



FEUERVERZINKEN SPECIAL

Special-Ausgabe

Internationale Fachzeitschrift

www.feuververzinken.com

Feuerverzinkter Betonstahl

Wo er Sinn macht | Neue Zulassung erlaubt Reduzierung der Betondeckung und Biegen vor dem Verzinken | Referenzbeispiele: Sicht- und Weißbeton, Infralichtbeton, Dünnwandige Konstruktionen, Chloridbelastete Park- und Verkehrsbauten | Ausschreibungstexte und weitere Infos

Bewährt als Bewehrung

Wo feuerverzinkter Betonstahl Sinn macht

Wer mit offenen Augen durch die Welt geht, der sieht, dass Korrosion von Bewehrungsstahl ein weit verbreitetes Problem ist. Das hierdurch verursachte Schadensspektrum reicht von optischen Beeinträchtigungen durch Rostflecken über Betonabplatzer bis zum völligen statischen Versagen der Konstruktion. Schätzungen zufolge, werden in Deutschland jährlich zwischen 5 und 10 Milliarden Euro für die Instandhaltung von Korrosionsschäden an der Bewehrung ausgegeben. Durch Feuerverzinken des Betonstahls können derartige Schäden sicher verhindert werden.

Unter normalen Bedingungen ist Betonstahl durch die Alkalität des Betons vor Korrosion geschützt. Dieser Schutz ist bei einem pH-Wert zwischen 10 und 13,8 als "Selbstpassivierung" gegeben. Durch Feuchtigkeit und Kohlendioxideinflüsse verliert er jedoch langfristig seine Alkalität und wird depassiviert. Diesen Vorgang nennt man Carbonatisierung. Als Folge kommt es zu Bewehrungskorrosion und zu schwerwiegenden Schäden am Bauteil, deren Sanierung nicht immer oder nur mit hohem Aufwand möglich ist.

- 1 | *Opernhaus Sydney: Die Dachkonstruktion des Wahrzeichens von Sydney wurde mit feuerverzinktem Stahl bewehrt. Architekt: Jørn Utzon (Pritzker-Preisträger)*
- 2 | *Eine Feuerverzinkung schützt auch unter pH 10, wo der Selbstschutz des Betons verloren geht.*
- 3 | *Unverzinkter Betonstahl: Typische Schadensbilder*
- 4 | *Sichtbetonoberflächen: Durch verzinkten Betonstahl dauerhaft geschützt.*
- 5 | *Auch bei Tausalzbeanspruchung ist verzinkter Betonstahl geschützt.*



Schutz gegen Carbonatisierung

Bewehrungskorrosion durch Carbonatisierung kann durch Feuerverzinken dauerhaft verhindert werden, da eine Feuerverzinkung auch unter einem pH-Wert von 10 schützt (Abb. 2). In den Expositionsklassen XC1 bis XC4 ist der Einsatz von feuerverzinkter Bewehrung zur Verhinderung von carbonatisierungs-induzierter Bewehrungskorrosion sinnvoll. Aufgrund der korrosionsschutztechnischen Vorteile von feuerverzinktem Betonstahl, sieht die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung sogar eine Abminderung der Betondeckung bei Verwendung von feuerverzinktem Betonstahl vor (s.S. 4).

Faktoren, die Bewehrungskorrosion an unverzinktem Betonstahl zusätzlich begünstigen, sind Risse und Fugen im Beton, eine zu geringe Betonüberdeckung oder Kiesnester sowie aggressive Belastungen durch Tausalzangriffe und Salzbelastung in maritimen Bereichen. Auch wenn für die Mehrheit der Betonkonstruktionen die Verwendung von korrosionsgeschütztem Bewehrungsstahl nicht notwendig ist, macht der Einsatz von feuerverzinktem Betonstahl in bestimmten Anwendungsbereichen Sinn. Hierzu gehören Bauwerke mit einer langen Nutzungsdauer wie beispielsweise Brücken sowie chloridbelastete Bauwerke, dünnwandige Betonbauteile und Sichtbetonkonstruktionen.

Chloridbelastete Bauwerke

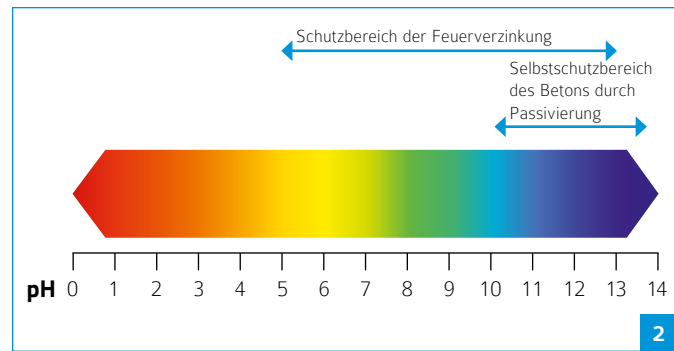
Feuerverzinkter Betonstahl bietet da Schutz, wo eine Chloridbelastung zu erwarten ist. Denn auch unter Einfluss von Chloriden sind verzinkte Bewehrungsstähle deutlich beständiger als unverzinkte. Schwerlösliche basische Zinkchloride werden nämlich von der Verzinkung abgebunden und damit unschädlich gemacht. Die Verwendung von feuerverzinktem Betonstahl empfiehlt sich daher für Bauten im Meerwasserbereich und bei zu erwartender Streu- und Tausalzbeanspruchung (s. S. 20 ff). Hierzu gehören insbesondere Verkehrsbauten wie beispielsweise Stahlbetonbrücken, aber auch Parkhäuser und Tiefgaragen.

Dünnwandige Betonbauteile

Dünnwandige filigrane Konstruktionsteile tragen im Zuge der Ausführung das Risiko der unzureichenden Betonüberdeckung. Die Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen kann zusätzlich durch Risse beeinträchtigt werden. Risse im Beton unterbrechen mehr oder weniger stark die Schutzwirkung des Betons und führen zu einer schnelleren Carbonatisierung im Rissbereich oder ermöglichen den Zutritt von Sauerstoff und Schadstoffen. Eine Feuerverzinkung kann hier den fehlenden Schutz übernehmen und so die Konstruktionsteile nachhaltig vor Korrosion schützen.

Sichtbetonkonstruktionen

Der Einsatz von feuerverzinkter Bewehrung an Sichtbetonkonstruktionen erfährt bei Architekten immer größere Beliebtheit. Anspruchsvolle und ästhetische Oberflächen werden so nachhaltig vor Korrosion geschützt, da an derartigen Konstruktionen bereits kleinste Rostflecken optische Mängel darstellen. Nicht selten entstehen solche Mängel bereits in der Bauphase durch rotbraune Korrosionsprodukte im Bereich der Anschlussbewehrung beim Ortbeton. Die Feuerverzinkung bietet während der Bauphase und während der Nutzung einen sicheren Schutz, so dass Verunreinigungen und unschöne Flecken auf den Oberflächen des Sichtbetons verhindert werden.



Fotos | Jack Atley (1), Heidelberger Cement AG/steffen Fuchs(4), Dirk Vorderstraße (5)

Neue abZ für feuerverzinkte Betonstähle

Betondeckung reduzieren und Biegen vor dem Verzinken möglich

1

Seit Januar 2019 ist eine neue allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für feuerverzinkte Betonstähle gültig. Neben praxisrelevanten Verbesserungen für Verarbeiter wie dem Biegen von Bewehrungsstahl vor dem Feuerverzinken ermöglicht sie erstmals in den Expositionsklassen XC1 bis XC4 eine Abminderung der Betondeckung und damit die Einsparung von Beton, durch die sich zusätzlich auch statische sowie ästhetische Vorteile ergeben können.

Feuerverzinkter Betonstahl ist seit 1981 in Deutschland bauaufsichtlich zugelassen (Zulassungs-Nr.: Z-1.4-165) und kommt in einer Vielzahl von Bereichen zur Anwendung. Der Einsatz von feuerverzinktem Betonstahl ist beispielsweise bei tausalzbelasteten Verkehrsbauten wie Brücken und Parkhäusern, Bauten in maritimer Atmosphäre, repräsentativen Sichtbetonkonstruktionen wie Weißbetonfassaden sowie für dünnwandige Konstruktionen empfehlenswert. Seit kurzen kommen auch innovative Infraleichtbetonbauten hinzu.

Reduzierung der Betondeckung um bis zu 10 mm

Im Rahmen eines breit angelegten Forschungsprojektes wurde unter anderem belegt, dass in carbonatisiertem Beton ein deutlicher korrosionsschutztechnischer Vorteil des feuerverzinkten Betonstahls gegenüber unverzinkten Betonstählen festzustellen war. In den Expositionsklassen XC1 bis XC4 ist daher eine Abminderung der Betonüberdeckung gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung möglich. Die Anforderungen an die Mindestbetonüberdeckung zur Sicherstellung des Verbundes bleiben davon unberührt. Bei der Festlegung der Mindestbetondeckung ist der jeweils größere Wert maßgebend, der sich aus den Verbund- bzw. Dauerhaftigkeitsanforderungen ergibt (s. Abb. 4). In den Expositionsklassen XD und XS bietet eine Feuerverzinkung ebenfalls einen zusätzlichen Schutz. Eine Abminderung der Betondeckung für die Expositionsklassen XD und XS ist jedoch noch nicht möglich, da der Nutzungsdauerzugewinn derzeit nicht hinreichend quantifizierbar ist.



2

Verzinkte Betonstähle wie unverzinkte unter Berücksichtigung der Zulassung verwenden

Generell gilt, dass feuerverzinkte Betonstähle wie unverzinkte Betonstähle zur Bewehrung von Stahlbeton nach Eurocode 2 unter Beachtung der Regeln der Zulassung verwendet werden dürfen. Besondere Auflagen, die bei Entwurf und Bemessung, bei der Ausführung und beim Feuerverzinken zu beachten sind, sind in der Zulassung aufgeführt. Zulassungsinhaber der abZ ist das Institut Feuerverzinken. Es sind ausschließlich vom DIBt autorisierte Feuerverzinkungsunternehmen zum Feuerverzinken von Betonstählen gemäß Z-1.4-165 berechtigt.

Auch weiterverarbeitete Bauprodukte wie Mattenkörbe dürfen jetzt verzinkt werden

Feuerverzinkt ausgeführt werden dürfen Betonstähle nach DIN 488-1, Betonstabstahl nach DIN 488-2, Betonstahl in Ringen (im gerichteten Zustand) nach DIN 488-3, Betonstahlmatten nach DIN 488-4, Betonstahl-Gitterträger nach DIN 488-5 sowie alle Betonstähle mit bauaufsichtlicher Zulassung. Erstmals können auch weiterverarbeitete Bauprodukte wie Mattenkörbe, Haken, Schlaufen oder Bügel feuerverzinkt werden. Hierfür liegt eine allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) vor.

Biegen vor dem Feuerverzinken möglich

Wie bereits erwähnt, ist das Biegen von Betonstahl vor dem Feuerverzinken grundsätzlich erlaubt, wenn die in der abZ angegebenen Biegerolldurchmesser berücksichtigt werden. Sollen abweichende Biegerolldurchmesser verwendet werden, so ist vor der Bauausführung ein Nachweis durch eine Verfahrensprüfung notwendig. Das Rückbiegen verzinkter Betonstähle ist unzulässig.



3

Expositions- klasse	Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen	Indikative Mindest- festigkeits- klasse	C _{min, dur}	ΔC _{dur, Zn} (ΔC _{dur, st})	C _{min, dur, Zn}
XC1	Trocken oder ständig nass	Beton in Gebäuden mit ge- ringer Luftfeuchte. Beton, der ständig in Wasser getaucht ist.	0	10	10	0*
XC2	Nass, selten trocken	Langzeitig wasserbenetzte Oberflächen; vielfach bei Gründungen	C25/30	20	10	10
XC3	Mäßige Feuchte	Beton in Gebäuden mit mäßi- ger oder hoher Luftfeuch- te; vor Regen geschützter Beton im Freien.	C30/37	20	10	10
XC4	Wechselnd nass und trocken	Wasserbenetzte Oberflä- chen, die nicht der Klasse XC2 zuzuordnen sind.	C35/45	25	10	15
XD1 - XD3	In den Expositionsklassen XD und XS bietet eine Feuerverzinkung ebenfalls einen zusätzlichen Schutz und einen Nutzungsdauerzugewinn. Eine Abminderung der Betondeckung für die Expositionsklassen XD und XS ist derzeit nicht möglich, da der Nutzungsdauerzugewinn nicht hinreichend quantifizierbar ist.					
XS1 - XS3						
*Die Abminderung um 10 mm führt hier rechnerisch zu keiner Betondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen. Die Mindestbetondeckung C _{min,b} zur Sicherstellung eines ausreichenden Verbundes ist einzuhalten.						
C_{min, dur}:	Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA					
ΔC_{dur, Zn}:	Abminderungswerte der Betondeckung bei Verwendung von feuerverzinkten Betonstahl					
C_{min, dur, Zn}:	Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung bei der Verwendung von feuerverzinktem Betonstahl					
ΔC_{dur, st}:	Abminderungswerte gemäß der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung					
C_{min,b}:	Mindestbetondeckung aus Verbundanforderung					

1 | Dauerhaft: Parkhausbau mit feuerverzinkter Skelettkonstruktion und feuerverzinkter Bewehrung.

2 | Die neue abZ/aBG für feuerverzinkte Betonstähle bietet zahlreiche Verbesserungen.

3 | Feuerverzinkte Betonstähle sind seit 1981 bauaufsichtlich zugelassen.

4 | In den Expositionsklassen XC1 bis XC4 ist bei Verwendung von feuerverzinktem Betonstahl eine Abminderung der Betondeckung möglich.

Bemessung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung

Bei der Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 ist bei nicht vorwiegend ruhender Belastung der Nachweis gegen Ermüdung mit einer um den Faktor 0,75 abgeminderten $\Delta\sigma_{Rsk}$ (bei Lastzyklen, Spannungsexponenten k_1 und k_2 bleiben unverändert) zu führen. Die Zulassung/Bauartgenehmigung eröffnet alternativ die Möglichkeit, eine nicht reduzierte Dauerschwingfestigkeit anzuwenden, wenn die Voraussetzungen hierfür, vor der Verwendung durch eine Verfahrensprüfung von einer akkreditierten Prüfstelle nachgewiesen wurde.

Die Mindestschichtdicke des Zinküberzuges muss 85 μm betragen. Ausbesserungen von Fehlstellen und Beschädigungen dürfen nur mit zugelassenen, nichtmetallischen Beschichtungsmitteln ausgeführt werden (Abb. 7). Informationen hierzu sind beim Institut Feuerverzinken GmbH (www.feuerzinken.com) erhältlich.

Kennzeichnung von verzinktem Betonstahl

Der verzinkte Betonstahl muss unmittelbar vom Verzinkungsbetrieb zum Verwenden (Baustelle, Biegebetrieb, Verwender) mit den nachfolgenden Angaben geliefert werden: Werkkennzeichen des Feuerverzinkungsunternehmens „FV + zweistellige Nummer“, Angaben des Lieferscheins vom Vormaterial (z.B. Betonstahlsorte, Nenn-durchmesser in mm, etc.), Angabe, ob eine Nachbehandlung durchgeführt wurde, Überwachungszeichen (siehe Allgemeine Bestimmungen).

Nur Beton mit Zement nach DIN EN 197-1

Feuerverzinkte Bewehrung darf nur in Beton mit Zement nach DIN EN 197-1 als Bindemittel verwendet werden. Die Verwendung von Betonzusatzmittel ist gestattet. Bei Verwendung mehrerer Betonzusatzmittel muss ein Nachweis zum ausreichenden Verbundverhalten geführt werden. Der Kontakt zwischen verzinkter und unverzinkter, nicht vorgespannter Bewehrung oder mit unverzinktem Baustahl nach DIN EN 10025-2 ist zulässig, wenn nur Punktberührung an Auflagerstellen und ausschließlich klimatisch bedingte Temperaturen vorliegen. Der Abstand zwischen Spanngliedern und verzinktem Betonstahl muss mindestens 2 cm betragen; metallische Verbindungen dürfen nicht bestehen. Der Kontakt mit nichtrostendem Stahl nach Z-30.3-6 oder Betonstahl B 500 NR ist zulässig.



5



5 | Gemäß der neuen Zulassung dürfen auch weiterverarbeitete Bauprodukte wie Mattenkörbe oder Bügel verzinkt werden.

6 | Das Feuerverzinken von Betonstahl darf nur von dazu autorisierten Verzinkereien durchgeführt werden.

7 | Das Produkt ReiColor ZX 20 ist zum Ausbessern von Fehlstellen und Beschädigungen an feuerverzinktem Betonstahl zugelassen.

8 | Das Biegen von Betonstahl vor dem Verzinken ist jetzt zulässig.

Nachbehandlung möglich

Für einige Anwendungen (z.B. Brückenkappen) empfiehlt sich zum Zwecke der Passivierung die Nachbehandlung der feuerverzinkten Betonstähle vor dem Betonieren. Diese Nachbehandlung minimiert evtl. auftretende Reaktionen in der Frischbetonphase, die in Abhängigkeit von der Betonzusammensetzung gegebenenfalls auftreten können. Die Nachbehandlung wird im Werk unmittelbar nach der Herstellung der Feuerverzinkung appliziert. Für die Nachbehandlung von feuerverzinkten Betonstählen dürfen nur zugelassene Produkte nach der Spezifikation IFG NB 2019 gemäß Zulassung Z-1.4-165 verwendet werden. Diese Spezifikation ist beim Institut Feuerverzinken hinterlegt. Sind bei der Ausführung zum Zwecke der Passivierung nachbehandelte feuerverzinkte Betonstähle vorgesehen, so ist dieses vom Auftraggeber bereits bei der Bestellung der Feuerverzinkung mit anzugeben.

DIN EN 10348-2 findet keine Anwendung in Deutschland

Im europäischen Normungsausschuss ECISS / TC104 /WG2 wurde über Jahre an einer europäischen Norm für feuerverzinkten Betonstahl gearbeitet. Im Februar 2019 ist die deutschsprachige Version der EN 10348-2 erschienen, die grundsätzliche Anforderungen an feuerverzinkten Betonstahl in Form von Erzeugnissen nach EN 10080, die zur Weiterverarbeitung bestimmt sind, festlegt. DIN EN 10348-2 ist allerdings keine harmonisierte Norm. Sie ist zudem nicht in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) gelistet und weicht in vielen Punkten von den nationalen Regelungen der gültigen Zulassung Z-1.4-165 ab. In Deutschland gilt für die Verwendung- bzw. Anwendung von feuerverzinkten Betonstählen ausschließlich die gültige Zulassung Z-1.4-165 in der aktuellen Ausgabe.



7



8



Die aktualisierte abZ sowie eine Liste autorisierter Feuerverzinkungsunternehmen, die zum Feuerverzinken von Betonstählen gemäß abZ-1.4-165 berechtigt sind ist unter www.feuerzinken.com/betonstahl zu finden. Unter dem gleichen Link kann ein White-Paper angefordert werden, das in übersichtlicher Form die Neuerungen der aktuellen abZ darstellt.

Impressum

Feuerverzinken – Internationale Fachzeitschrift der Branchenverbände in Deutschland, Großbritannien und Spanien.

Redaktion: Holger Glinde (Chefredakteur), Iqbal Johal

Verlag: Institut Feuerverzinken GmbH, Geschäftsführer: Mark Huckshold

Anschrift Redaktion, Verlag, Herausgeber: Mörsenbroicher Weg 200, 40470 Düsseldorf, Telefon: (02 11) 69 07 65-0, Telefax: (02 11) 69 07 65-28, E-Mail: info@feuerzinken.com, Internet: www.feuerzinken.com

Druckerei: Bösmann Medien und Druck GmbH & Co. KG, Ohmstraße 7, 32758 Detmold

Nachdruck nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung des Herausgebers



Architekten |

Cukrowicz Nachbaur Architekten

Fotos | *Andreas Praefcke (1, 4);*

Hanspeter Schiess (2, 3, 5)

Betonblüten mit PET-Flaschenmuster

Vorarlberg Museum mit feuerverzinktem Betonstahl bewehrt

Das Vorarlberg Museum in Bregenz zeichnet sich durch eine markante Fassade aus Weißbeton aus, der mit feuerverzinktem Stahl bewehrt wurde. Cukrowicz Nachbaur Architekten entwickelten mit dem Südtiroler Künstler Manfred Alois Mayr und dem Schweizer Architekten und Mathematiker Urs Beat Roth ein Fassadenrelief, das blütenartig wirkende PET-Flaschenböden als Ornamente verwendet.

Hierdurch wird in zeitgemäßer Weise der Idee des Vorarlberg Museums Rechnung getragen, das als Gedächtnis der Alltagskultur antike Gebrauchsgegenstände wie Schalen und Vasen ausstellt. Die Gestaltung der Fassade verbindet Vergangenheit und Gegenwart und schlägt die Brücke vom Handwerk der Römerzeit zur industriellen Produktion thermoplastischer Kunststoffflaschen. Insgesamt 16.656 einzelne Betonblüten aus 13 verschiedenen PET-Flaschenböden wurden über die Fassadenflächen des Museums gestreut.

Für die vorgehängte Fassade kam selbstverdichtender Ort beton zum Einsatz, der aus einer speziell entwickelten Rezeptur mit einem maximal möglichen Weißpigmentanteil besteht. 6 x 2 m große Matrizen aus Polyurethan, die mehrmals verwendet werden konnten, gaben der Fassade die Form. Um die Entstehung von Rostflecken durch Bewehrungskorrosion auf der Fassade während der Bauarbeiten und der Nutzungszeit dauerhaft ausschließen zu können, wurde feuerverzinkter Betonstahl zur Bewehrung der Fassade eingesetzt.

1 | *Betonblüten aus PET-Flaschenböden wurden über die Fassadenflächen „gestreut“.*

2 | *Feuerverzinkter Betonstahl wurde zur Bewehrung der Weißbeton-Fassade eingesetzt.*

3 | *Die Perfektion der Fassade setzt sich in den Innenräumen fort.*

4 | *Das Museum stellt als Gedächtnis der Alltagskultur antike Gebrauchsgegenstände aus.*

5 | *Mehrfach verwendbare 6 x 2 m Matrizen aus Polyurethan gaben der Fassade die Form.*



2



3



4



5



Sakrale Schönheit

Sichtbetonkirche mit feuerverzinkter Bewehrung in Neuhausen

In einem heterogenen Umfeld zwischen Wohn- und Industriebebauung sticht ein heller Kirchenbau hervor. Entworfen wurde er von dem Stuttgarter Architekten Stefan Pfäffle im Auftrag seiner Kirchengemeinde. Die Fassade des geometrisch klaren Baukörpers besteht aus strahlend weißem Sichtbeton, der mit feuerverzinktem Stahl bewehrt wurde.

Die Farbe Weiß dominiert den Sakralbau auch im Inneren. Weißer Gipsputz wurde für die Innenwände verwendet, für die weißen Böden kam Betonwerkstein zum Einsatz. Altar und Mobiliar bestehen aus lasierter Eiche und verbinden sich unaufdringlich mit der Kubatur des weißen Raumes. Aus konstruktiver Sicht ist die Kirche eine Stahlbetonkonstruktion mit einem zweischaligem Fassadenaufbau. Die Außenwände bestehen aus Ortbeton mit einer innenliegenden Schaumglas-Dämmung, die Decke wurde als Fertigteil-Spannbetondecke realisiert.

Die Strahlkraft der weißen Sichtbetonfassade wurde durch die Kombination von Weißzement und weißen Sanden und Gesteinskörnungen sowie Titandioxid erzielt, einem witterungsbeständigem Pigment, das zum Aufhellen von Farben verwendet wird. Damit während der Betonarbeiten als auch während der Nutzungsphase des Kirchenbaus an der Fassade die Entstehung von Rostflecken durch Bewehrungskorrosion sicher und dauerhaft ausgeschlossen werden konnte, wurde die Fassade mit feuerverzinktem Stahl bewehrt.

Architekt | *Stefan Pfäffle, Stuttgart*

Ingenieure | *tragwerkeplus*

Ingenieurgesellschaft, Reutlingen

Fotos | *HeidelbergCement AG/Steffen Fuchs*



2



3



4

1 | Sichtbetonkirche mit feuerverzinkter Bewehrung.

2 | Die Weißbetonfassade ist dauerhaft vor Bewehrungskorrosion geschützt.

3+4 | Lasierte Eichenelemente verbinden sich unaufdringlich mit dem weißen Raum.

Architekten |

Gruber + Popp, Berlin

Ingenieure | *sbp, Stuttgart*

Fotos | *Alexander Blumhoff,*

Berlin (1, 2, 4), sbp, Stuttgart (3)

1+4 | *Tragend und dämmend:*

Infraleichtbeton ermöglicht monolithische Bauweisen.

2 | *Infraleichtbeton spricht die Sinne*

an, da er sich weich und warm anfühlt.

3 | *Die geringere Dichte des*

Infraleichtbetons erfordert einen zusätzlichen Schutz, der durch feuerverzinkte Bewehrung erreicht wird.

Beton-oase

Infraleichtbeton mit feuerverzinkter Bewehrung

Umgeben von bis zu zwanziggeschossigen Wohnhochhäusern wurde in Berlin-Lichtenberg die sogenannte „Betonoase“ errichtet. Das innovative eingeschossige Gebäude ist ein Ersatzneubau für einen seit den 70er Jahren existierenden Jugendclub gleichen Namens und wird ebenfalls als Jugendclub sowie als Familienzentrum dienen.

Die neue Betonoase ist das erste öffentliche Gebäude, das mit Infraleichtbeton gebaut wurde. Das besondere an Infraleichtbeton sind seine technischen und haptischen Qualitäten. Mit einer Rohdichte von nur 700 kg/m³ exklusive Bewehrung wiegt er deutlich weniger als Normalbeton und bietet zudem hervorragende Dämm-Eigenschaften. So erfüllt die Betonoase mit ihren 50 Zentimeter dicken einschaligen Sichtbetonwänden den Passivhausstandard. Statt Schotter oder Kies werden für Infraleichtbeton leichtere Zuschläge wie Blähton oder Blähglas verwendet. Hierdurch wird der Beton leicht, porös und schließt viel Luft ein. Die Gewichtsreduktion schafft zwar Festigkeitseinbußen, die jedoch für den Geschosswohnungsbau vertretbar sind: Es wird eine Druckfestigkeitsklasse von LC8/9 oder mehr erreicht, die über den Werten einer Mauerwerkswand aus Porenbeton liegt. Infraleichtbeton ermöglicht als tragender und gleichzeitig wärmedämmender Beton monolithische Bauweisen und besitzt damit im Vergleich zu mehrschichtigen Wandaufbauten mit vorgeklebter Wärmedämmung als einzelner Werkstoff ein großes Nachhaltigkeitspotenzial. Zudem spricht Infraleichtbeton die Sinne an, da er sich weich und warm anfühlt.

Die von Gruber + Popp Architekten entworfene Betonoase wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Mike Schlaich, Lehrstuhl für Massivbau der TU Berlin und dem Ingenieurbüro schlaich bergemann partner realisiert. Da die Verwendung von Infraleichtbeton noch nicht durch entsprechende Normen definiert ist, war für die Umsetzung der Jugendeinrichtung eine sogenannte „Zustimmung im Einzelfall“ notwendig.

Die Bewehrung der Betonoase wurde feuerverzinkt ausgeführt, da hierdurch ein dauerhafter Schutz gegen Korrosion in Folge von Karbonatisierung entsteht. schlaich bergemann partner schreiben dazu: „Aufgrund der geringeren Dichte des neuartigen Betons im Vergleich zum Normalbeton ist nicht bekannt, wie tief das CO₂ der Luft in den Beton eindringen kann. Da dieser aber den Beton versäuert, bietet die Verzinkung einen sicheren Schutz der Bewehrung vor der Karbonatisierung.“





1



2



3



4

Infraleicht-Beton

Forschung für den Beton der Zukunft

Small House I mit verzinkter Bewehrung

Auf dem Campus der Technischen Universität Kaiserslautern wurde 2014 das erste von insgesamt fünf Experimentalhäusern fertiggestellt. Im Rahmen des sogenannten Small House Village-Projektes werden verschiedene Hochleistungsbaustoffe einem Praxistest unterzogen.

Small House I beschäftigt sich mit den praktischen Einsatzmöglichkeiten von Infraleichtbeton im Bauwesen und ist ein fachgebietsübergreifendes Kooperationsprojekt der Kaiserslauterner Professoren Wolfgang Breit und Jürgen Schnell. Der in Small House I verwendete Beton weist eine Trockenrohdichte unter 700 kg pro Kubikmeter auf. Die Bewehrung besteht aus feuerverzinktem Betonstahl. Ziel des Projektes ist es, eine neuartige Betonmischung zum praktischen Einsatz zu bringen, die hochwärmedämmenden Beton als Sichtbeton im bewitterten Außenbereich realisierbar macht. Die technischen Anforderungen an den eingesetzten Infraleichtbeton waren anspruchsvoll. Bei einer möglichst geringen Rohdichte müssen trotzdem hohe Ansprüche bezüglich der Festigkeit, des Wassereindringverhaltens und des Korrosionsschutzes erfüllt werden. In Bezug auf den eingesetzten Bewehrungsstahl entschied man sich deshalb für feuerverzinkten Betonstahl. Eine Feuerverzinkung stellt auch bei einer möglichen Abnahme des basischen Milieus der Zementmatrix des Leichtbetons in Kombination mit Feuchtigkeit einen dauerhaften Korrosionsschutz dar, so dass Bewehrungskorrosion langfristig ausgeschlossen werden kann.

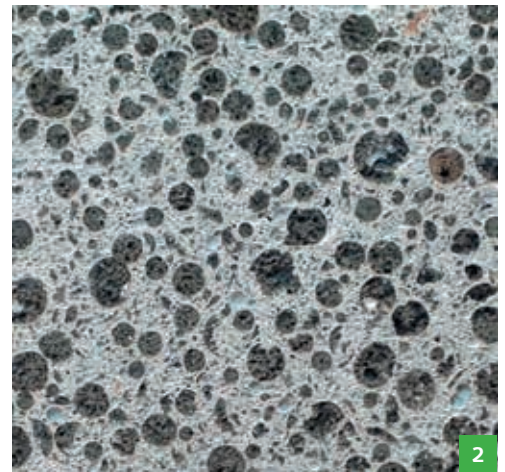


1

Geschosswohnungsbau mit Infraleichtbeton: Verzinkte Bewehrung am wirtschaftlichsten

Das vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) geförderte Projekt „Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau“ (INBIG) hat die architektonischen und baukonstruktiven Potentiale von Infraleichtbeton für den Geschosswohnungsbau erforscht. Unter Federführung der Berliner TU-Professoren Regine Leibinger und Mike Schlaich wurde auch die Dauerhaftigkeit von Infraleichtbeton untersucht.

Im Gegensatz zu Normalbeton kann Infraleichtbeton aufgrund seiner hohen Porosität das Eindringen von Wasser und Kohlenstoffdioxid nicht im gleichen Maße verhindern. Auch kommen für Infraleichtbeton Zemente und Zusatzstoffe zum Einsatz, die durch verringerten Eintrag und erhöhten Verbrauch von Alkalien den pH-Wert reduzieren. Dies führt zu einer Carbonatisierung, die um ein Vielfaches größer ist als bei Normalbeton. Damit das Problem der carbonatisierungsbedingten Bewehrungskorrosion ausgeschlossen werden kann, wird korrosionsbeständige Bewehrung empfohlen. Diesbezüglich können Glasfaserbewehrung, feuerverzinkte Stahlbewehrung, beschichtete Stahlbewehrung oder Edelstahlbewehrung verwendet werden. Die feuerverzinkte Bewehrung stellt hierbei die wirtschaftlichste Lösung dar. Auch wenn zu berücksichtigen ist, dass die Herstellungskosten abhängig von der Art und Menge der Bewehrung sind, kommen die Wissenschaftler zu folgendem Schluss: „Unter den korrosionsbeständigen Bewehrungen ist die verzinkte Stahlbewehrung mit Abstand am günstigsten, gefolgt von GFK. Als am teuersten ist Edelstahlbewehrung zu bewerten“.



2

1 | *Small House I mit verzinkter Bewehrung*

2 | *Schnitt durch einen Infraleichtbeton-Probekörper*

Foto | *TU Kaiserslautern (1), Schlaich Bergermann Partner (2)*

Umfassende Informationen zu feuerverzinktem Bewehrungsstahl, die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für feuerverzinkte Betonstähle sowie eine Übersicht autorisierter Verzinke-
reien bietet www.feuerverzinken.com/betonstahl



White Paper: „Feuerverzinkter Betonstahl“

Das White Paper gibt einen qualifizierten Überblick über die zahlreichen Verbesserungen der aktuellen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung für „Feuerverzinkten Betonstahl“ mit der Zulassungsnummer Z-1.4-165 für Planer und Verarbeiter.

Kostenlos bestellen: www.feuerverzinken.com/betonstahl

Feuerverzinkten Bewehrungsstahl fachgerecht planen und ausschreiben:

Feuerverzinkte Betonstähle unterliegen der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-1.4-165. Diese dürfen wie unverzinkte Betonstähle zur Bewehrung von Stahlbeton nach Eurocode 2 verwendet werden unter Beachtung der besonderen Bestimmungen für den Zulassungsgegenstand, den Anwendungsbereich, das Bauprodukt, den Entwurf, die Bemessung und die Ausführung. Details können der AbZ Z-1.4-165 unter www.feuerverzinken.com/abz-betonstahl entnommen werden.

Musterausschreibungstext „Feuerverzinkter Betonstahl“

1. Feuerverzinkter Betonstahl gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-1.4-165 „Feuerverzinkte Betonstähle“, Ausgabe 06.12.2018 mit Geltungsdauer ab 01.01.2019.
2. Das Feuerverzinkungsunternehmen muss über ein gültiges Übereinstimmungszertifikat (Ü-Zeichen) für dieses Bauprodukt verfügen.



Dauerhafte Platzgestaltung

Weißbeton mit feuerverzinkter Bewehrung

Die heutige Merck KGaA ist das älteste pharmazeutische Unternehmen der Welt. Der Platz vor dem Merck Innovationszentrum, nach dem Gründer Emanuel Merck benannt, soll als öffentliches Forum des global tätigen Unternehmens mit Hauptsitz in Darmstadt dienen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurde er entsprechend aufwändig und dauerhaft gestaltet.

Aus dem Boden ragende, geschwungene Pflanzinseln und ein strahlend heller Beton-Belag geben dem Platz eine edel wirkende Schlichtheit. Das auf Basis von Dyckerhoff WEISS hergestellte Betonbodensystem wurde im Fahrmischer auf die Baustelle transportiert und nach dem Erhärten vor Ort geschliffen und veredelt. Wie eine Decke legt sich der Belag über das



- 1 | *Die geschwungenen Pflanzinseln und der strahlende Weißbeton-Belag geben dem Platz eine edel wirkende Schlichtheit.*
- 2 | *Das Betonbodensystem wurde nach dem Erhärten vor Ort geschliffen und veredelt.*
- 3 | *Zur Vermeidung von Bewehrungskorrosion wurde die oberste Lage der Bewehrung feuerverzinkt ausgeführt.*

Architekten | Henn

Landschaftsarchitekten |
TOPOTEK 1

Fotos | HGEsch (1, 2),
Dyckerhoff (3)

geschwungene Profil des Platzes, reflektiert im Sommer die Strahlung und heizt sich nicht auf. Aufgrund des geschwungenen Bodenprofils kommt der Bewehrung eine zentrale Bedeutung zu, die Belastungen durch Bewehrungskorrosion in Form von Karbonatisierung gemäß Expositionsklasse XC4 und durch Chloride gemäß Expositionsklasse XD3 ausgesetzt ist. Da bereits kleinste, rostbraune Korrosionsflecken das Erscheinungsbild des Betonbelages stark beeinträchtigen würden, wurde zur Vermeidung von Bewehrungskorrosion die oberste Lage der Bewehrung feuerverzinkt ausgeführt. Durch Feuerverzinken des Bewehrungsstahls wird Bewehrungskorrosion durch Carbonatisierung vermieden sowie die Widerstandsfähigkeit der Bewehrung gegen Chloride verbessert. Bei einer Aufbauhöhe von 25 cm wurden auf dem 3.000 qm großen Areal rund 800 Kubikmeter Weißbeton der Festigkeitsklasse C 30/37 verbaut. Die durch die Verwendung des weißen Zements ohnehin helle Optik wurde durch entsprechende Gesteinskörnungen noch strahlender. Weitere Zuschlagsstoffe wie Titandioxid gehörten ebenfalls zur Betonrezeptur. Aufgrund der runden Böschungen der Pflanzbeete war die nachfolgende Oberflächenbearbeitung aufwändig und musste zum Teil per Hand erfolgen. Die begangenen Flächen wurden maschinell gefräst. Die Rundungen an den Pflanzbeeten wurden in vier Arbeitsschritten geschliffen, gespachtelt und anschließend feingeschliffen. Um Anhaftungen von Schmutz durch Reifen- oder Schuhabrieb zu erschweren und das Reinigen zu erleichtern, wurde final ein Oberflächenschutzsystem aufgebracht.



2



3



1

Citytunnel Station Wilhelm-Leuschner-Platz

Feuerverzinkte Bewehrung schützt bei geringer Betondeckung

Streng geometrisch wirkt sie, reduziert minimalistisch, geprägt vom Rationalismus und rechten Winkel. Wer die Station Wilhelm-Leuschner-Platz des neuen Leipziger Citytunnels betritt, erkennt sofort die Handschrift des Architekten Max Dudler, der die Station entworfen hat.

Im Gegensatz dazu muss man eher hellseherische Fähigkeiten besitzen, um auf die Verwendung von feuerverzinktem Stahl zu schließen, der als Fassadenunterkonstruktion und zur Bewehrung der Fassadenbekleidung eingesetzt wurde. Die Station Wilhelm-Leuschner-Platz ist eine von vier Stationen entlang des 1,4 km langen Leipziger Citytunnels, der 2013 eröffnet wurde. Sie erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung unter dem Martin-Luther-Ring bis zur Mitte des Wilhelm-Leuschner-Platzes. Der Inselbahnsteig der Station Wilhelm-Leuschner-Platz ist 140 Meter lang und liegt rund 20 Meter unter der Oberfläche. Das Innere der Station ist durch Glasbausteinelemente geprägt, die von hinten beleuchtet werden. Hierdurch entsteht ein Eindruck von Tageslicht.

Glasbausteinfassade mit feuerverzinkter Bewehrung

Insgesamt 130.000 Glasbausteine in 900 Rahmenkonstruktionen wurden in der Station an Wänden und Decke verbaut. Die Glasziegel sind in ein filigranes Gitterwerk aus Sichtbeton eingefügt. Da die Betondeckung dieser Fassadenelemente lediglich maximal 2 Zentimeter beträgt, wurde feuerverzinkter Bewehrungsstahl verwendet um langfristig Korrosionsschäden sowie mögliche optische Beeinträchtigungen durch Rostflecken zu vermeiden. In der Fassadenbekleidung wurden rund 75 Tonnen feuerverzinkter Bewehrungsstahl verbaut.

1 + 2 | *Feuerverzinkt ausgeführt:
Fassadenunterkonstruktion und
Bewehrung der Glasbaustein-
fassade*

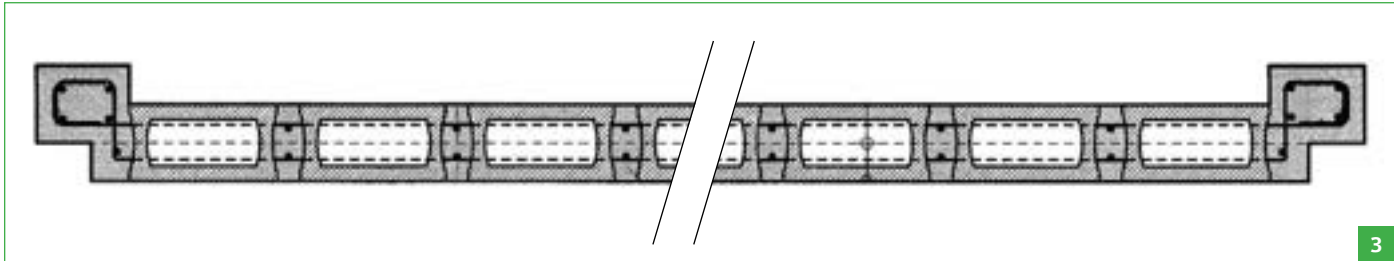
3 | *Schnittzeichnung eines
Wandelementes der Fassade.*

4 | *Mit feuerverzinkter Bewehrung:
Wand- und Deckenelemente der
Fassade.*

5 | *Ein feuerverzinktes Stahlskelett
trägt die Glasbaustein-Module
der Fassade.*



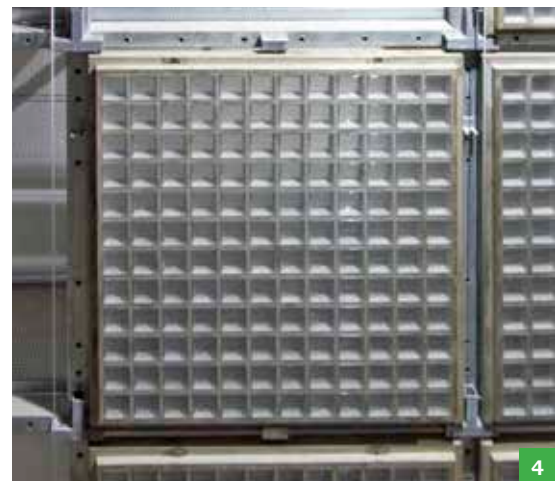
2



3

Feuerverzinkte Fassadenunterkonstruktion

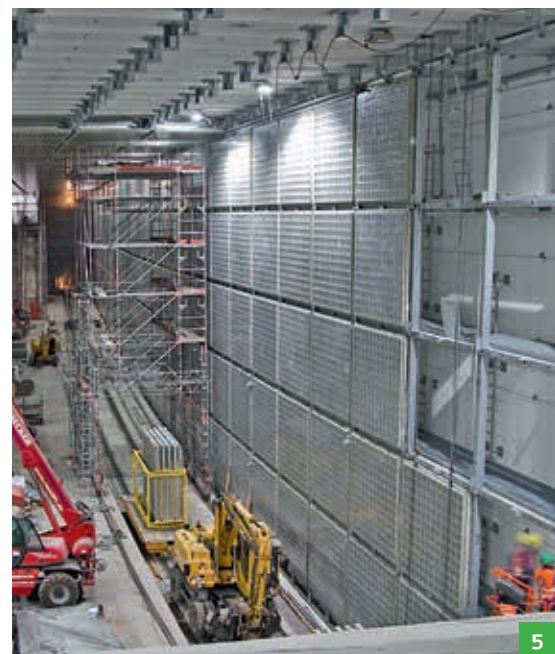
Die 900 Module der Glasbausteinfassade mit einem Eigengewicht von je 1,5 Tonnen werden von einer feuerverzinkten Stahlunterkonstruktion gehalten. Während die Glasbaustein-Module von der Decke mittels feuerverzinkter „Abstandshalter“ abgehängt wurden, werden die Wandelemente der Fassade durch ein feuerverzinktes Stahlskelett getragen. Um die 700 Lichtquellen der hinterleuchteten Fassade während der Nutzungszeit einfach warten zu können, wurden vier Laufebenen aus feuerverzinkten Gitterrosten zwischen Tunnelwand und Skelettkonstruktion integriert. Feuerverzinkter Stahl wird aufgrund seiner Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit zunehmend als Werkstoff im Fassadenbau eingesetzt. Gemäß der Fassadenorm DIN 18516-1 darf er sowohl für die Tragkonstruktion, die Fassadenbekleidung als auch für Verbindungs- und Befestigungselemente verwendet werden.



4

Fazit:

Feuerverzinkter Stahl leistet als Bewehrung und Unterkonstruktion einen nicht sichtbaren Beitrag zur Dauerhaftigkeit der Fassade der Citytunnel-Station „Wilhelm-Leuschner-Platz“.



5

Architekt | Max Dudler, Berlin

Fotos | Deutsche Bahn AG/Martin Jähnichen (1, 2);
Freistaat Sachsen/ DB AG (4, 5)

Chloridbelastete Betonkonstruktionen

Feuerverzinken verhindert Bewehrungskorrosion durch Meer- und Tausalze



1



2



3

Durch die Verwendung feuerverzinkter Betonstähle wird die Dauerhaftigkeit von chloridbelasteten Konstruktionen und Bauteilen deutlich verbessert. Hierzu gehören in besonderem Maße maritime Bauwerke sowie Bauten die unmittelbar oder in Form von Sprühnebel und Spritzwasser durch Tausalze belastet werden (Tabelle 1).

Schäden an unverzinkten Stahlbetonteilen sind im Straßenbild allgegenwärtig und insbesondere an Brückenbauwerken, Stützmauern an Straßen und Gebäuden für den ruhenden Verkehr zu beobachten. Eine Sanierung derartiger Schäden ist zumeist aufwändig oder sogar technisch nicht immer möglich.

Abhängig von der jeweiligen Chloridbelastung kann durch Feuerverzinken Bewehrungskorrosion an chloridbelasteten Bauteilen verhindert bzw. erheblich verzögert werden. Weitere einflussnehmende Faktoren sind neben dem Chloridgehalt die Dauer der Durchfeuchtung der Bauteile mit chloridhaltigem Wasser sowie die Ab- und Auswaschung von Chloriden durch Beregnung oder Reinigung. Bei tausalzbelasteten Bauteilen spielt die Zusammensetzung des Auftausalzes im Hinblick auf die Chloridbelastung keine Rolle.



4

1 | *Bewehrungskorrosion auf der Fahrbahndecke eines Parkhauses.*

2 | *Bewehrungskorrosion an einer Autobahnbrücke der A661.
(Foto: Karl-Heinz Wellmann)*

3 | *Bewehrungskorrosion im Treppenbereich einer Fußgängerbrücke.*

4 | *Bewehrungskorrosion an einer Steganlage.*

Expositionsklassen XD und XS nach Eurocode 2 (EN 1992)		
Expositionsklasse	Umgebungsbedingung	Beispiele für die Zuordnung (informativ) nach nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA [2011-01]
XD: Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
XD1	Mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen
XD2	Nass, selten trocken	Schwimmbecken, Bauteile, die chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt sind
XD3	Wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken, Fahrbahndecken, Parkdecks
XS: Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser		
XS1	Salzhaltige Luft, kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
XS2	Unter Wasser	Bauteile in Hafenbecken, die ständig unter Wasser liegen
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen

 Hier ist feuerverzinkter Betonstahl sinnvoll.

Tabelle 1 | Expositionsklassen XD und XS nach Eurocode 2 (EN 1992): Durch Feuerverzinken wird chloridbelasteter Bewehrungsstahl vor Korrosion geschützt.

Parkbauten

wirtschaftlicher ausführen

Feuerverzinkte Bewehrung für den ruhenden Verkehr

Stahlbeton im Parkhausbau ist hochkorrosiven Zusatzbelastungen ausgesetzt. Dies gilt sowohl für Parkhäuser in Stahlbauweise, deren Decken zumeist in Beton ausgeführt werden sowie für reine Stahlbetonkonstruktionen. Regen und Schnee, die durch Fahrzeuge in das Parkhaus eingeschleppt werden, sorgen für eine regelmäßige, starke Befeuchtung. Regen und Schnee vermischen sich mit an den Fahrzeugen anhaftenden Verschmutzungen wie Ölresten und enthalten im Winter nicht selten aggressiv wirkende Tausalze, die für Chloridbelastungen sorgen. Besonders korrosionsgefährdet sind die Betondecken sowie die Verbindungs- und Übergangsbereiche der Betondecken, da auch hier der Kontakt mit dem hochkorrosiven Feuchtigkeitsmix unvermeidbar ist. Wie aggressiv diese Mischung wirkt, zeigen typische Schadensbilder aus Parkhäusern, an denen korrosionsbelasteter Stahlbeton unverzinkt zum Einsatz kam. Bereits nach wenigen Jahren zeigen sich kostspielige und oft schwer sanierbare Korrosionsschäden.



Korrosion ist nicht nur aus statisch-konstruktiven Gründen für den Betreiber eines Parkhauses ein großes Problem. Mit Sanierungen sind nämlich neben unnötigen Kosten, auch Einnahme- bzw. Betriebsausfälle verbunden. Marode Betonoberflächen wirken zudem unästhetisch und imageschädigend. An parkenden Fahrzeugen kann abtropfendes Rostwasser außerdem kostspielige Lackschäden verursachen. Dies gilt in besonderem Maße für Parkhäuser in denen Fahrzeuge über längere Zeiträume stehen, beispielsweise Flughafen- oder Firmenparkhäuser. Die Verwendung von feuerverzinktem Bewehrungsstahl gewährleistet im Parkhausbau deutlich längere Standzeiten und verbessert somit die Wirtschaftlichkeit eines Parkhauses.

1 | *Parkhaus-Decke mit
feuerverzinkter Bewehrung.*



Aldi-Parkhäuser in Mülheim

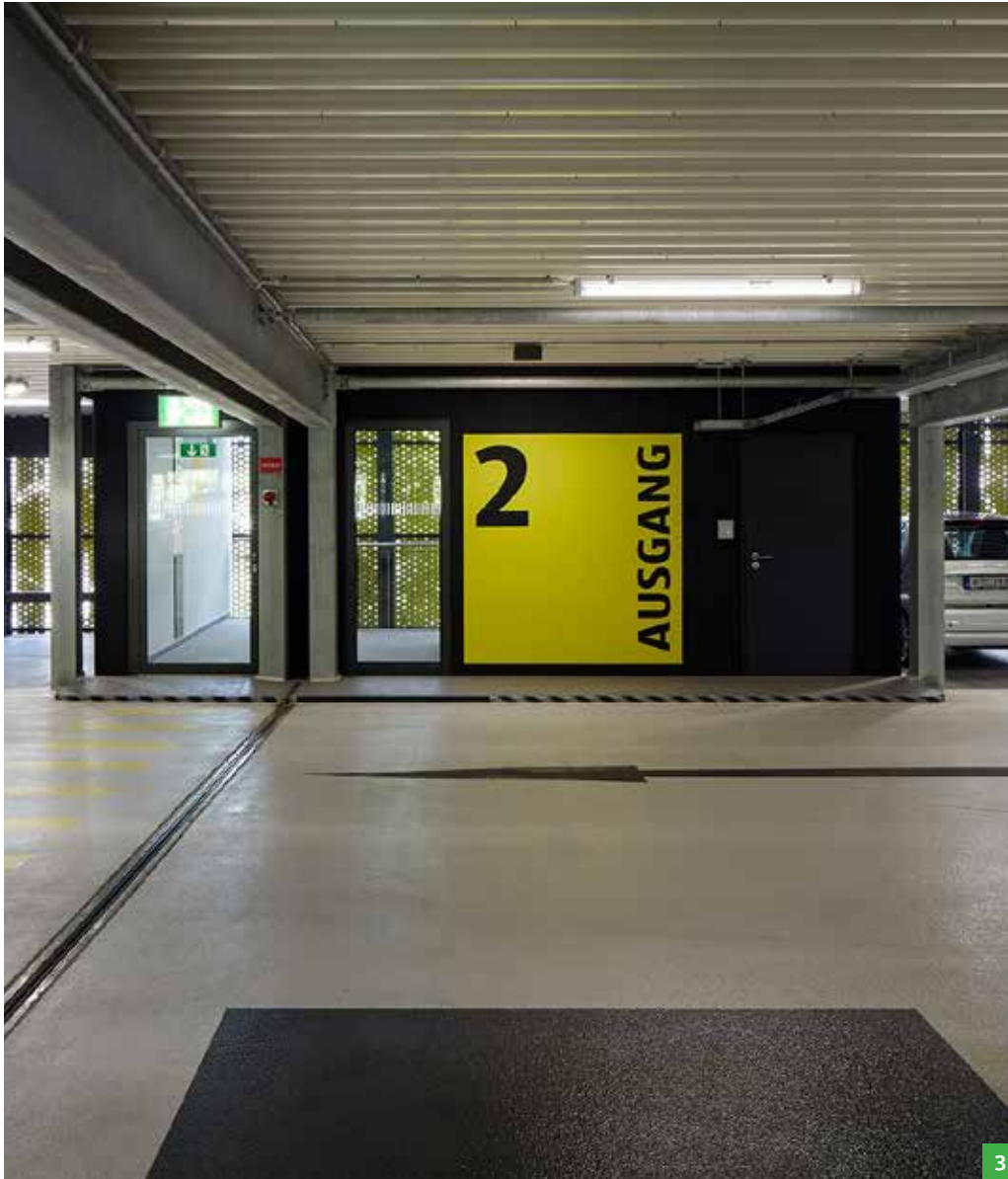
Betonverbunddecken mit feuerverzinkter Bewehrung



Aldi Süd legt als Bauherr großen Wert auf **Solidität und Nachhaltigkeit**. Dies zeigt sich an zwei Großparkhäusern, die **Koschany + Zimmer Architekten** für den Discounter-Konzern geplant und realisiert haben. Auf dem Areal der Hauptverwaltung in Mülheim entstand das sogenannte **Waldparkhaus** mit **954 Stellplätzen** und an einem zweiten Standort in Mülheim wurde auf den Gelände des Dienstleistungszentrums von **Aldi Süd** ein Parkhaus mit **350 Stellplätzen** und angegliedertem **Techniktrakt** errichtet.

Die beiden LEED-zertifizierten Parkhäuser wurden als feuerverzinkte Stahlkonstruktion mit Betonverbunddecken ausgeführt. Dabei wurde seitens des Bauherrn besonderer Wert auf die Langlebigkeit der Gebäude gelegt. Um schädigende Einflüsse durch Tausalz-Einträge zu verhindern, wurde feuerverzinkter Bewehrungsstahl für die Betonverbunddecken verwendet, der bei Belastungen durch Carbonatisierung und bei Beanspruchung durch Chloride deutliche Vorteile gegenüber unverzinkten Betonstählen bietet.

- 1 | *Stahlskelett und Deckenbewehrung feuerverzinkt: Die Aldi Parkhäuser in Mülheim*
- 2 | *Das Waldparkhaus auf dem Areal der Aldi Hauptverwaltung hat 954 Stellplätze.*
- 3 | *Feuerverzinkte Bewehrung bietet Schutz gegen schädigende Einflüsse durch Tausalzeinträge.*
- 4 | *Vor dem Betonieren: Die feuerverzinkte Deckenbewehrung des Parkhauses auf dem Gelände des Dienstleistungszentrums.*



Als weitere unterstützende Maßnahmen wurden die Feldbreiten zur Verminderung der Rissbreiten verkleinert und zusätzlich die Betondeckung erhöht. Als Finish kam ein OS 11 Beschichtungssystem zum Einsatz, das über eine erhöhte Rissüberbrückungsfähigkeit verfügt. Ziel dieser Maßnahmen war, dass selbst bei Ungenauigkeiten in der Ausführung oder späterer Abnutzung genügend Sicherheiten vorhanden sind, um Zerstörungen und eine mögliche Komplettsanierung der Parkhausdecken auszuschließen, da hierdurch die Betriebsabläufe an den beiden Standorten zum Erliegen gebracht würden.



Architekten | *Koschany + Zimmer, Essen*

Fotos | *Lioba Schneider Architektur fotografie (1, 2, 3), Koschany + Zimmer Architekten (4)*



Wegweisend bewehrt

Feuerverzinkte Stahl-Verbund-Brücke in Kanada

1

Die in Stahlverbund-Bauweise realisierte Stoneham-Brücke ist eine Bogenbrücke und zeichnet sich nicht nur durch eine herausragende architektonische und konstruktive Qualität aus, sondern auch durch eine wegweisende Verwendung von feuerverzinktem Stahl. Sowohl das Stahltragwerk der Brücke als auch der Bewehrungsstahl der Betonbögen und der Fahrbahn wurden feuerverzinkt ausgeführt.

Beim Entwurf der Brückenkonstruktion schied eine Lösung mit einem Mittelpfeiler aus Sicherheitsgründen aus, da die Brücke den neuen Highway 73 bei Quebec in Kanada in einem ungewöhnlichen Winkel von 49 Grad queren musste. Ein Mittelpfeiler hätte zudem ergänzende Maßnahmen wie den Bau von zusätzlichen 600 Metern Schutzplanken erfordert. Die Ingenieure von CIMA+ entschieden sich für eine Brücke aus zwei Parallelbögen, die bis zu 20 Meter über den Highway 73 ragen. Die in Beton ausgeführten Bögen haben an den Auflagern eine Breite von 1500 mm und eine Höhe von 2400 mm und verjüngen sich nach oben jeweils auf die Hälfte. Die Spannweite der Brücke beträgt 68,5 Meter, die Gesamtbreite einschließlich Bögen und Überhängen 18,5 Meter. 34 Stahlseile mit einem Durchmesser von 48 mm sind über integrierte Ankerplatten in den Beton-Bögen mit dem Stahltragwerk der Fahrbahn



2



3



4

verbunden. Die Querträger des Stahltragwerkes bilden dabei das Rückgrat der Brücke. Dies ist eine ungewöhnliche Konstruktionsweise. In der Regel übernehmen die Längsträger diese Funktion.

Die Stoneham-Brücke wurde für eine Nutzungsdauer von mindestens 75 Jahren geplant, wobei Instandhaltungsmaßnahmen nur auf den Ersatz von „Verschleißteilen“ wie dem Fahrbelag reduziert werden sollen. Da schneereiche, lange Winter mit Minusgraden über einen Zeitraum von 5 Monaten das Klima der Region Quebec prägen, ist die Brücke vor allem starken Tausalzeinflüssen ausgesetzt. Aus diesem Grund wurde der Korrosionsschutz durch Feuerverzinken sowohl für das Stahltragwerk der Brücke und für den Bewehrungsstahl der Betonbögen und der Fahrbahn eingesetzt. Im Gegensatz zu Beschichtungen, die in der Regel nach 25 bis 30 Jahren instandgesetzt werden müssen, bietet eine Feuerverzinkung über die gesamte Nutzungsdauer einen wartungsfreien Schutz.

Architekten | Lemay & Associés

Ingenieure | CIMA+

Fotos | American Galvanizers (1,2,3), Stéphane Groleau (4)

1 | *Das Stahl-Tragwerk der Stoneham-Brücke bei Quebec ist feuerverzinkt ausgeführt.*

2 | *Feuerverzinkter Bewehrungsstahl macht die Fahrbahn dauerhaft.*

3 | *Ebenfalls feuerverzinkt: Die Bewehrung der Betonbögen der Stoneham-Brücke.*

4 | *Aufgrund der langen Winter ist die Brücke starken Tausalzeinflüssen ausgesetzt.*

Stahl- und Verbundbrücken auch in Deutschland verzinkbar

Stahl- und Verbundbrücken dürfen auch in Deutschland feuerverzinkt werden. Wissenschaftliche Untersuchungen ergaben nämlich, dass die Feuerverzinkung auch für den Einsatz an zyklisch belasteten Brückenbauteilen geeignet ist, wenn bestimmte Konstruktions- und Ausführungsaspekte berücksichtigt werden und dass unter den in Deutschland herrschenden Klimabedingungen durch Feuerverzinken eine Korrosionsschutzdauer von 100 Jahren ohne Wartung erreichbar ist. Mehr Infos unter www.feuerzinken.com/bruecken



Maritime Betonbauten schützen

Bewehrungskorrosion durch Meerwasser und Seeluft verhindern

1

In maritimen Bereichen können Chloride durch Meerwasser oder durch salzhaltige Seeluft in den Beton gelangen. Somit besteht die Gefahr von chlorid-induzierter Korrosion des Bewehrungsstahls nicht nur für Bauten und Konstruktionen die unmittelbar mit Meerwasser in Kontakt kommen. Auch Außenbauteile aus Beton in Küstennähe unterliegen einer erhöhten Gefahr von Bewehrungskorrosion (Abb. 2), so dass auch hier zusätzliche Korrosionsschutzmaßnahmen durch die Verwendung feuerverzinkter Bewehrung sinnvoll sind. Hohen und sehr hohen Korrosionsbelastungen durch Chloride unterliegen Betonbauteile und -konstruktionen, die beispielsweise in Tidebereichen liegen oder Spritzwasser und Sprühnebel ausgesetzt sind. Hierzu zählen unter anderem Hafenbauwerke wie Kaimauern, Piere, Molen, Wellenbrecher, Stützen von Stegen, Anleger oder maritime Brückenbauwerke. Auch für diese Anwendungsbereiche hat sich feuerverzinkter Bewehrungsstahl vielfach und sehr gut bewährt.



2

1 | Partiell mit feuerverzinktem Stahl bewehrt: Saint-Nazaire-Brücke an der Atlantikküste Frankreichs.

2 | Bewehrungskorrosion an der Zugangstreppe einer Fußgängerbrücke in Nordseennähe nach 30 Jahren Standzeit.

Langzeiterfahrungen

Langzeituntersuchungen beweisen den hochwirksamen Schutz der Feuerverzinkung an chloridbelasteten Bauwerken. Messungen an Betonbrücken zeigten, dass der verwendete feuerverzinkte Bewehrungsstahl nach 26 bis 29 Jahren Nutzungsdauer noch immer hohe Zinkschichtdicken aufwies, die zwischen 155 und 236 Mikrometer betrugen (Tabelle unten). Die untersuchten Brücken waren regelmäßig Tau-salzen bzw. Salzeinflüssen durch unmittelbare Meeresnähe ausgesetzt.

Brücke und Ort	Erbaut Jahr	Inspektion Jahr	Chloride lb/y3	Zinkschicht-dicke µm
Boca Chica Brücke, Florida	1972	1999	3,21	170
Tioga Brücke, Pennsylvania	1974	2001	2,23	198
Curtis Road Brücke, Michigan	1976	2002	6,88	155
Spring Street Brücke, Vermont	1971	2002	4,17	191
Evaston Interchange, Wyoming	1975	2002	2,55	236

Chlorid- und Schichtdickenmessungen an Beton-Brückenbauwerken mit feuerverzinktem Bewehrungsstahl in den USA.

(Quelle: IZA, International Zinc Association)

Foto | Ludovic PÇron (1)

Referenzprojekte



Royal National Theatre, London

Die britische Brutalismus-Ikone wurde 1977 eröffnet und mit mehr als 1000 Tonnen feuerverzinktem Stahl bewehrt.

Architekten | *Sir Denys Lasdun und Peter Soffley*

Foto | *Aurelien Guichard*

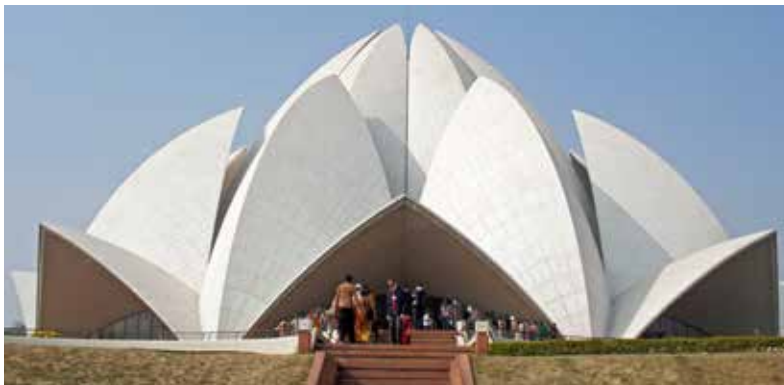


Neues Museum, Nürnberg

Die Weißbeton-Deckenkonstruktion des Neuen Museums Nürnberg wurde mit feuerverzinkter Bewehrung ausgeführt.

Architekten | *Staab Architekten*

Foto | *Pirkheimer*



Baha'i Tempel bei Neu Dehli

Das einer Lotusblüte nachempfundene Dach des Tempels wurde mit 300 Tonnen feuerverzinktem Stahl bewehrt.

Architekt | *Fariborz Sahba*

Foto | *Paasikivi*



Bundeskanzleramt, Berlin

Die Sichtbetonfassade des Bundeskanzleramtes wurde mit feuerverzinktem Stahl bewehrt.

Architekten | *Axel Schultes, Berlin und Charlotte Frank, Berlin*

Foto | *Ansgar Koreng*

Ikone

mit feuerverzinkter Bewehrung

Oper in Sydney



Das von dem dänischen Architekten und Pritzker-Preisträger Jørn Utzon entworfene Opernhaus in Sydney gehört zu den globalen Architektur-Ikonen. An dem 1973 fertiggestellten Gebäude kam auch feuerverzinkter Bewehrungsstahl zum Einsatz. Trotz unmittelbarer Pazifiknähe weisen die Bereiche des Opernhauses, an denen feuerverzinkte Bewehrung zum Einsatz kam auch nach mehr als 40 Jahren keinerlei Bewehrungskorrosion auf.

Foto | Jack Atley