porenanteil wesentlich reduziert. Dies gibt mehr Sicherheit bei der Anwendung im Trinkwasserbehälterbau oder wenn der Beton beschichtet wird.

Einsatz von Zemdrain® für Trinkwasserbehälter

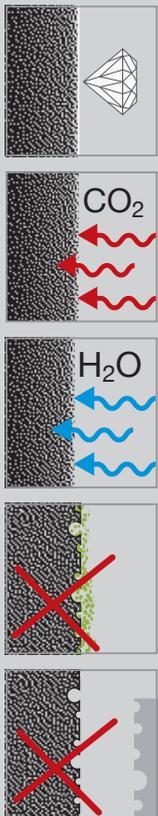
Die Erhaltung einer hohen Trinkwasserqualität ist äußerst wichtig. Die Betreiber fordern, dass ihre Wasserbehälter wasserdicht sind, eine lange Lebensdauer aufweisen und dass die Sauberkeit des Wassers gewährleistet ist.

Die Verwendung von Zemdrain® stellt sicher, dass alle drei Anforderungen erfüllt werden und das Wasser sich während der Speicherung nicht verändert. Durch den Einsatz von Zemdrain®

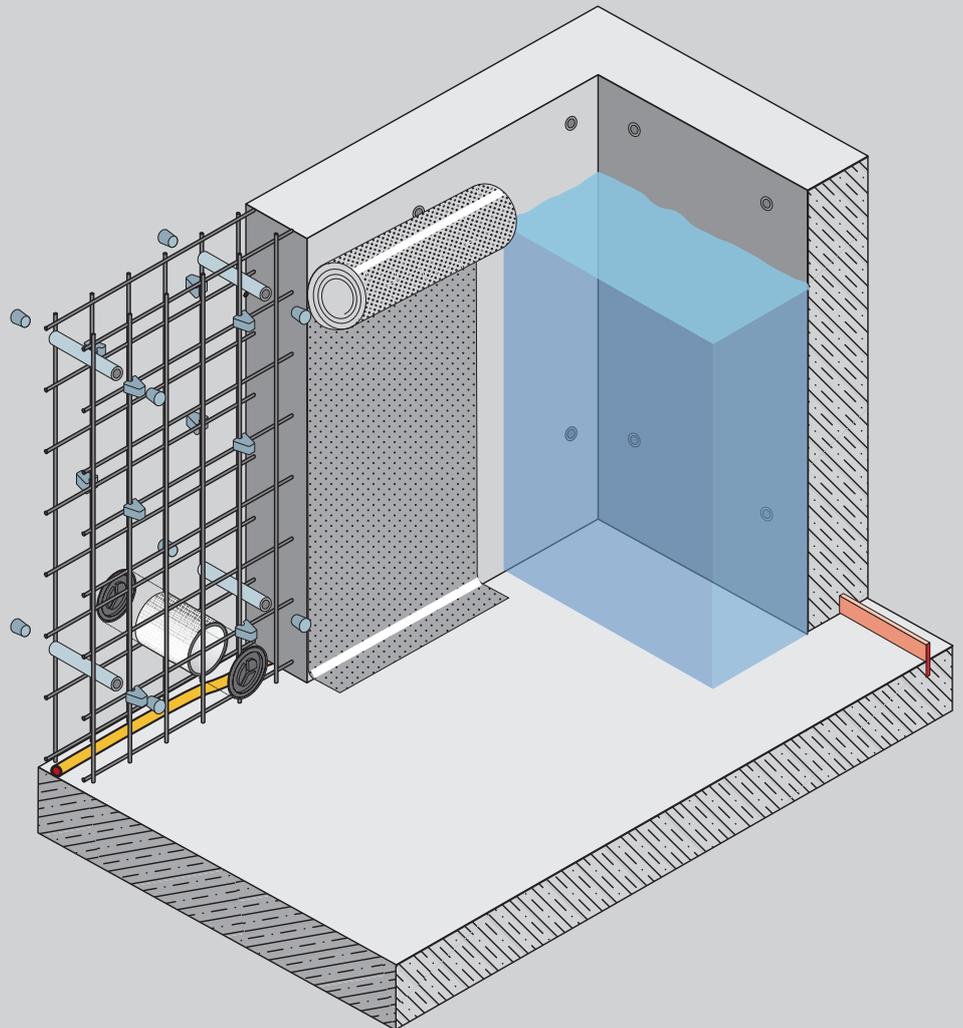
- nimmt die lunkerfreie und porenarme Betonoberfläche kaum Wasser auf;
- ist die Oberfläche mit geringem w/z-Wert widerstandsfähig gegenüber Wasser und anderen Arten von Angriffen;

- findet kein Wachstum von Mikroorganismen wegen Trennmittelrückständen statt;
- ergibt sich eine hohe Wirtschaftlichkeit durch geringe Instandhaltung und den Wegfall von Beschichtungen.

Versuche in Betonbauwerken, die seit über 15 Jahren in Betrieb sind, erbrachten den Beweis dafür, dass mit Zemdrain® Schalungsbahnen erstellte Oberflächen in ausgezeichnetem Zustand sind und keinerlei Schäden oder Wachstum von Mikroorganismen aufgetreten sind.



Siehe Seite 11.



Reinwasserbehälter Raestrup-Telgte

Der Wasserverband Telgte ließ im Februar 2010 mit dem Bau eines neuen Trinkwasserspeichers beginnen.

Neben einer poren- und lunckerfreien Betonoberfläche für die Seitenwände wurde für alle eingebauten Produkte eine KTW-Zulassung für den Einsatz im Bereich Trinkwasser/Nahrungsmittel gefordert. Durch die Verwendung von Zemdrain® MD sowie weiteren FRANK Produkten mit KTW-Zulassung konnte man den hohen Anforderungen sehr zufriedenstellend gerecht werden.



Wasserfiltrationsanlage, London, Ontario, Kanada

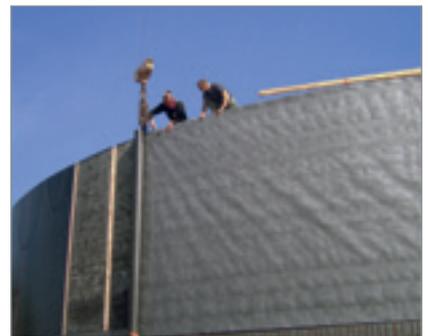
Das Südost Terminal Projekt über eine Wasserfiltrationsanlage umfasst einen neuen Wasserbehälter mit einem Fassungsvermögen von 25 Millionen Liter und eine Pumpstation. Mit dem Bau des Projekts wurde 2010 begonnen. Zemdrain® MD wird auf beiden Seiten der Betonwände mit hervorragendem Ergebnis eingesetzt.

Die dichte, lunckerfreie Betonoberfläche ist äußerst wichtig für Klimazonen mit extremen Temperaturschwankungen, weil hier der Beton Angriffen von Frost und Tau ausgesetzt ist.



Erneuerung Behälteranlage Schwarzer Berg, Leipzig

Von Juli 2007 bis Oktober 2009 wurde im Bereich Leipzig-Möckern die Mischwasserleitung als Düker unter der Straße neu verlegt. Im nächsten Schritt wurde die Trinkwasserleitung umverlegt. Die Leitung befördert Trinkwasser von der Behälteranlage Schwarzer Berg bei Taucha in die nördlichen Wohngebiete Leipzigs. Die Betonoberfläche der Trinkwasserbehälter sollte frei von Chemikalien sein, außerdem sollte sie lunckerfrei sein, um einer möglichen Einnistung von Mikroorganismen, Pilzen und Algen vorzubeugen. Mit dem Einsatz von Zemdrain® konnte den hohen Anforderungen genüge getan und eine verbesserte Oberflächenqualität geschaffen werden.



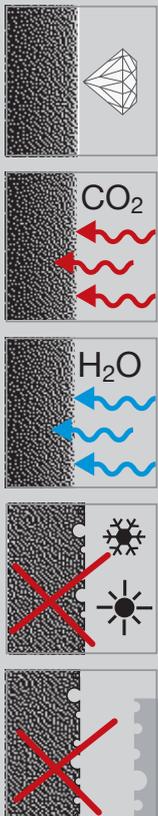
Einsatz von Zemdrain® für Anlagen zur Abwasserbeseitigung und Kläranlagen

Säure hat eine äußerst aggressive Wirkung auf Beton und der bestmögliche Schutz davor ist eine dichte Oberfläche mit hohem Zementgehalt. Diese Art von Oberfläche widersteht auch scheuernder Belastung durch Partikel im Wasser.

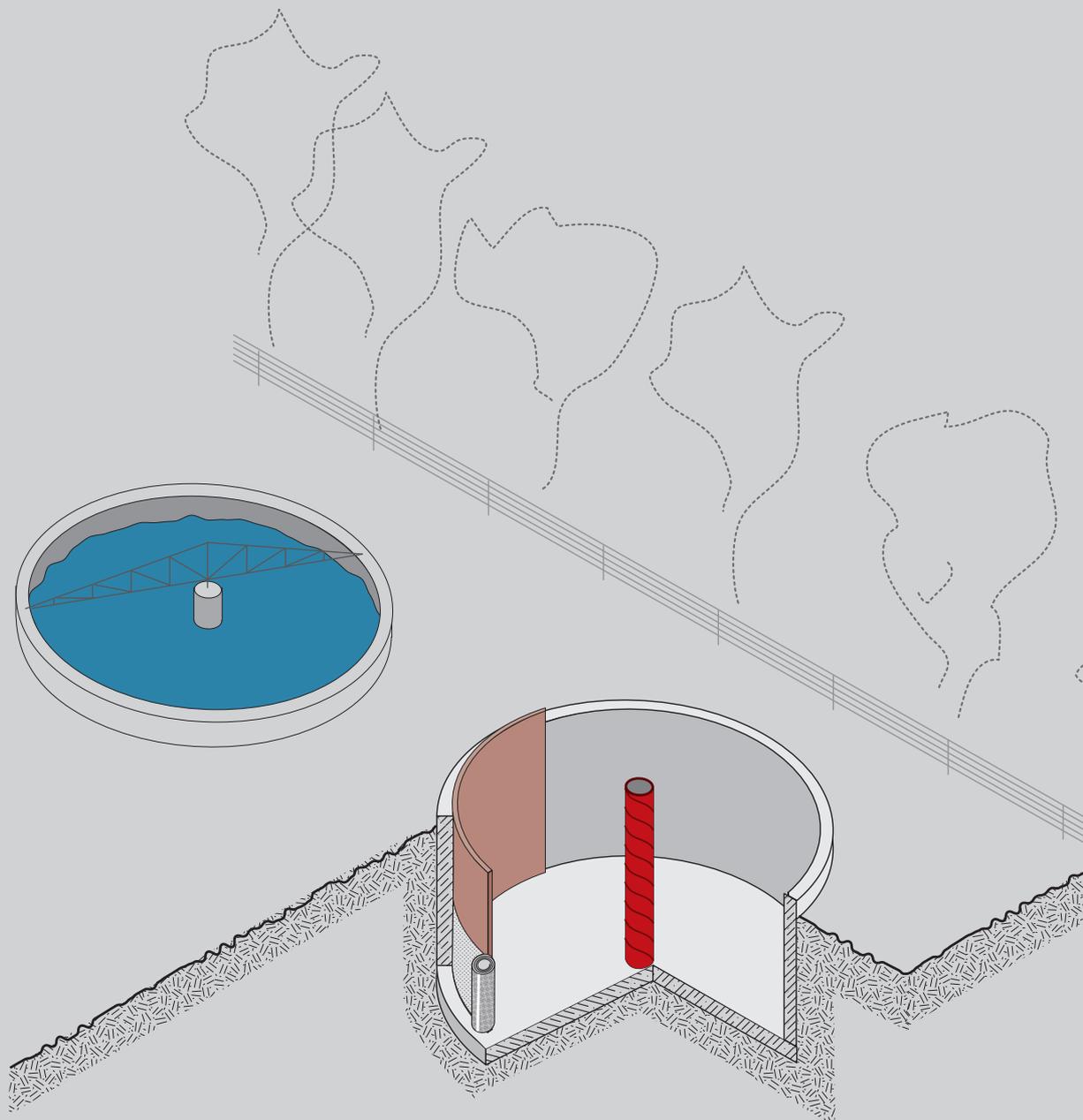
Die Verwendung von Zemdrain® garantiert, dass die Oberfläche diese Anforderungen erfüllt:

- durch Erhöhung des Zementgehalts der äußeren ca. 20 mm starken Schicht um über 75 kg/m³
- durch Erhöhung der Oberflächendichte und der Festigkeit

Mit einer optimierten Betonzusammensetzung und Zemdrain® können auch Behälter mit starkem Angriff ohne Beschichtungen auskommen. Versuche an Betonbauwerken, die seit mehr als 10 Jahren in Betrieb sind, zeigen auffallende Verbesserungen, so dass von einer erhöhten Lebensdauer des Betons auszugehen ist (mehr Informationen auf Seite 28).



Siehe Seite 11.



Rückhaltebecken für die Kläranlage Seiferts

Als Zwischenspeicher wurde in der Kläranlage Seiferts ein neuer Rundbehälter gebaut. Die Ansprüche an den Rundbehälter waren sehr hoch, so dass zur Verbesserung der Betonoberfläche der Einsatz von Zemdrain® gefordert wurde. Der Rundbehälter mit einem Durchmesser von ca. 15 m ermöglicht das Speichern von 240 m³ Wasser.

Die Betonoberfläche muss also besondere Eigenschaften aufweisen, um den Ansprüchen gerecht zu werden. Sie soll lunkerfrei sein, um dem Einnisten von Mikroorganismen vorzubeugen. Ferner soll sie dicht und undurchdringlich sein, um den ständigen Wasserbewegungen und Hochdruckreinigungen standzuhalten.



Kläranlage Henriksdal, Stockholm, Schweden

Diese Kläranlage für die Stadt Stockholm ist eine der größten und modernsten unterirdischen Kläranlagen Europas. Die ursprünglich im Jahr 1941 eröffnete Anlage wurde kontinuierlich modernisiert und durch große chemische und biologische Aufbereitungsanlagen ergänzt. Bei der derzeitigen Modernisierung wurde Zemdrain® MD selbstklebend auf alle Innenwände der Kammern aufgebracht. Diese neue Schalungsbahn, die nicht vorgespannt werden muss, war sehr einfach in der Anwendung und sorgte für hervorragende Ergebnisse.



Schlammfaulungstanks, Clench Warton STW, Norfolk, England

An den Ufern des Wash in der Nähe von King's Lynn wurde ein neues Zentrum für die Verarbeitung biologischer Feststoffe gebaut. Das Bauprojekt umfasst zwei 20 Meter hohe Rundtanks mit einem Durchmesser von 20 Metern. Die inneren Oberflächen dieser Tanks werden durch Säure sehr stark angegriffen. Zum Schutz des Betons wurde für die Schalung des oberen 5 Meter hohen Bereichs der gewölbten Tankwände Zemdrain® MD verwendet. Für das Kuppeldach kam Zemdrain® Classic zum Einsatz, um die gleiche, qualitativ hochwertige dichte Betonoberfläche mit geringer Porosität herzustellen.

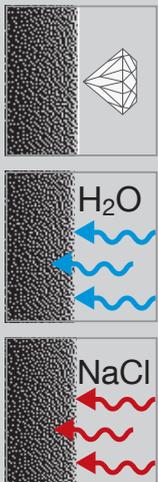


Einsatz von Zemdrain® für Bauwerke in Meeresnähe und Wasserstraßen

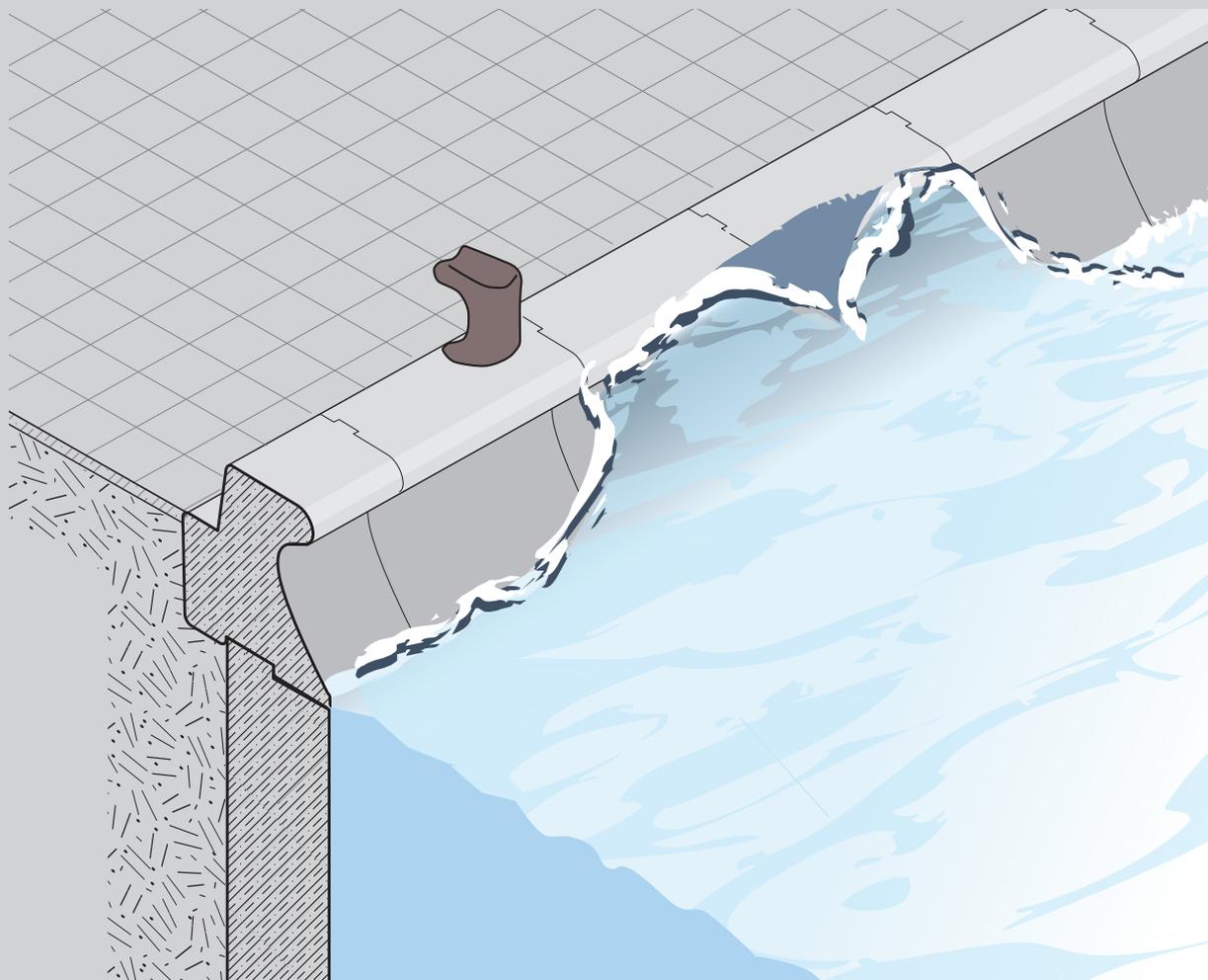
Hafenmauern, Häfen, Schleusen, Kanäle, Containerterminals etc. sind hohen Belastungen ausgesetzt, die durch Wasserbewegungen und das Einwirken von Salz verursacht werden. Durch die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Betons verlängert sich die wartungsfreie Zeit aller dieser Bauwerke entscheidend. Die Verwendung von Zemdrain® stellt sicher, dass die Betonoberfläche die höchstmögliche Widerstandsfähigkeit gegenüber aggressiven Stoffen aufweist.

- Der Einsatz der Schalungsbahn Zemdrain® verzögert die Chlorid-Eindringung und erhöht damit die mögliche Lebensdauer des Bauwerks unabhängig von der verwendeten Zementart.
- Durch die mit Zemdrain® erzielten hohen Betondruckfestigkeiten werden widerstandsfähige Oberflächen gegenüber Abrieb erzeugt.

Versuche an Hafenmauern, die seit mehr als 6 Jahren in Betrieb sind, zeigten, dass mit Zemdrain® hergestellte Betonoberflächen im Vergleich zu Oberflächen ohne Schalungsbahnen eine weit geringere Chlorid-Eindringtiefe bei gleichzeitig deutlich höherer Oberflächenhärte aufweisen.



Siehe Seite 11.



Hafen / Mole, Rurutu, Französisch-Polynesien

Wegen des schwerwiegenden Verfalls der bestehenden Hauptanlegestelle des Hafens, musste diese abgerissen und neu aufgebaut werden. Wegen des aggressiven Salzwassers und der Verwendung von örtlich gewonnenen Mörtelbestandteilen entschied man sich für den Einsatz der kontrolliert wasserabführenden Schalungsbahn Zemdrain®, um die Qualität der Betonoberfläche zu verbessern und gleichzeitig die Porosität auf ein Minimum zu reduzieren. Zemdrain® beeinflusste auch die Aushärtung des Betons positiv, die in diesen Klimazonen von sehr großer Bedeutung ist.



Ufermauern des Küstenabschnitts „Corniche“, Doha, Katar

Aufgrund starker Zersetzung der bestehenden unbewehrten Ufermauern durch das Einwirken von Salzkristallisierung an der Oberfläche wurden diese komplett ausgetauscht. Als Teil der Neubaumaßnahme wurde ein Wellenrücklaufsystem aus vorgefertigten Betonteilen errichtet. Diese komplex geformten Betonteile wurden in Stahlformen gegossen und anschließend positioniert. Die verantwortlichen Bauingenieure beschlossen, zur Verlängerung der Lebensdauer Zemdrain® MD als Schalungsbahn für alle ungeschützten Oberflächen zu verwenden. Die Schalungsbahn passte sich problemlos der Form der Stahlformen an und die auf diese Weise hergestellten Bauteile sind ein hervorragendes Beispiel für die Vorteile des Einsatzes einer kontrolliert wasserabführenden Schalungsbahn (CPF). Weltweit wurden ähnliche Bauwerke errichtet und der Einsatz der neuen Schalungsbahn Zemdrain® MD selbstklebend erleichtert das Schalen dieser Strukturen erheblich.



Containerterminal, Freeport, Bahamas

Der Freeport Containerhafen auf Grand Bahama wurde in den letzten Jahren mehrmals umgebaut. Um die Forderung des Kunden zu erfüllen, wonach der Hafen so konstruiert sein muss, dass eine Lebensdauer von 50 Jahren gewährleistet ist, trägt die Betonspezifikation des neuen Tiefwasserhafendammes dem aggressiven Meeresklima Rechnung und wurde entsprechend Härteklasse 4 der PIANC Empfehlungen ausgelegt. Um dies zu erreichen, wurde für alle vor Ort geschalteten Oberflächen eine kontrolliert wasserabführende Schalungsbahn (CPF) vorgeschrieben und Zemdrain® MD eingesetzt.



Einsatz von Zemdrain® für Dämme, Talsperren und Kraftwerke

Betonbauwerke, die für eine lange Lebensdauer geplant werden, sollten mit Materialien gebaut werden, die diesem auch gerecht werden. Die Verwendung von Zemdrain® sorgt dafür, dass Bauwerke intakt bleiben und eine lange Lebensdauer aufweisen.

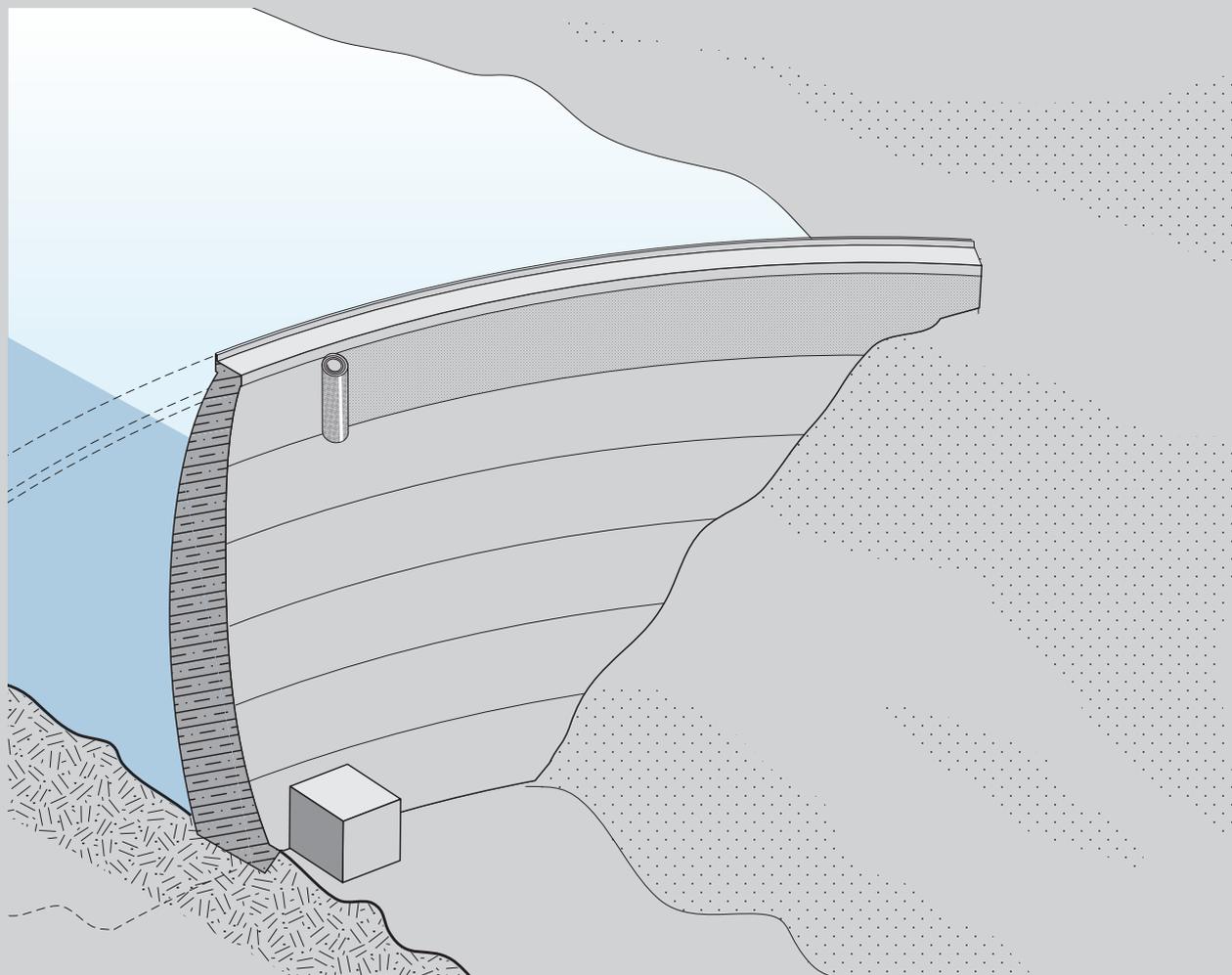
Dies wird sichergestellt durch

- die Reduzierung von Poren und Lunkern; verbesserte Oberflächenhärte erhöht die Widerstandsfähigkeit gegenüber der erosiven Wirkung des Wassers;
- die deutliche Verbesserung des Widerstands gegenüber Hydroabrasion;
- die Minimierung der Gefahr des Wachstums von Mikroorganismen und Muscheln durch den Verzicht auf Trennmittel.

Da in der Vergangenheit der Betonoberfläche oft nicht genügend Aufmerksamkeit gewidmet wurde, müssen derzeit zahlreiche Dämme und verbundene Überlaufkanäle erneuert werden. Die Verwendung von Zemdrain® für diese Renovierungsarbeiten garantiert eine höchstmögliche Lebensdauer dieser instandgesetzten Bauwerke.



Siehe Seite 11.



Wasserkraftwerk Burejsk, Russland

Die Bureja-Talsperre liegt im Osten von Russland in der Region Oblast Amur und Chabarowsk mit einer Höhe von ca. 140 m und einer Länge von ca. 810 m. Durch die Aufstauung des Bureja Flusses werden mit 6 Turbinen 2000 MW Strom produziert. Aufgrund der hohen Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter und wegen des zu erwartenden Betonabtrags durch Frost und Wasser wurde Zemdrain® MD im Überlauf und Auslauf erfolgreich verwendet.



Pollan Dam, Bundoran, Co. Donegal, Ireland

Dieser aus verdichtetem Beton und aufgeschütteten Steinen bestehende Damm liegt am Fluss Crana im weit entfernten Hochland von Co. Donegal. Der mittlere, 130 Meter lange Betondamm einschließlich Verankerungspfeilern, Sperrmauer und Überlaufdamm wurde aus 18 Blöcken geformt. Die Betonaußenflächen aller Blöcke weisen einen höheren Härtegrad auf als die Betonteile im Inneren. Für Flächen, die dem aggressiven Wasser des Sammelbeckens ausgesetzt sind, wurde Zemdrain® Classic verwendet, um die Langlebigkeit des Betons zu erhöhen. Der unkontrollierte Überlauf wurde so in die Konstruktion integriert, dass er einen Teil des Damms bildet. Dieser S-förmige, stufenartig angeordnete Überlauf beinhaltet eine geneigte Toskammer mit starkem Gefälle und Prallblocks zur Abführung von Energie und Steuerung der Hydraulikpumpe.



Instandsetzung Talsperre Muldenberg

Die Talsperre Muldenberg ist eine Talsperre im Vogtlandkreis des Freistaates Sachsen. Sie versorgt 100.000 Menschen in 21 Orten mit Trinkwasser und dient darüberhinaus dem Hochwasserschutz. Die Staumauer der Talsperre Muldenberg ist eine gekrümmte Gewichtsstaumauer aus Bruchsteinmauerwerk nach dem Intze-Prinzip. Die Talsperre wurde von 2001 bis 2007 saniert und wurde im Juni 2009 wieder in Betrieb genommen. Die Mauerkrone ist für Fußgänger und Radfahrer begehb- bzw. befahrbar. Für die Staumauer und die Mauerkrone wurde Zemdrain® ausgeschrieben und eingesetzt.



Einsatz von Zemdrain® für Transportinfrastruktur

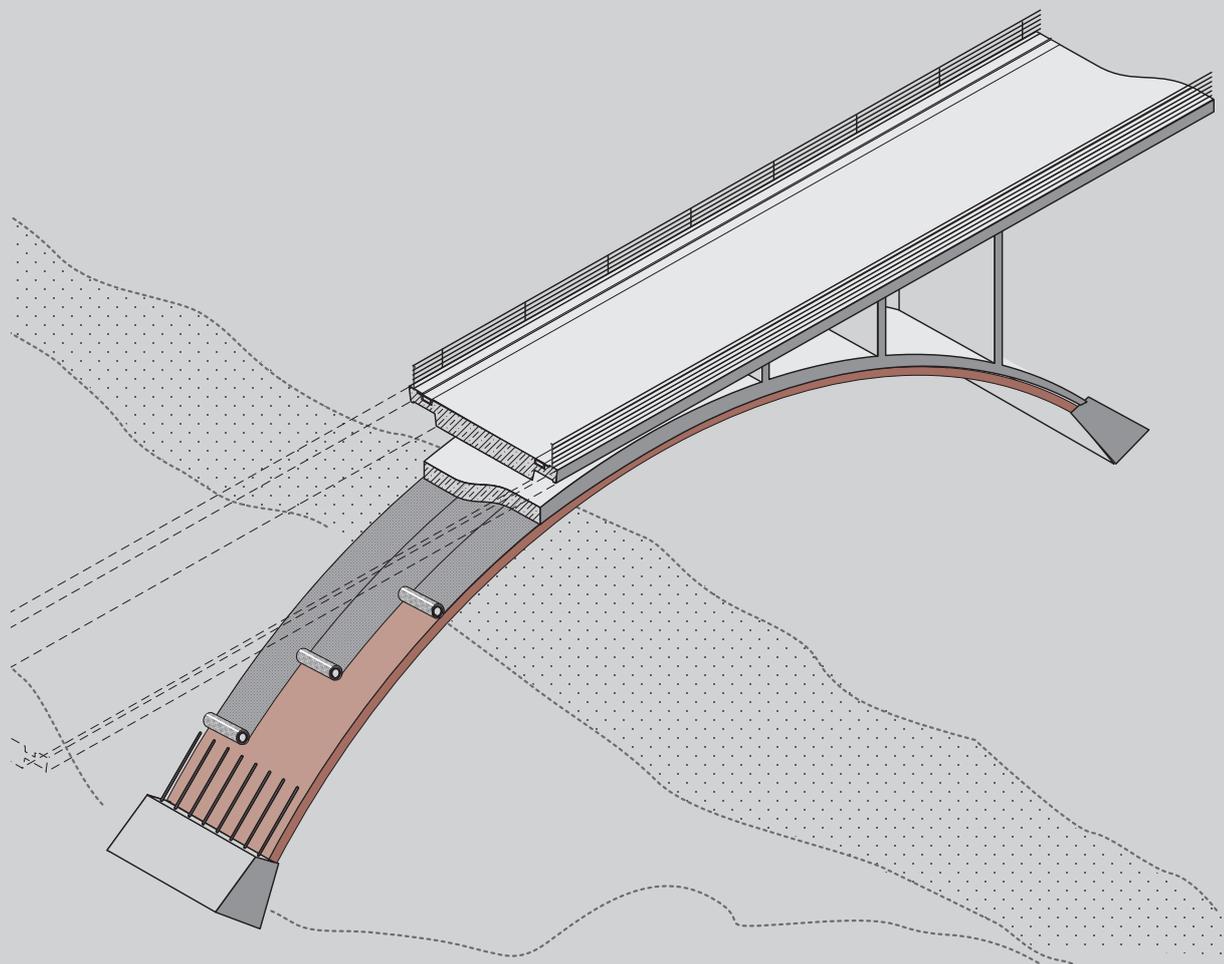
In nördlichen Klimazonen wirken sich Streusalze und der Wechsel von Frost und Tau negativ auf die Lebensdauer des Betons aus, während in Küstenregionen und wärmeren Klimazonen der Gehalt von Chloridsalzen in der Luft vorzeitige Schäden an Betonbauwerken verursacht. Die Reparatur von Transportwegen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses ist stets schwierig und kostspielig. Aus diesem Grund ist es besser, von vorneherein bereits während der Errichtung dieser Bauwerke durch die Verwendung von Zemdrain® für hohe und langlebige Qualität zu sorgen.

- Die Schalungsbahn sorgt für ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegenüber Schäden durch Frost und Tau.
- Die Schalungsbahn sorgt für ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen von Salz (z. B. bei Brücken, Parkdecks, Tiefgaragen, Tunnel).

Versuche an einem Brückenbauwerk nach einer Betriebszeit von über 7 Jahren zeigten, dass die verbesserte Widerstandsfähigkeit, die bereits während der Bauphase festgestellt wurde, auch während der Betriebszeit unverändert weiter bestand.



Siehe Seite 11.



Al Garhoud Brücke, Dubai, VAE

Bei jeder Betonkonstruktion für die Golfregion liegt das Hauptaugenmerk auf dauerhafter Stabilität und geringen Lebenszykluskosten unter extremen Umwelteinflüssen. Der überdurchschnittliche Salzgehalt der Luft in Verbindung mit der extrem hohen Luftfeuchtigkeit sowie regelmäßige Sandstürme bedeuten eine große Herausforderung für jede Betonkonstruktion. Dies gilt in verschärfter Form für Bauwerke, die über Wasserflächen errichtet werden. Um die bestmögliche Qualität der Betonoberfläche mit maximaler Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten, entschieden sich die Projektberater für die Verwendung der Schalungsbahn Zemdrain® für die wichtigsten Bauteile der Brücke.



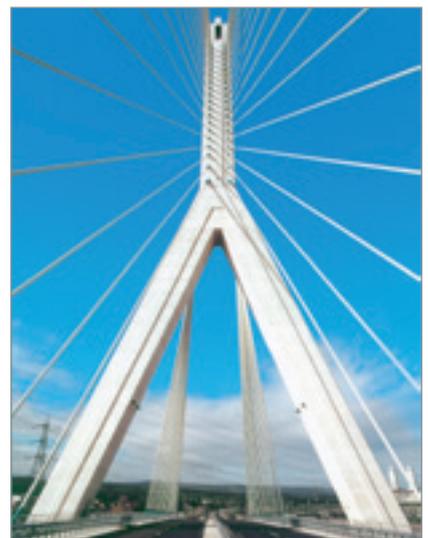
Finnetunnel / Westportal, Erfurt-Leipzig / Halle

Der Finnetunnel wird mit einer geplanten Länge von 6970 Metern der längste Eisenbahntunnel der Neubaustrecke Erfurt-Leipzig/Halle sein. Das Bauwerk wird aus zwei parallelen eingleisigen Tunnelröhren bestehen, welche in einem mittleren Achsabstand von ca. 25 Metern liegen. Als Oberbau ist eine feste Fahrbahn vorgesehen. Im Mai 2008 wurde mit dem Vortrieb des Westportals des Finnetunnels begonnen. Da Sichtbeton Klasse SB3 gefordert war, musste die Oberfläche glatt und vor allem lunkerfrei hergestellt werden. Um ein derartiges Ergebnis zu erreichen, wurde Zemdrain® MD sehr erfolgreich eingesetzt.



Flintshire Brücke, Connah's Quay, Wales

Die Flintshire Brücke ist eine bewehrte und vorgespannte Schrägseilbrücke aus Beton. Der 118 Meter hohe „A“ Rahmenträgerturm wurde aus vorgefertigten Formelementen aus weißem Beton errichtet und nach der Errichtung hinterfüllt. Aufgrund des aggressiven Meeresklimas wurden diese Bauteile vor Ort in mit Zemdrain® Classic überzogenen Spezialschalungen hergestellt, um eine dichte Betonoberfläche zu erzeugen.



Einsatz von Zemdrain® für Sichtbeton

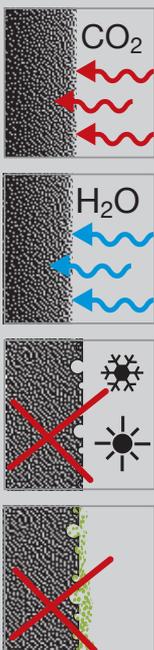
Zemdrain® erzeugt durch die Entlüftung und Entwässerung des geschaltem Betons eine charakteristische Oberfläche.

Diese lunckerfreie, matte, leicht strukturierte und dunklere Sichtfläche ergibt eine intensivere Farbwirkung als übliche Betonoberflächen.

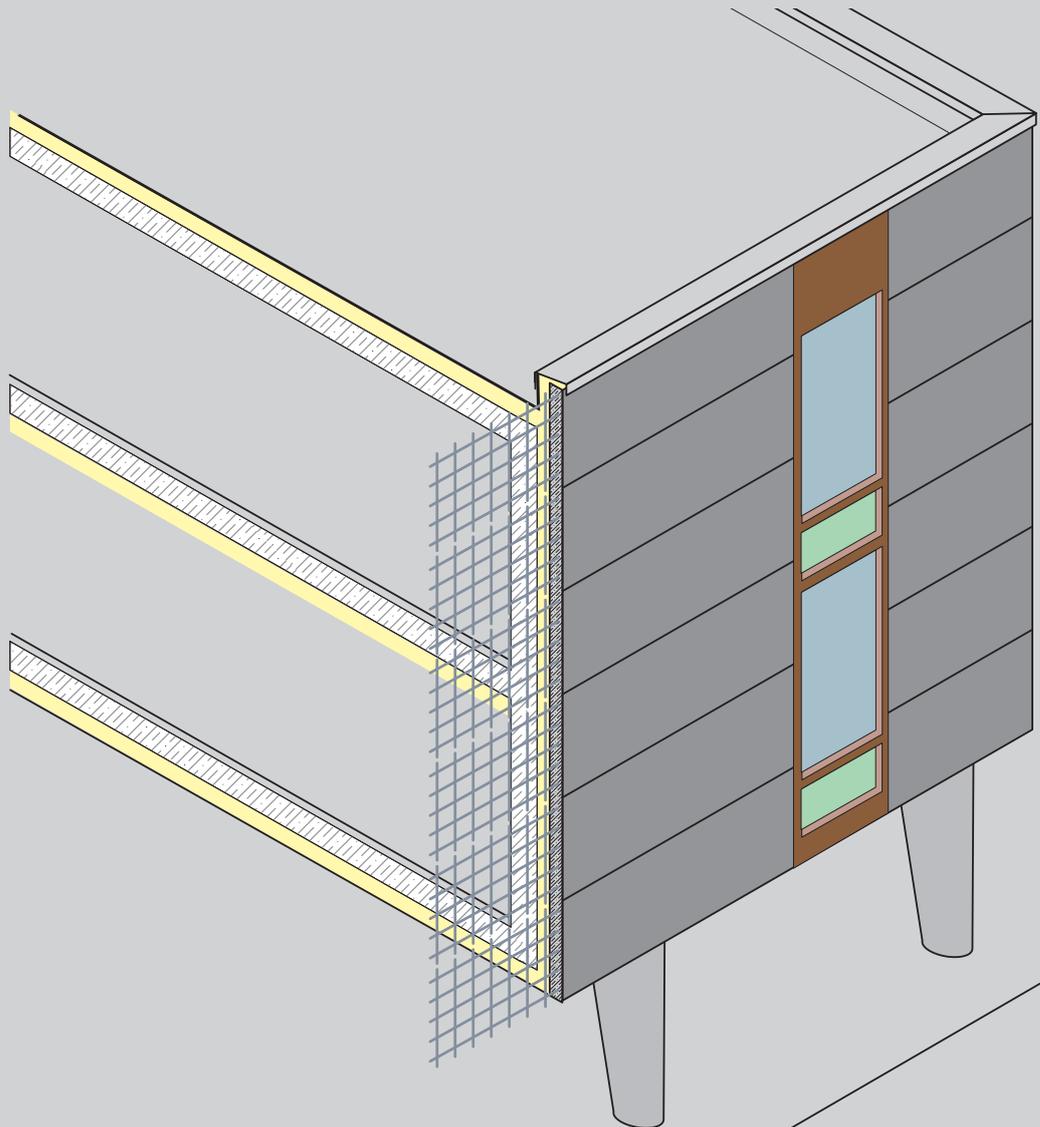
Die Verwendung von Zemdrain® erzeugt aber in jedem Fall gegen die meisten Umwelteinflüsse resistenteren Fassaden. Der Anspruch einer gleichmäßigen Qualität kann auch mit Zemdrain® nur durch eine sorgfältige Planung, Ausführung, Überwachung, Erstellung einer Musterfläche und mit den Richtlinien und der Beratung der Fa. Frank erreicht werden. So können temperaturbedingte Bewegungen der Schalungsbahn durch ein Spezialverfahren reduziert werden.

Durch die Verwendung von Zemdrain® entsteht eine Oberfläche mit folgenden Eigenschaften:

- eine ebene, matte Struktur, die die Farbe des Zements intensiviert;
- eine praktisch lunckerfreie Oberfläche;
- eine hohe Widerstandskraft gegenüber allen Arten von Witterungseinflüssen; dadurch erheblich längere Lebensdauer der unbehandelten Oberfläche;
- deutlich weniger Algenbefall;
- eine sehr hohe Widerstandskraft gegenüber Graffiti;
- ohne Trennmittelrückstände.



Siehe Seite 11.



Sichtbetonfassade einer Schule in Langenau

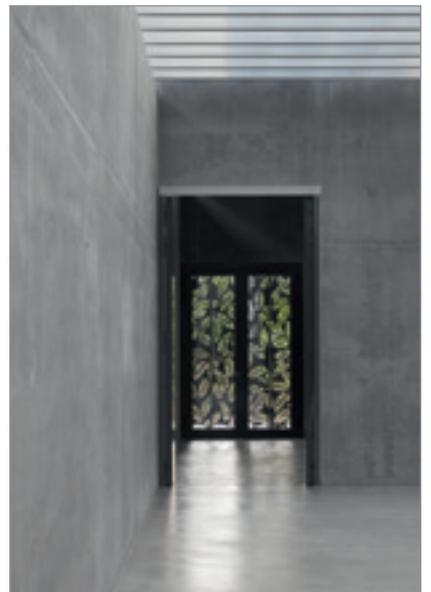
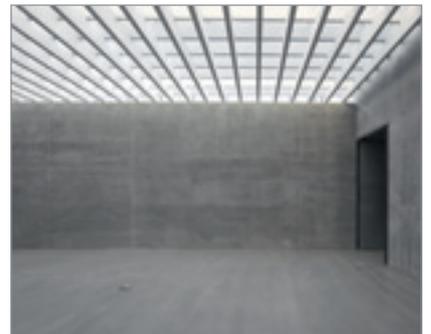
Bei der Sanierung bzw. bei einem neuen Anbau des Schulhauses Langenau wurden die Fassaden aus Betonfertigteilen hergestellt. Für die Sichtbetonoberfläche wurde ein etwas dunklerer, intensiver Farbton gewünscht, der mit schwarz pigmentiertem Beton erstellt wurde. Um die farbliche Intensität noch zu verstärken und helle Spiegelreflexe zu vermeiden, wurden die Sichtseiten der Fertigteilplatten mit Zemdrain® Classic betoniert.

Durch die homogene, aber leicht strukturierte Oberfläche der Fassadenelemente ergibt sich eine ganz eigene Sichtbetonoptik. Nebenbei verbessert sich durch die Verwendung von Zemdrain® auch der w/z-Wert und so die Beständigkeit und Haltbarkeit der Fassadenelemente gegen die Witterungseinflüsse und Veralgung.



Museum Biedermann, Donaueschingen

In den Jahren 2008/2009 wurde das Museum Biedermann saniert bzw. um einen Anbau erweitert. Der Anbau erhielt monolithische Wände aus schwarzem Leichtbeton. Alle Sichtbetonwände wurden mit Zemdrain® geschalt. Nach dem Erstellen von Musterwänden in verschiedenen Schalungsoberflächen entschied man sich für Zemdrain®, um trotz des schwer zu entlüftenden Leichtbetons eine geschlossene Oberfläche zu erzielen.



Bildnachweis: Bernhard Strauss, Freiburg

Flintshire Bridge,
Wales (UK)



Konventionelle Schalungen, wie Holz, Stahl und Kunststoff stauen das Überschusswasser.

Um Beton verarbeiten zu können, wird das Verhältnis Wasser zu Zement höher eingestellt als der Beton für seinen Hydrationsprozess benötigt. Dies bedeutet, dass im Beton bei einem w/z-Faktor von 0,45-0,5 ein Wasserüberschuss von 40-60 l/m³ Beton vorhanden ist.

Nachdem die Schalung meist wasserundurchlässig oder nur schwach saugend ist, staut sich die eingeschlossene Luft und das überschüssige Wasser durch den Verdichtungsvorgang an der Schalung.

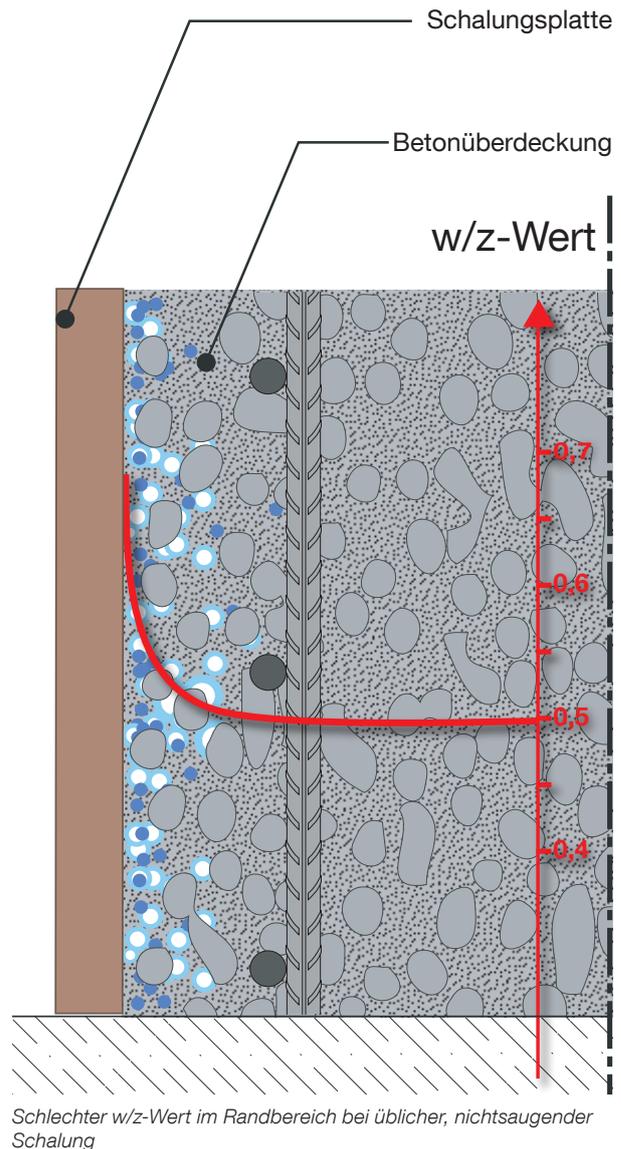
Das Ergebnis ist:

Anstieg des w/z-Wertes und eingeschlossene Luft in der oberflächennahen Schicht.

Betonschäden

Umwelteinflüsse sind die häufigste Ursache für Betonschäden an Bauwerken. Bereits nach wenigen Jahren können diese Schäden soweit fortgeschritten sein, dass eine Sanierung oder eine Erneuerung der Randbetonzone notwendig ist. Wesentliche Ursachen dafür sind:

- Lunker, Poren, offenes Gefüge
- Verwendung von Trennmitteln (fördern das Anhaften von Schwebeteilchen und Organismen)
- Frost, Abrieb führt zu Zersetzung
- Chemischer Angriff führt zu korrodierten Flächen und Ablösungen
- Chloride können direkt zur Bewehrung gelangen und eine Korrosion auslösen
- CO₂ führt zur Karbonatisierung und zum Verlust der Alkalität



Beanspruchung durch Klärwasser



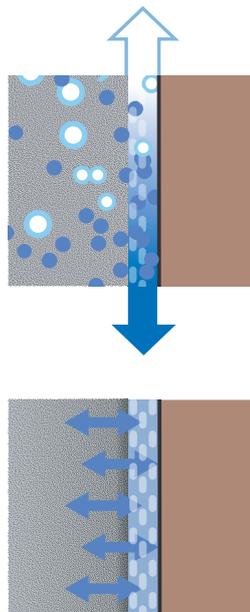
Beanspruchung durch die Verwendung von Trennmitteln (Algenbildung)



Beanspruchung durch Meerwasser

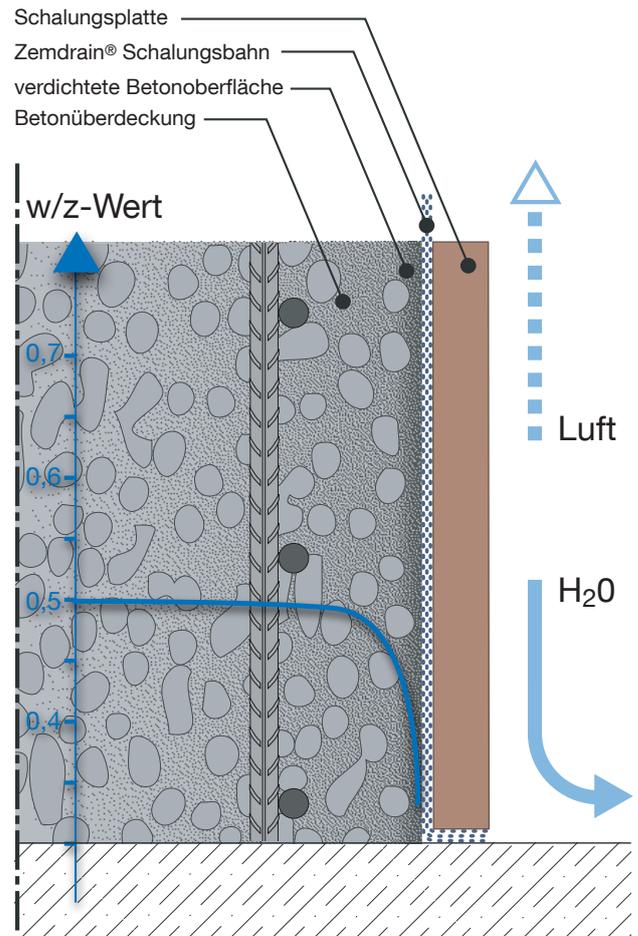
Zemdrain®: Funktionsweise und Betonverbesserung

Durch die Rüttelenergie und den Betondruck werden bei der kontrolliert wasserabführenden Schalungsbahn Zemdrain® ungefähr 2,5 Liter pro m² an Überschusswasser aus der oberflächennahen Zone (-20 mm) abgeleitet. Somit wird der für die Qualität des Betons verantwortliche w/z-Wert reduziert.



Während der Rüttelphase wird das Anmachwasser nach unten geleitet und der Beton nach oben entlüftet.

Während der Erstarrungsphase fließt noch weiter Anmachwasser ab. Das im Zemdrain® gespeicherte Wasser wird anschließend in dieser wichtigen Phase dem Beton zurückgegeben. Somit wird eine bereits sehr frühe Nachbehandlung erreicht.



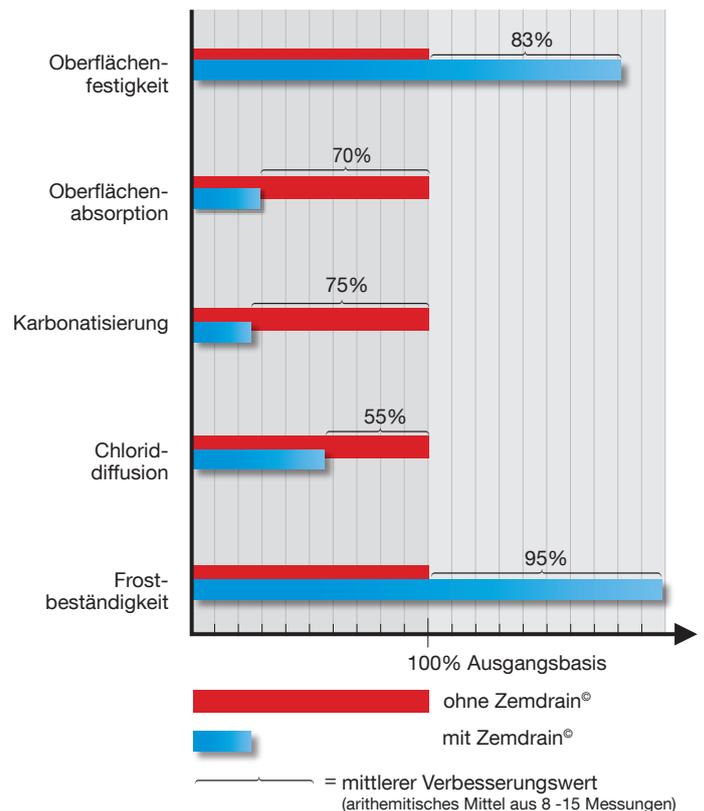
Funktionsweise der Schalungsbahn Zemdrain®

Grundsätzlich gilt:

Je niedriger der w/z-Wert ist, umso geringer ist die Porosität und die Kapillarität und desto härter wird der Zementstein.

Somit sind folgende Eigenschaften zu erkennen:

- Der Wassertransport durch die Kapillaren ist bis auf wenige Millimeter reduziert. Dadurch können auch keine Chloride bis zur Bewehrung gelangen.
- Durch die reduzierte Migration werden verschiedene chemische Vorgänge, wie die Karbonatisierung, gering gehalten.
- Nachdem kein Trennmittel zum Einsatz kommt, sind keine organischen Substanzen in der Randbetonzone, die das Wachstum von Mikroorganismen verursachen.
- Der optimale w/z-Wert bewirkt eine härtere Randbetonzone, die den Abrieb, wie zum Beispiel durch Wasser (Hydroabrasion), stark verringert.



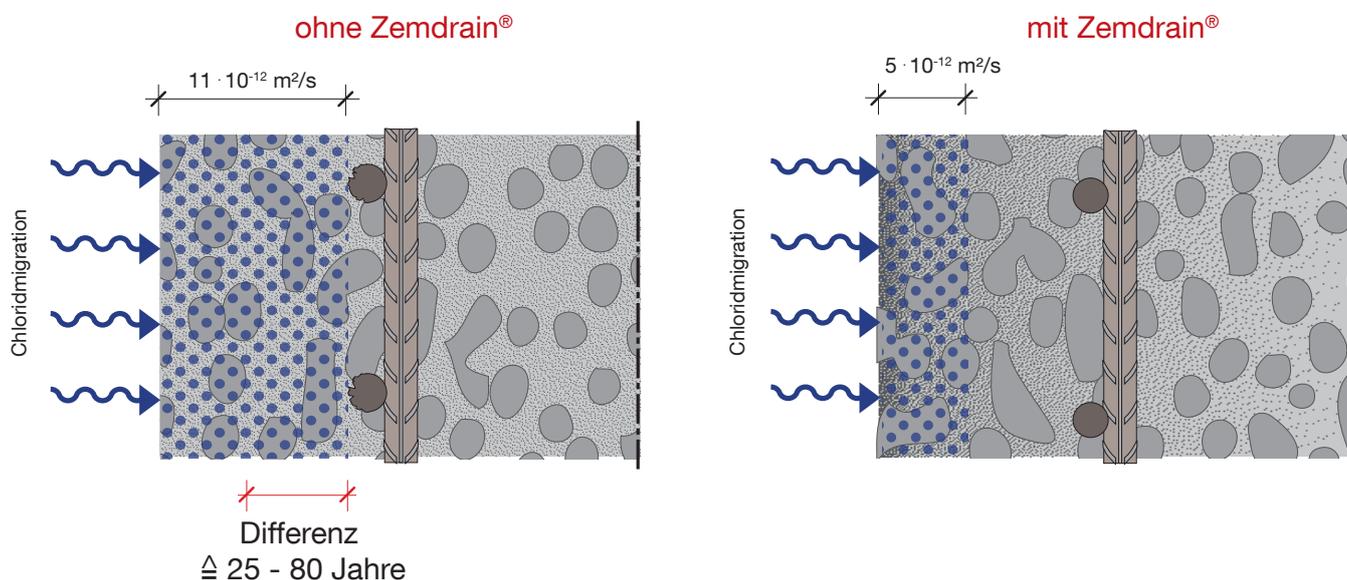
Betonbauwerke für die Infrastruktur

Bauwerke wie Talsperren, Tunnel, Brücken und Meerwasserobjekte sind nicht nur extremer Umwelt ausgesetzt, sondern haben auch eine kalkulierte Lebensdauer von bis zu 100 Jahren. Aus Standsicherheits- und ästhetischen Gründen sollen solche Objekte keine großen Veränderungen in einem solchen langen Zeitraum erfahren.

Zemdrain® verbessert die Randbetonzone so auffallend, dass man nach den Erkenntnissen an bestehenden Bauwerken und Laborwerten von einer erhöhten Nutzungsdauer, ohne zusätzliche Erhaltungsmaßnahmen aufzuwenden, ausgehen kann.

Chloridmigrationskoeffizient

Die Aussage von Chloridmigrationsuntersuchung mit Zeitfaktor bedeutet, dass bei einer Differenz von $5 \cdot 10^{-12}$ zu $11 \cdot 10^{-12}$ eine Verlängerung bis zur Depassivierung der Bewehrung um ca. 50 Jahre eintritt.



Die Untersuchung einer Wand mit Meerwasserbeaufschlagung zeigt eine signifikante Verbesserung der Chloridmigration.

	Betonflächen mit IMF Stahlschalung nach 3 Jahren Beaufschlagung		Betonflächen mit Zemdrain® nach 6 Jahren Beaufschlagung	
	Gezeitenbereich	Gischtzone	Gezeitenbereich	Gischtzone
Oberflächenhärte	42,0	41,6	52,0	55,3
Oberflächenzugfestigkeiten [N/mm ²]	0,8	1,0	2,4	2,2
Porosität [%]	4,665	5,958	3,203	3,391
Oberflächenabsorption [m ² /sec. x 10 ⁻¹²]	46,1	36,4	16,1	11,4
Chloridanteil an der Oberfläche [% Gewicht zu Zement]	7,7	10,4	2,3	3,3
Chloridmigrationskoeffizient [m ² /sec. x 10 ⁻¹²]	12,0	27,9	8,1	9,2

Betonbauwerke in Abwasseranlagen

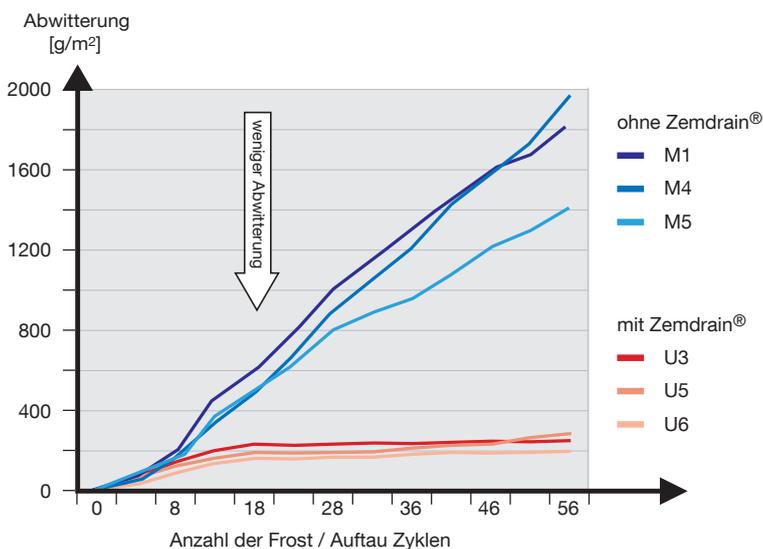
Die Betonflächen in Abwasserbauwerken sind einer besonderen Beanspruchung ausgesetzt:

- Witterung
- Frost-Tau
- Hydroabrasion
- Chemischer Angriff aus dem Abwasser und der Luft

Der Beton von Kläranlagen, mit einer kalkulierten Lebenszeit von 50 Jahren, soll neben den Anforderungen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit gleichrangig auch die Dauerhaftigkeit erfüllen.

Gerade die Dauerhaftigkeit kann trotz vieler wissenschaftlicher Untersuchungen und der daraus entstandenen Optimierung der Beton alleine nicht erfüllen. So wurden in den letzten 20 Jahren enorme Schäden an Betonoberflächen von Kläranlagen festgestellt. Diese Betonflächen müssen sehr oft aufwändig und sogar wiederholend saniert werden.

Erst durch die Verwendung von Zemdrain® wird die Randbetonzone so verbessert, dass diese den Angriffen dauerhaft standhält. Dies wird belegt durch viele Langzeitbeobachtungen und Untersuchungen an zwei Kläranlagen nach 10-jähriger Betriebszeit.



Ergebnis der Abwitterung in g/m² nach 56 Frost-/Tauwechselln (Siehe Untersuchung der FEhS 2008/310)

Zusammenfassung der Langzeituntersuchung:

Für die „gutachterliche Stellungnahme von hochbeanspruchten Stahlbetonbauteilen aus Kläranlagen“ (Institut für Baustoffforschung FEhS 2008) wurden nach 10-jähriger Betriebszeit Betonkerne gezogen mit folgendem Ergebnis:

- Sichtbarer Unterschied zwischen mit und ohne Zemdrain® hergestellten Bauteilen (siehe Bild 1)
- Oberflächenzugfestigkeit an den mit Zemdrain® erstellten Bauteilen um 30 % höher
- Nach 56 Frost-/Tauwechselln wurde eine 7,5-fache Verbesserung der mit Zemdrain® hergestellten Bauteile festgestellt (siehe Bild 2).

Nachdem sich auch durch die künstliche Alterung keine Veränderungen der mit Zemdrain® hergestellten Bauteile eingestellt haben, kann von einer erheblichen Verlängerung der Lebensdauer der Betonwände, unter der Beanspruchung von Klärwasser, ausgegangen werden.

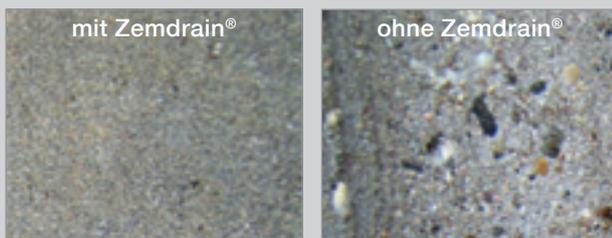


Bild 1: Optischer Unterschied zwischen mit und ohne Zemdrain® betonierten Wänden in der Kläranlage Offenburg nach 10-jähriger Betriebszeit.



Bild 2: Unterschied zwischen den Betonkernen (links mit, rechts ohne Zemdrain®) nach 56 Frost-/Tauwechselln.

Betonbauwerke für Trinkwasserbehälter

Behälter aus Beton erfüllen im Allgemeinen die EU-Richtlinien oder die EFTA-Vorschriften. Der Anspruch an die Innenflächen von Trinkwasserbehältern ist jedoch hoch.

- Möglichst porenfrei
- Keine Trennmittel
- Hoher Widerstand gegen Hydrolyse
- Hygienische Oberfläche
- Leicht zu reinigende Oberflächen
- Lebensdauer mehr als 50 Jahre

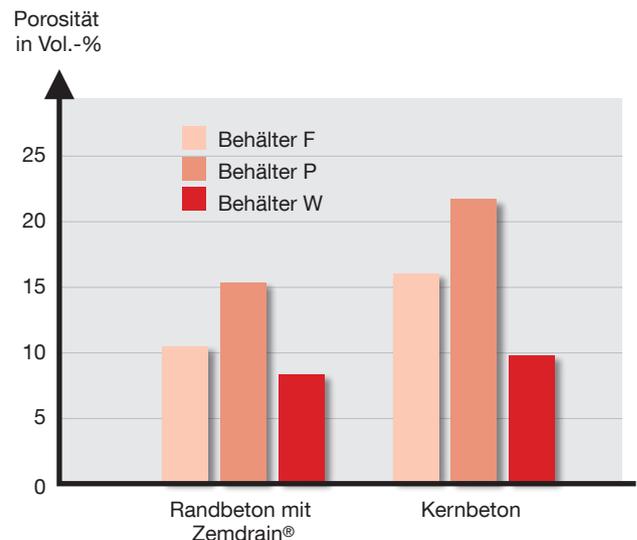
Trinkwasserbehälter werden für einen Betrieb von mehr als 50 Jahren geplant und gebaut. Aus den neuen Untersuchungsergebnissen kann man bei Verwendung von Zemdrain® von einer intakten Oberfläche über diesen Zeitraum ausgehen. Schalungsbahnen werden daher beim Neubau von Trinkwasserbehältern in Wänden und Decken eingebaut und werden



vom DVGW empfohlen. Wir empfehlen zur Verdeutlichung der Vorteile von Zemdrain® in Trinkwasserbehältern den Bericht „Mit kontrolliert wasserabführender Schalungsbahn erstellter Trinkwasserbehälter: Untersuchung der Wasserkammer nach 15 Jahren Betriebszeit“ (Dr.-Ing. Merkl 2006).

Betone in Trinkwasserbehältern mit einer hohen Porosität neigen zu Hydrolyse. Bei Verwendung von Zemdrain® reduziert sich die Porosität im Verhältnis zum Kernbeton, während ohne Zemdrain® sich die Porosität erhöht. Somit bleibt der Beton über eine lange Zeit alkalisch. Solche Flächen schützen das Trinkwasser vor Vermehrung von Mikroorganismen.

Untersuchungsergebnis durch Kernbohrung
an drei verschiedenen Behältern



Dr. Ing. Merkl, Untersuchungsbericht (2006)

Ergebnis in der Zusammenfassung:

- Untersuchung von drei unterschiedlichen Trinkwasserbehältern;
- sind in einem hygienisch einwandfreien Zustand mit Zemdrain® betonierte;
- haben eine geringe Porosität in der Randbetonzone;
- besitzen eine hohe Druckfestigkeit;
- haben keine nachgewiesene Veränderung durch Hydrolyse oder Karbonatisierung;
- und werden daher auch in den nächsten Jahrzehnten ohne besondere Kosten ihren Dienst tun.

Prüfzeugnisse

YPROS17012	Untersuchung zur Wirksamkeit der Zemdrain® Schalungsbahn Untersuchungsbericht vom Institut für Massivbau und Baustofftechnologie – MPA Karlsruhe
YPROS17013	Prüfung auf Verhalten mit Trinkwasser (Zemdrain®) Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen – Prüfzeugnis gemäß KTW-Empfehlung der Arbeitsgruppe „Trinkwasserbelange“ der Kunststoff-Kommission des Bundesgesundheitsamtes
YPROS17004	Untersuchung über die Vermehrung von Mikroorganismen auf Materialien für den Trinkwasserbereich Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen – Prüfzeugnis gemäß Regelwerk DVGW-W 270
YPROS17017	Vergleichende Untersuchung von Betonoberflächen mit den Schalungseinlagen „Zemdrain®“ und „Zemdrain® MD“ Technische Universität München
YPROS17018	Wiederverwendbarkeit der Schalungseinlage „Zemdrain® MD“ Technische Universität München
YPROS17008	Wirtschaftlichkeitsanalyse zum Einsatz von wasserabführenden Schalungsbahnen „Zemdrain®“ ISAH Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik Universität Hannover
YPROS17073	Gutachterliche Stellungnahme von mit der Schalungsbahn Zemdrain® behandelten Stahlbetonoberflächen in Kläranlagen FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e. V., Duisburg
YPROS17007	Zemdrain® wurde an diversen Instituten im In- und Ausland geprüft. Fordern Sie bitte die separate Prüfberichtübersicht an.

Untersuchungsberichte

YPROS17068	Sonderdruck: Mit kontrolliert wasserabführender Schalungsbahn (CPF) erstellte Trinkwasserbehälter: Untersuchung der Wasserkammern nach 15 Jahren Betriebszeit PD Dr.-Ing. Gerhard Merkl
405BR05/01	Sonderdruck: Betontechnologie Beurteilung der Dauerhaftigkeit von mit einer Schalungsbahn behandelten Stahlbetonoberflächen in Kläranlagen nach 10-jähriger Betriebszeit Dipl.-Ing. K. Lehmann, FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e. V., Duisburg

Vorgenannte Prüfzeugnisse und Untersuchungsberichte sind auch auf unserer Website www.maxfrank.de zu finden und können dort im Downloadbereich heruntergeladen werden.

Abstandhalter

Abstandhalter werden eingesetzt, um die Einhaltung der Betondeckung bei Bauwerken und Bauteilen aus Stahlbeton vor und während des Betonierens sicherzustellen. Für jede Anwendung die richtige Lösung bieten Einzel-, Flächen- und Sonderabstandhalter aus Faserbeton, Einzel- und Flächenabstandhalter aus Gießbeton sowie Abstandhalter aus Stahl oder Kunststoff. Sie finden ihre Anwendung z. B. in Fertigteilverwerken, im Trinkwasserbereich, im Tunnelbau oder bei Sichtbetonoberflächen.



Mauerstärken

Mauerstärken werden zur Sicherung der Wanddicke bei Betonwänden unter Verwendung von wiedergewinnbaren Spannankern verwendet. Zur sicheren und dauerhaften Abdichtung von Spannstellen stehen die bewährten Faserbetonverschlussknoten und Faserbetonverschlussstößel zur Verfügung, die mit dem Zweikomponentenkleber Repoxal TW eingeklebt werden.



Tubbox® Stützenschalung

Mit den Stützenschalungen von FRANK sind geometrischen Formen und Oberflächen bei Schalungskörpern aus Beton kaum Grenzen gesetzt. Bei Rundsäulen sind Beton-Oberflächen Ausführungen in „spiral“, „glatt“, „strukturiert“ und „lunkerfrei“ möglich, wobei die Ausführung „lunkerfrei“ durch den Einsatz der Zemdrain® Schalungseinlage ermöglicht wird. Da sich bei den Tubbox® Schalrohren die Verwendung von Trennmitteln erübrigt, ist der Einsatz im Trinkwasserbereich gewährleistet.



Intec® Injektionsdichtung

Intec® Premium Injektionsschlauch mit dem Intectin TW PUR Harz wird für die wasserdichte Betonarbeitsfuge im Trinkwasserbereich eingesetzt. Die flexible Verlegung ermöglicht die Abdichtung auch schwieriger Geometrien.





Max Frank GmbH & Co. KG

Mitterweg 1
94339 Leiblfing
Deutschland

Tel. +49 9427 189-0

Fax +49 9427 1588

info@maxfrank.de

www.maxfrank.de