

Abdichten, schützen und verstärken

Intelligente Lösungen mit Ductal®, dem Ultrahochleistungs-Faserbeton

Holcim (Schweiz) AG

Ductal®





Titelbild: Weltweit erster Brückenneubau aus bewehrtem Ductal®: SBB-Brücke bei Sempach, siehe Seite 14.



Ductal® dichtet Tragwerke sicher und dauerhaft ab, siehe Seite 8.



Ductal® verstärkt auch in dünnsten Lagen Bauwerke effizient, siehe Seite 10.



Ductal® schützt Bauten zuverlässig gegen Angriffe aller Art, siehe Seite 12.

Ductal® dichtet ab, schützt und verstärkt.

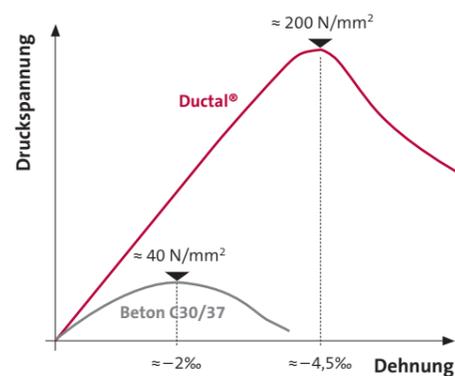
Druck- und zugfest, duktil und überaus dauerhaft

Der Ultrahochleistungs-Faserbeton Ductal® zeichnet sich durch seine sehr hohe Druck- und Zugfestigkeit sowie Dauerhaftigkeit aus. Sein grosses plastisches Verformungsvermögen verleiht ihm zudem ein duktilen Verhalten und eine hohe Rissefreiheit. Er eignet sich daher hervorragend zur Verstärkung, zur Abdichtung, zum Schutz von Bauwerken und zum Neubau schlanker Bauteile.

Ductal® grenzt sich von normal- und hochfesten Betonen sowohl mit seinen mechanischen Eigenschaften als auch in seinem Verhalten deutlich ab.

Verhalten unter Druckbelastung

Ductal® verhält sich unter Druckbelastung bis zur Höchstlast und einer erheblichen Stauchung von bis zu 4,5% weitgehend linear. Nach dem Überschreiten der Maximallast verhindert die Faserbewehrung ein sprödes Versagen.



Verhalten von Ductal® unter Druckbelastung.

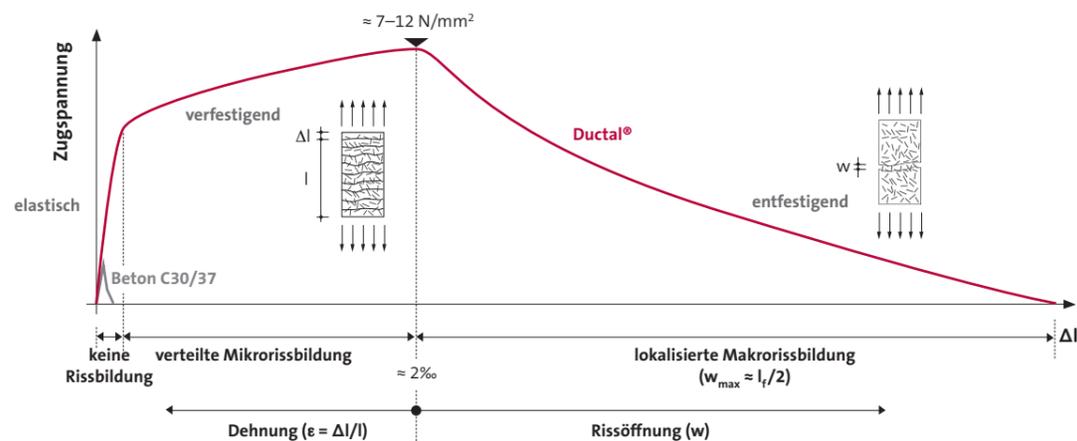
Verhalten unter Zugbelastung

Das Verhalten von Ductal® unter direkter Zugbelastung gliedert sich in drei Phasen:

- Im elastischen Bereich nimmt die Verformung bei steigender Belastung linear zu und bildet sich bei Entlastung vollständig zurück.
- Im verfestigenden Bereich nimmt die Verformung bei steigender Belastung durch die Bildung von fein verteilten Mikrorissen zu. Die Verformung ist bleibend. Eine Verfestigung erfolgt nur, wenn der Fasergehalt so hoch ist, dass die Fasern die Zugkraft vollständig übernehmen können. Bei zu geringem Fasergehalt kommt es direkt im Anschluss an den elastischen Bereich zu einer Entfestigung.
- Im entfestigenden Bereich nehmen die Zugspannungen ab, die Verformungen aber weiter zu. Diese konzentrieren sich in einem sich öffnenden Riss, wobei laufend mehr Fasern ausgezogen werden. Die maximale Rissöffnung beim Bruch entspricht ungefähr der halben Faserlänge.

Kriechen und Schwinden

Aufgrund des hohen Zementsteinanteils und des niedrigen w/z-Werts kann Ductal® ein vergleichsweise hohes Endschwindmass von bis zu 1% erreichen. Das Schwin-



Verhalten von Ductal® unter Zugbelastung.

den tritt fast ausschliesslich in Form von autogenem Schwinden auf. Das Kriech- bzw. Relaxationsvermögen von Ductal® ist ebenfalls höher als bei normalfesten Betonen. Spannungen, die aus behindertem Schwinden entstehen, werden durch Relaxation teilweise abgebaut. Zusammen mit der hohen Zugfestigkeit und dem Verformungsvermögen aufgrund der Faserbewehrung bleibt verfestigender Ductal® auch bei hohen Einspanngraden rissfrei und dauerhaft. Dies ist insbesondere bei der Anwendung von Ductal® als Schutz- und Verstärkungsschicht auf bestehenden Betonbauteilen von Bedeutung. Ausserdem eröffnet er eine breite Anwendungspalette in der Vorfertigung und erlaubt den Bau schlanker Bauteile.

Ausserordentliche Dauerhaftigkeit

Das dichte Gefüge von Ductal® verhindert das Eindringen von Gasen und Flüssigkeiten. Daher weist der Baustoff einen hohen Karbonatisierungs-, Chlorid-, Sulfat- und Frost-Tausalz widerstand sowie eine grosse chemische Beständigkeit gegenüber Säureangriffen auf. Bewehrung und Stahlfasern sind zudem schon bei geringer Bewehrungsüberdeckung geschützt: Bei bewehrtem Ductal® beträgt diese für geschalte Flächen 10 mm und für ungeschalte Flächen 15 mm. Das kompakte Gefüge sowie die durch die Stahlfasern bedingte Duktilität machen Ductal® sehr resistent gegen Abrieb- und Stossbelastungen. Die Stahlfaserbewehrung beschränkt Rissbildung und Rissbreiten und trägt so ebenfalls zur Dauerhaftigkeit bei.

Optimiertes Korngerüst

Silikastaub erweitert die Kornzusammensetzung im Feinstkornbereich, womit auch kleinste Hohlräume ausgefüllt werden. Zusammen mit dem Einsatz ausgewählter, feiner Quarzsande anstelle grober Gesteinskörnungen führt dies zu einer hohen Packungsdichte mit einem

homogenen Gefüge. Macht im normalfesten Beton die Gesteinskörnung den grössten Anteil aus, überwiegt bei Ductal® der Anteil des Zementsteins. Dadurch bildet sich kein steifes Gefüge aus Gesteinskörnern. Die nur im Zementstein auftretenden Verformungen (Schwinden) werden dadurch weniger behindert und Mikrorisse im Zementstein vermieden.

Reduzierter w/z-Wert

Ductal® hat bei vergleichbarer Zugabewassermenge einen signifikant höheren Zementgehalt als normal- oder hochfeste Betone. Daraus resultiert ein deutlich geringerer w/z-Wert von in der Regel unter 0,25. Die mittlere Porengrösse von Ductal® ist im Vergleich zu Beton deutlich kleiner, und das Porensystem ist nicht vernetzt. Aufgrund des niedrigen w/z-Werts verbleibt unhydratisierter Zement als chemisch reaktiver Füller im Gefüge und stellt dort eine Hydratationsreserve dar.

Bewehrung mit Stahl- oder Kunststofffasern

Der mit 1 bis 5 Volumen-% beträchtliche Fasernanteil verleiht dem Gefüge eine hohe Duktilität sowie je nach Ductal®-Sorte ein verfestigendes Verhalten. Durch die homogene Verteilung der Fasern werden Bauteile sowohl im Inneren als auch an der Oberfläche bewehrt. Die Wirksamkeit der Fasern in Ductal® hängt von Werkstoff, Gehalt, Geometrie, Verteilung und Orientierung ab.

Normativ geregelter Baustoff

Ductal® ist mit dem Merkblatt SIA 2052 «Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) – Baustoffe, Bemessung und Ausführung» seit dem Jahr 2016 normativ geregelt. Das Merkblatt definiert anhand des Verhaltens unter Zugbelastung drei UHFB-Sorten, die nicht verfestigende Sorte U0 sowie die verfestigenden Sorten UA und UB.



Die hohe Dosierung von Stahlfasern erhöht das Verformungsverhalten und macht Ductal® sehr duktil.

Herstellung, Einbau und Nachbehandlung

Generelle Angaben zur Herstellung

Ductal® wird als Trockengemisch auf die Baustelle geliefert. Das Material wird vor Ort im Zwangsmischer oder in der Betonanlage gemischt. Die Dosierung von Wasser und Fließmittel muss mit grosser Genauigkeit erfolgen. Erfahrungsgemäss sind die meisten Zwangsmischer zur Herstellung von Ductal® geeignet. Aufgrund der hohen Schlankheit und Dosierung der Fasern ist besonders auf ihre Vereinzelung und homogene Verteilung im Frischbeton zu achten. Die Fasern sollen daher erst auf den fertig gemischten Ductal® gegeben werden. Die Mischzeit liegt je nach Art des Mixers, der Chargengrösse und der Faserzugabe im Bereich von 10 bis 20 Minuten.

Für Ductal® geeignete Zemente

Für Ductal® haben sich in der Praxis Betonzusammensetzungen auf der Basis von Portlandkompositzementen und Hochofenzementen aller Festigkeitsklassen bewährt.

Besondere Gesteinskörnung

In der Regel werden Sande mit einem Grösstkorn kleiner als 2 mm verwendet. Zum Einsatz kommen Quarzsande und -mehle mit ausgewählter Sieblinie, wobei z.B. Ausfallkörnungen zu einer höheren Packungsdichte beitragen. Die Kornform beeinflusst die Konsistenz und den Wasseranspruch. Mit Vorteil werden getrocknete Sande verwendet, deren Sieblinien einer strengen Qualitätskontrolle unterzogen werden.

Hohe Dosierung an Zusatzmitteln

Um die Mischbarkeit bei den angestrebten geringen w/z-Werten von unter 0,25 zu erreichen, sind hochwirksame

Fließmittel in hoher Dosierung von 1 bis 2 M.-% erforderlich.

Zusatzstoffe: Silikastaub und Fasern

Ductal® enthält meist Silikastaub. Dieser erweitert die Kornzusammensetzung im Feinstkornbereich und erhöht dadurch die Packungsdichte des Gefüges. Durch seine puzzolanische Reaktion entstehen überdies zusätzliche Hydratationsprodukte, die zur Festigkeitsbildung beitragen und vor allem in der Kontaktzone zu den Fasern und zu den Gesteinskörnern den Verbund verbessern. Bei der Verwendung von Stahlfasern haben sich Faserdurchmesser von 0,10 bis 0,15 mm und Faserschlankheiten im Bereich von 40 bis 80 (Verhältnis von Länge zu Durchmesser) als guter Kompromiss zwischen Verarbeitbarkeit und Wirksamkeit bewährt. Bei Bauteilen mit geringen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften werden auch Polyvinylalkoholfasern (PVA) verwendet.

Konsistenz

Ductal® kann in unterschiedlichen Konsistenzen hergestellt werden. Für geschaltete Bauteile wird fließfähiger Ductal® verwendet. Die Konsistenz ist honigartig und von hoher Viskosität geprägt, sodass das Setzfließmass erst nach ca. 1 Minute erreicht wird. Ähnlich wie bei selbstverdichtendem Beton muss der Zementleim in der Lage sein, die Fasern in der Schwebe zu halten. Die Entlüftung und Verdichtung erfolgt während des Fließens unter dem Einfluss der Schwerkraft. Fließfähige Ductal®-Varianten können gepumpt werden. Für Anwendungen im Gefälle, z.B. für Schutzschichten auf Brücken, existie-



Die Konsistenz von Ductal® ist honigartig und hoch viskos.



Maschieller Einbau einer Verstärkungsschicht aus Ductal® mit einem Deckenfertiger (Viaducs de Chillon).

ren thixotrope Ductal®-Typen, die in Abhängigkeit von der Schichtdicke mit bis zu 6% Neigung eingebaut werden können. Unter bestimmten Rahmenbedingungen und mit zusätzlichen Vorversuchen konnten Gefälle bis zu 20% realisiert werden.

Einbau und Verdichtung

Beim Einbau von Ductal®-Schichten auf bestehendem Beton müssen den Verbund störende Substanzen oder Partikel vollständig entfernt und der Untergrund vorgängig wassergesättigt werden. Es gelten die gleichen Anforderungen wie bei der Betoninstandsetzung mit hydraulisch gebundenen Werkstoffen. Ductal® kann je nach Objekt manuell oder maschinell eingebracht werden. Seine Verarbeitbarkeit ist während einer bis zwei Stunden gewährleistet. Fließfähiger Ductal® wird in die Schalung eingefüllt und verteilt sich unter dem Einfluss der Schwerkraft. Bei Arbeitsunterbrüchen müssen die Stösse im Frischbeton kräftig durchmischt werden, um eine durchgehende Faserbewehrung sicherzustellen. Dünnschichtiger, thixotroper Ductal® in flächigen, horizontalen Anwendungen kann mit einem Vibrationsbalken bearbeitet werden.

Hohe Anforderungen an Schalungen

Die Anforderungen an die Schalungen sind sehr hoch. Aufgrund der hohen Fließfähigkeit muss die Schalung

Grosse Vorteile des Baustoffs

- Ductal® spart wertvolle Bauzeit, weil der Baustoff trägt, schützt und gleichzeitig abdichtet.
- Ductal® kann witterungsunabhängig eingebaut werden.
- Ductal® erhöht die Planungssicherheit.

sehr dicht sein. Der Schalungsdruck des Frischbetons entspricht dem hydrostatischen Druck. Durch den hohen Anteil an feinen Bestandteilen und aufgrund der Fließfähigkeit werden Texturen der Schalung sehr genau auf der Betonoberfläche abgebildet.

Nachbehandlung ist wichtig

Aufgrund des geringen w/z-Werts von Ductal® kommt der Nachbehandlung eine besondere Bedeutung zu. Jeder Wasserverlust ist unbedingt zu vermeiden. Ductal® ist direkt nach dem Einbau mit Folie abzudecken und vor Umwelteinflüssen (Wind, Sonne, Regen, Kälte) zu schützen. Durch eine Wärmebehandlung (kontrollierte Zufuhr von Wärme und Feuchte) kann die Festigkeit weiter gesteigert und das Schwinden innerhalb kurzer Zeit stabilisiert werden. Die Nachbehandlungsdauer liegt in der Regel zwischen 5 und 7 Tagen.



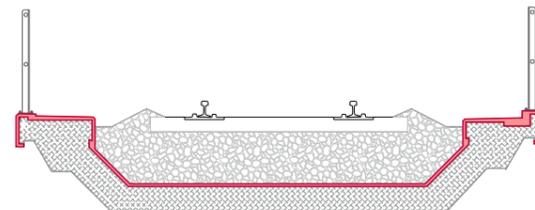
Robuste, absolut dichte und langlebige Abdichtung

Das 1911 bei Frutigen errichtete, 274 m lange Kander-
viadukt aus Steinmauerwerk dient noch heute dem
Personen- und Warenverkehr auf der Bergstrecke am
Lötschberg. Bei einer Bauwerksüberprüfung wurde fest-
gestellt, dass die sechzig Jahren alten Polymerbitumen-
Dichtungsbahnen (PBD) leckten und die Brücke erste
Schäden aufwies.

Überlegenes Abdichtungskonzept

Infrage kamen ein Ersatz der Abdichtung durch eine neue
PBD-Schicht sowie eine Variante mit Ultrahochleistungs-
Faserbeton. Ausgeführt wurde die Lösung mit Ductal[®],
weil sich so witterungsunabhängig arbeiten liess. Damit
ergaben sich Gewinne sowohl bei der Bauzeit als auch
bei der Planungssicherheit. Die Robustheit des Materials
verlängert zudem die Lebensdauer der Abdichtung signi-
fikanter. Damit verringern sich die Kosten für den Unterhalt
und die dafür notwendigen Streckenunterbrechungen.
Diese Lösung ist daher auch schon bei vielen weiteren
Brücken angewendet worden.

Auftraggeber: BLS | Bauleitung: B+S AG |
Bauunternehmen: Walo Bertschinger AG | Ausführung: 2017



Abdichtung des Brückentrogs mit einer Ductal[®]-Schicht.



Aufbringen der Ductal[®]-Schicht auf dem Boden des Trogs.

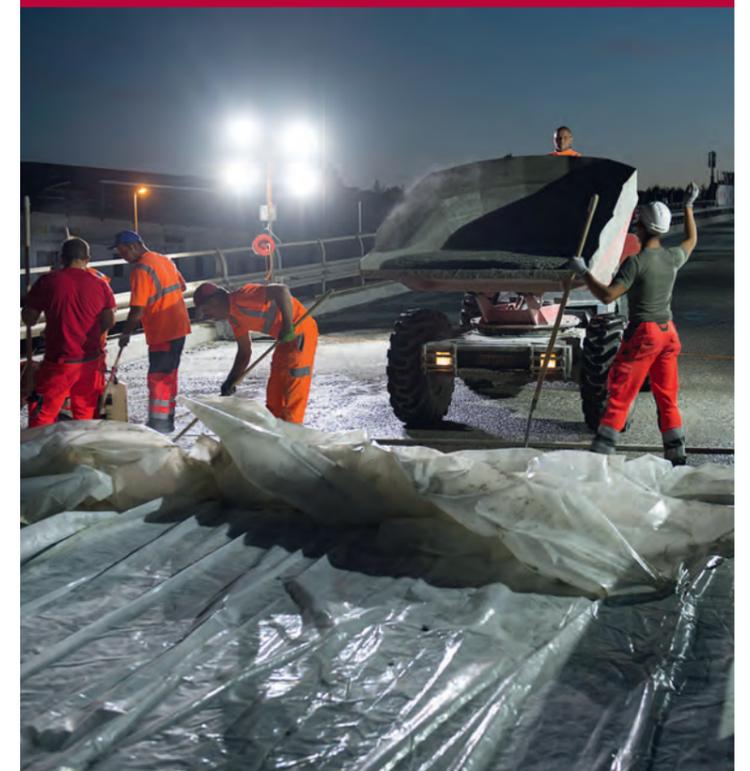
Mit mehr als 27 000 Fahrzeugen pro Tag gehört der bei
Lausanne gelegene Viaduc de Cudrex zu den meistbefahr-
ten Brücken des Kantons Waadt. Die seit dem Bau der
Brücke im Jahr 1968 entstandenen Schäden betrafen die
Brückenplatte, die Abdichtung, die Dilatationsfugen und
die Konsolköpfe.

In jeder Hinsicht beste Lösung mit UHFB

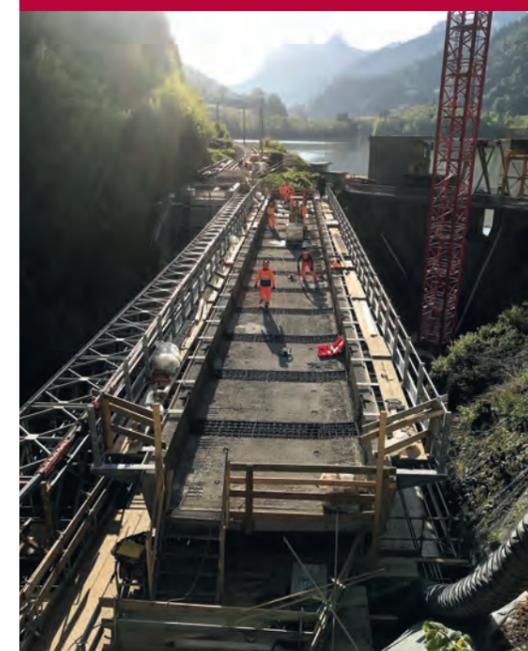
Angesichts der Bedeutung des Bauwerks musste eine
rasche und wirtschaftliche Lösung gefunden werden,
wofür sich der Einsatz von Ductal[®] anbot. Ductal[®] kann
bereits kurz nach dem Einbringen belastet werden, woge-
gen eine konventionelle Abdichtungslösung die komplet-
te Stilllegung des Verkehrs während mindestens drei
Wochen bedingt hätte. Pascale Wolff, die Projektleiterin
des Kantons Waadt, meinte zur Lösung mit Ductal[®]: «Es
war die mit Abstand beste Lösung: die kostengünstigste,
die effizienteste und die einfachste Lösung, was das
Verkehrsmanagement betrifft».

Auftraggeber: Kanton Waadt – DGMR | Bauleitung: Daniel Willi SA |
Bauunternehmen: Martin & Co | Ausführung: 2016

Effizient und kostensparend



Leicht und dauerhaft



Der Pont du Lanciau über die Saane ist eine Brücke der
Montreux-Berner Oberland-Bahn (MOB). Sie wurde kom-
plett ersetzt, um neu die Last eines Schotterbetts aufneh-
men zu können. Die neue Verbundbrücke besteht aus
einem Rohrfachwerkträger und einem Betontrog aus Fer-
telementen. Diese wurden mit Ductal[®] verbunden, der
auch als Abdichtung verwendet wurde. Ductal[®] diente
damit gleich für zwei Zwecke.

Grosse Vorteile mit Ductal[®]

Die Abdichtung aus Ductal[®] erlaubte es dabei:

- den Betonquerschnitt und damit das Gewicht des Trogs
zu verringern,
- Zeit zu sparen und witterungsunabhängiger zu arbei-
ten,
- die Dauerhaftigkeit zu erhöhen (Widerstand gegen
Abrasion des Schotter) und
- den Bauwerksunterhalt zu reduzieren (Lebensdauer der
Abdichtung entspricht jener des Bauwerks).

Auftraggeber: MOB | Bauingenieur: T engineering SA |
Bauunternehmen: Walo Bertschinger AG | Ausführung: 2018

Wirksamste und kostengünstigste Lösung



Im Zuge der städtebaulichen Entwicklung in Versoix musste die bestehende Decke über dem unterirdischen Parkhaus Esplanade verstärkt werden, um sie für Veranstaltungen und das Befahren mit schweren Lastwagen zu ertüchtigen.

Statische und finanzielle Vorteile

Eine Verstärkung mit einer bewehrten Schicht aus Ductal® erwies sich dabei als die statisch wirksamste Lösung. Sie war zudem um rund 20 Prozent günstiger als das Aufbringen einer externen Vorspannung, weil sie gleichzeitig als Abdichtung dient. Die rund 800 m² grosse Platte wurde innerhalb nur einer Woche mit einer 50 mm dicken Schicht aus Ductal® verstärkt. Der Baustoff wurde dabei laufend auf die Einbauleistung abgestimmt vor Ort hergestellt.

Auftraggeber: Gemeinde Versoix | Bauingenieur: Petignat & Cordoba
Ingénieurs conseils SA | Bauunternehmen: Marti Construction SA |
Ausführung: 2014

Schnell, leicht und effizient



Die 1974 eröffneten Zwillingsbrücken der A9 über die Paudèze bei Lausanne wiesen an Kragplatten, Konsolköpfen und Abdichtung Schäden auf. Die Kragplatten wurden ersetzt und mit neuen Brüstungen sowie einer Lärmschutzwand versehen.

Durchgängig mineralische Verstärkung

Eine Fachwerkstruktur nimmt diese zusätzlichen Lasten auf und leitet sie in den Brückenkasten. Das Fachwerk besteht aus vorgefertigten Elementen aus Ductal® mit einer Zusatzbewehrung. Ductal® gelangte auch bei der Verbindung zum Brückenkasten sowie im Inneren des Kastens zur Anwendung, um dessen untere, gerissene Platte zu verstärken. Als Resultat ergibt sich eine filigrane und durchgängig mineralische Lösung, die das bisherige Erscheinungsbild der Brücke bewahrt.

Auftraggeber: Bundesamt für Strassen | Bauingenieur: Groupement
LIG-A – INGPHE SA | Bauunternehmen: Frutiger SA Vaud |
Ausführung: 2017–2019

Filigran und doch robust



Perfekte Verstärkung und UHFB-Weltrekord: Ductal® auf über 50 000 m² Fläche

Bei der Planung der notwendigen Verstärkungsarbeiten an den 1969 erbauten Lehnviadukten der A9 bei Chillon zeigte sich, dass der Beton durch eine Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) geschädigt war. Die dadurch erniedrigten Festigkeitswerte des Betons machten eine umfassendere Sanierung notwendig. Ein konventionelles Aufbetonieren kam aus Gewichtsgründen nicht infrage und eine externe Vorspannung mit CFK-Lamellen hätte den zu schwachen Querkraftwiderstand nicht erhöht. Mit Ductal® liess sich die schwierige Situation aber lösen.

Nur Ductal® erfüllt alle Anforderungen

Vorversuche zeigten, dass sich der Tragwiderstand der Fahrbahnplatten mit dem Aufbringen einer bewehrten, nur 40 mm dicken Ductal®-Schicht um über 50 Prozent erhöhen liess. Die in der Folge auf der ganzen Breite aufgetragene Schicht an bewehrtem Ductal® verstärkte sowohl die Fahrbahnplatte bezüglich Biegung, Querkraft, Durchstanzen und Ermüdung als auch das gesamte Tragwerk in seiner Längsrichtung. Zudem begrenzt die Ductal®-Schicht wirksam das Entstehen künftiger Verformungen und verhindert den Wassereintrag in die darunterliegende AAR-geschädigte Struktur. Ductal® bot damit eine umfassend wirksame Lösung, stellte die Ausfüh-

den beim Einbau aber vor grosse Herausforderungen. Denn bisher waren nie so grosse Mengen von 80 m³ pro Tag hergestellt und verbaut worden. Mit dem Einsatz von Deckenfertigern gelang der maschinelle Einbau von rund 2400 m³ an Ductal® auf einer Fläche von über 50 000 m² aber nicht nur in der gewünschten Zeit, es ergab sich sogar noch eine Zeitersparnis gegenüber dem Bauprogramm. Ductal® bewies auch hier, dass sein Einsatz die Bauzeit wirksam vermindern kann. Die bei den Viaducs de Chillon verbauten Mengen stellen bezüglich UHFB noch immer den Weltrekord dar.

Auftraggeber: Bundesamt für Strassen | Bauingenieur:
Monod Piguet & Associés IC SA + BG Ingénieurs conseils SA |
Bauunternehmen: Walo Bertschinger AG | Ausführung: 2014/15



Schutz auch vor kombinierten Angriffen

Im Jahr 2015 musste Energie Wasser Bern zwei der auch Schwellen genannten Tiefgänge des Wasserkraftwerks Matte in Bern sanieren. Über diese Schwellen fliesst bei hohem Pegelstand Wasser aus dem Kraftwerkkanal direkt in die Aare, wobei es sehr viel Geschiebe mit sich schleppt, das Schäden verursacht. Daher wird die Sohle solcher hoch beanspruchter Schwellen mit einem extrem verschleissfesten Material beschichtet. Und doch erleiden die Schwellen immer wieder Schäden, weil ein kombinierter Angriff auf sie einwirkt.

Fugenlose Schicht aus Ductal® eliminiert Schwachstelle
Diese verschiedenen Beanspruchungen und Verschleissvorgänge werden insgesamt als Hydroabrasion bezeichnet. Die Stoss- und Schlagbelastungen des Geschiebes können an solchen auch mit sehr hartem Material beschichteten Flächen bei den Plattenfugen kleine Schäden verursachen, von denen aus die Beschichtung dann zunehmend zerstört wird. Genau dieses Bild zeigte sich auch in Bern. Da aus der Forschung bekannt war, dass bei Hydroabrasion die Biegezugfestigkeit und die Bruchenergie wichtiger als die Druckfestigkeit des eingesetzten Materials sind, wurden zwei Schwellen mit einer Schicht aus Ductal® überzogen. Neben dessen hoher Druckfestigkeit überzeugte insbesondere seine sehr hohe Biege-

zugfestigkeit. Für die Anwendung im Wasserbau wurde zudem eine klassische Verschleissprüfung in Auftrag gegeben. Die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH führte an beiden Schwellen Höhenmessungen aus. Dabei liess sich – sicher auch wegen der schwachen Wasser- und Geschiebeabgänge der vergangenen Jahren – kein signifikanter Abrieb feststellen. In Bereichen höchster Einstömungsgeschwindigkeiten sind die Stahlfasern oberflächlich freigelegt, die gesamte Fläche einschliesslich der bewehrten Arbeitsfuge ist jedoch vollständig intakt und frei von Ausbrüchen oder Rissen. Weitere Messungen sind erst nach dem Auftreten grösserer Belastungen geplant.

Auftraggeber: Energie Wasser Bern | Bauleitung: B+S AG | Bauunternehmen: Marti AG | Ausführung: 2015

Dünn, dicht und rissefrei



Der Beton der Widerlager und Mittelpfeiler der Überführung Grafstal (Gemeinde Lindau) über die Autobahn A1 wies Schädigungen durch eingedrungene Chloride auf.

Dünne Schutzschicht aus UHFB

Anstelle einer konventionellen Aufbetonierung entschied sich die Bauherrschaft für einen Überzug aus Ductal®. Die nur 40 mm dicke Schicht ist komplett dicht, rissefrei und reduziert das Lichtprofil nur minimal. Der Einbau war zudem einfach, liess sich der Ductal® doch über die gesamte Höhe von bis zu 3,3 m in einer Etappe einbringen.

Auftraggeber: Bundesamt für Strassen | Bauingenieur: Bänziger Partner AG und F. Preisig AG | Bauunternehmen: Marti AG | Ausführung: 2016

Abrasions- und verschleissfest



Die Bodenbeläge von Industriearealen werden von schweren, spurtreu verkehrenden Fahrzeugen stark beansprucht. Die Schäden zeigen sich zuerst in den Fugenbereichen der Beläge und breiten sich dann aus.

Dauerhafter Schutz vor Verschleiss

Die Josef Frey AG in Sursee schützte ihre Beläge daher mit einer Schicht aus Ductal®. Dessen hoher Abrasionswert (A6 gemäss Norm SIA 252) sorgt für die gesuchte beständige Lösung. Die Schutzschicht konnte zudem in kurzer Zeit eingebaut werden und war schnell wieder befahrbar.

Auftraggeber: Josef Frey AG | Bauunternehmen: Hoch- und Tiefbau AG Sursee | Ausführung: 2018

Der Auffangbehälter im Pumpwerk einer Textilfabrik in Sevelen wies aufgrund heisser, aggressiver Abwässer mit fallweise sehr niedrigem pH-Wert schadhafte Betonoberflächen auf. Gesucht war eine dauerhafte Lösung, die das Behältervolumen so wenig wie möglich reduzierte. Anstelle einer 15 cm dicken Innenschale aus Beton fiel die Wahl daher auf eine Sanierungslösung mit Ductal®.

Lösung mit Ductal®

Dessen sehr hohe Dauerhaftigkeit erlaubte eine Schutzschicht in einer Dicke von nur 30 bis 50 mm. Die Wände wurden mit einem fließfähigen Ductal® beschichtet. Für die Behältersohle mit 3% Gefälle wurde eine thixotrope Variante vor Ort gemischt und eingesetzt. Die Lösung mit Ductal® reduzierte das Behältervolumen nur wenig. Die hohe Dauerhaftigkeit von Ductal® gegenüber aggressiven Abwässern verspricht jedoch eine sehr lange Lebensdauer der Lösung, verhindert der hohe Fasergehalt von Ductal® doch die Rissbildung und garantiert so zuverlässig die Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit der Beschichtung.

Auftraggeber: Schöller Textilfabrik, Sevelen | Bauingenieur: G. Düsel AG, Grabs | Bauunternehmen: B. Zindel Kies und Beton AG, L. Gantenbein & Co AG, Werdenberg | Ausführung: 2011

Widerstandsfähig und langlebig



Grosses Potenzial in der Vorfertigung

Die Vorfabrikation erlaubt schon im konventionellen Betonbau kleinere Abmessungen und ein besseres Ausnutzen der mechanischen Festigkeiten. Ductal® steigert diese Möglichkeiten noch einmal beträchtlich, weil er weitaus geringere Bauteilabmessungen zulässt. Damit werden neue Formen oder bislang nicht realisierbare Geometrien möglich.



Ein eindrückliches Beispiel für die neuartigen Anwendungen aus vorgefertigtem Ductal® stellt die Fussgängerpasserelle in Le Bouveret dar. Der als Trogbücke konzipierte Übergang wurde in einem Stück und in kürzester Zeit ohne weitere Verkehrsbehinderung versetzt. Die mit Ductal® möglichen, sehr schlanken Bauteilabmessungen verleihen der Fussgängerbrücke eine grosse optische Leichtigkeit.



Beim Ersatz der SBB-Brücke über die Strassenunterführung Unterwalden bei Sempach kam eine herkömmliche Stahlbetonbrücke nicht infrage, weil die notwendige statische Höhe fehlte. Eine Ausführung in Stahl wiederum scheiterte an den Kosten und am geforderten Brandwiderstand. Ductal® erwies sich hier als der ideale Werkstoff für die leichte Rippenplatte mit punktueller Bewehrung in den Stegen. Mit dem feuerbeständigen Baustoff liessen sich Material und Gewicht einsparen. Die Vorfertigung der Brückenelemente ermöglichte überdies eine viel kürzere Bauzeit und senkte die Kosten. Dass Ductal® als ausgereifter Baustoff gilt, zeigt sein Einsatz in einer SBB-Brücke in aller Deutlichkeit.

Bewährter Hochleistungsbaustoff

Der als Spezialprodukt entwickelte Ultrahochleistungs-Faserbeton ist heute ein bewährter Baustoff für alle jene Fälle, in denen höchste mechanische Eigenschaften, überragende Dauerhaftigkeit oder effiziente Lösungen gesucht sind. Die Holcim Schweiz verfügt über eine einmalig breite und langjährige Erfahrung mit dem Hochleistungsbaustoff.

UHFB ist ein herausragendes Beispiel für die erfolgreiche Weiterentwicklung eines Baustoffs. Durch die gezielte Veränderung der Zusammensetzung sowie der einzelnen Komponenten liessen sich gegenüber einem konventionellen Beton viel höhere mechanische Festigkeiten und eine deutlich gesteigerte Dauerhaftigkeit erzielen. Von besonderem Interesse ist dabei das Verformungsverhalten des Baustoffs unter Zugbelastungen, bei denen sich aufgrund des hohen Fasergehalts eine verfestigende Wirkung einstellt.

25 Jahre Erfahrung

UHFB gilt noch immer als innovativer Hochleistungsbaustoff, er blickt mittlerweile aber bereits auf eine 25-jährige Geschichte zurück. In Frankreich begann Lafarge im Jahr 1994 mit den ersten stabilen Mischungen und verbesserte im Zuge verschiedener Anwendung die Mischungseigenschaften.

Die Holcim (Schweiz) AG setzte die Forschungsergebnisse eines cemsuisse-Projekts mit der EPFL um und stellte vorerst nur fließfähige UHFB her, um dann ab 2008 auch gefälle geeignete UHFB sicher anzubieten. Zu den Hauptanwendungsgebieten zählten aufgrund der Materialeigenschaften die Bereiche des Abdichtens, Schützens und Verstärkens. Seit dem Zusammenschluss von Lafarge und Holcim wird UHFB unter dem Brand Ductal® gemeinsam weiterentwickelt und im Markt unterstützt. Infolge der immer breiteren Verwendung in der Schweiz wuchs einerseits das Bedürfnis einer normativen Regelung für den Baustoff und andererseits für seine Bemessung, um Anwendung im Neubaubereich zu ermöglichen. Das SIA Merkblatt 2052, das 2016 in Kraft gesetzt wurde, regelt den Baustoff bezüglich seiner Zusammensetzung, Bemessung und Ausführung. Ergänzend dazu kam 2017 ein Korrigendum mit nützlichen Präzisierungen und Anpassungen heraus.

Langjährige Kompetenz

UHFB ist mittlerweile ein gut erprobter Baustoff, der sich dank jahrelanger Erfahrung vergleichsweise einfach herstellen und zuverlässig einbringen lässt. Mit UHFB lassen sich im Neubau oder bei Instandsetzungen Bauteilabmessungen oder Eigenlasten und dabei oft auch Kosten oder Bauzeiten minimieren. Grundsätzlich ist es sinnvoll, den Baustoff gezielt dort einzusetzen, wo besondere

mechanische Eigenschaften und eine erhöhte Dauerhaftigkeit gefragt sind.

Die Holcim (Schweiz) AG weist aufgrund ihrer Zugehörigkeit zur LafargeHolcim Gruppe 25 Jahre Erfahrung im Bereich des UHFB auf und kann ihre Kunden dadurch bei der Planung und der Ausführung von Bauten aus UHFB besonders umfassend und kompetent beraten.



Ummantlung eines Brückenpfeilers mit 40 mm starken Elementen aus UHFB zum Schutz gegen Chloridangriffe (Ausführung: 2010).



Holcim (Schweiz) AG
Hagenholzstrasse 83
8050 Zürich
Schweiz
info-ch@lafargeholcim.com
www.holcim.ch
Telefon +41 (0) 58 850 68 68
Telefax +41 (0) 58 850 68 69