



Ihr Stahl in guten Händen.



© Lev Kropotov; stock.adobe.com



© agnormark; stock.adobe.com

einfach
persönlich
direkt

Fachinformationen zum Thema

Feuerverzinkter Betonstahl

nach der allgemeinen bauaufsichtlichen
Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung
Z-1.4-165

Betonstahl feuerverzinken? Wozu das denn?



Beton ist ein Werkstoff mit Jahrtausende währender Geschichte. Bereits in der Antike setzen die Römer das *Opus caementitium* für die Errichtung spektakulärer Bauwerke ein, die z. T. heute noch stehen. Unbewehrter Beton hat allerdings einen entscheidenden Nachteil: Im Vergleich zu seiner hohen Druckfestigkeit können nur sehr begrenzt Zuglasten aufgenommen werden.

Hier kommt nun Stahlbeton ins Spiel: Eingelegter Armierungsstahl verleiht dem Beton die Fähigkeit, angelegten Zugspannungen im gleichen Maß zu widerstehen wie den Druckspannungen.

Stahlbeton als leistungsfähiger Verbundwerkstoff ist daher aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Mit über 64 Millionen verbauten Kubikmetern pro Jahr ist Stahlbeton der in Deutschland meistverwendete Baustoff. Von 43 Millionen Tonnen des in Deutschland produzierten Stahls werden 5,2 Millionen Tonnen zu Baustahl verarbeitet^[1].

In der Regel wird der Betonstahl im Rohzustand, d. h. ohne zusätzliche Korrosionsschutzmaßnahmen verarbeitet.

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Stahlbeton>

a Antiker Beton im Einsatz: Das Aquädukt von Segovia wurde im ersten nachchristlichen Jahrhundert errichtet. Das Bauwerk war bis 1974 in Betrieb.



b Beton mit Armierungsmatten aus unverzinktem Betonstahl.



c Ohne Stahlbeton undenkbar: Infrastrukturprojekte jedweder Größenordnung.



d Eine zusätzliche Herausforderung bei Brückenbauwerken, Parkhäusern u. a.: Die hohe Chlorid-Belastung durch Tausalz.

Durch die alkalische Umgebung im Beton bei pH-Werten zwischen 10 und 13,8 wird der eingelegte Betonstahl geschützt. Diese sogenannte „Selbstpassivierung“ sorgt dafür, dass der Betonstahl nicht korrodiert.

Wozu also Betonstahl feuerverzinken? Etwas anders sieht es aus, wenn man die lange Nutzungsdauer eines Stahlbetonbauwerkes betrachtet: Betonkonstruktionen sind aufgrund der Schwindvorgänge beim Aushärten des Betons grundsätzlich mit Mikrorissen versehen, auch wenn dies in der Regel nur sehr feine Anrisse sind. Insofern kann das Eindringen von Flüssigkeiten in den Beton nicht vollständig unterbunden werden. Durch Umwelteinflüsse wird über Jahrzehnte die Alkalität der den Betonstahl umgebenden Betonmatrix abgesenkt. Durch die Carbonatisierung fallen die pH-Werte eingedrungener Flüssigkeiten und führen an der Stahloberfläche zur Korrosion des Betonstahls.



© Iuliia Sokolovska; stock.adobe.com

e Alles im Fluss: Eine funktionierende Infrastruktur ist für uns alle unerlässlich. Insbesondere Brückenbauwerke sollen über viele Jahrzehnte zuverlässig ihren Dienst tun. Kann aber so ein Bauwerk wegen Korrosionsschäden nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr genutzt werden, sind auch die Folgen für die Wirtschaft beträchtlich!



© gornostaj; stock.adobe.com



© Lev Kropotov; stock.adobe.com

f g : Insbesondere bei Brückenbauwerken kann durch den Einsatz feuerverzinkter Betonstähle eine mehr als doppelte Standzeit erwartet werden.

10 Vorteile beim Feuerverzinken von Betonstahl



Das Feuerverzinken bietet eine Reihe deutlicher Vorteile, die andere Korrosionsschutzsysteme kaum zu bieten vermögen. Aus diesem Grunde wird die Feuerverzinkung im Stahl- und Metallbaugewerbe besonders geschätzt. Im Gegensatz dazu sind im Baugewerbe die Vorteile feuerverzinkter Betonstähle kaum bekannt. Hier fassen wir alle relevanten Vorteile, die für den Einsatz feuerverzinkter Betonstähle sprechen, einmal zusammen:

1 Zuverlässig

Der Zinküberzug bietet einen zuverlässigen Korrosionsschutz, der über die durch die Alkalität des Betons vermittelte Selbstpassivierung des Betonstahls hinausreicht.

2 Langlebig

Der Einsatz feuerverzinkten Betonstahls verlängert die Standzeit der damit armierten Bauwerke beträchtlich: Es ist von einem Faktor des 2 – 2,5-fachen auszugehen.

3 Widerstandsfähig

Durch das Eintauchen des Betonstahls in ein schmelzflüssiges Zinkbad entsteht durch metallurgische Reaktion des Zinks mit dem Stahl ein metallischer Überzug, der mit dem Stahl fest verbunden ist.

4 Preiswert

Die Feuerverzinkung kann als industrielles Verfahren sehr zuverlässig und wirtschaftlich durchgeführt werden.

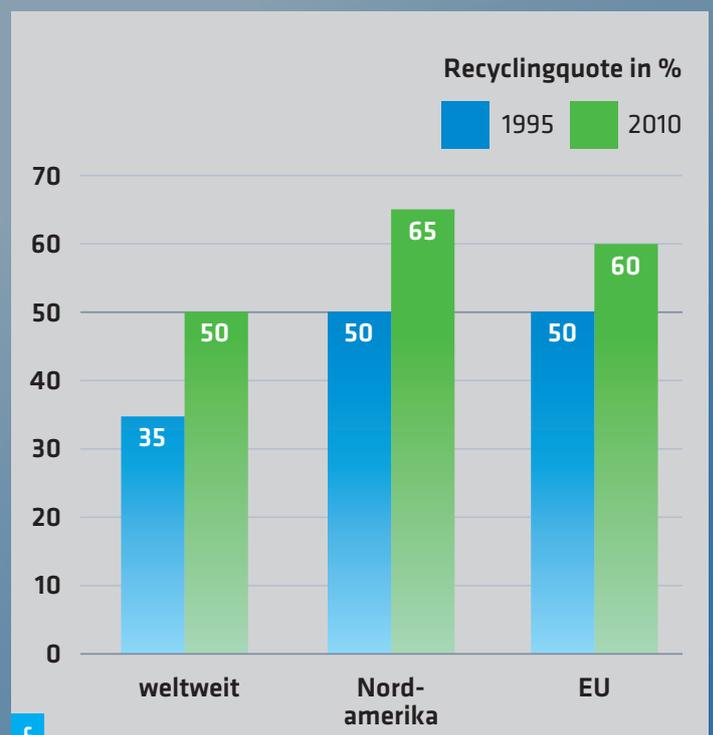
5 Kathodischer Schutz

Gelangen über Mikrorisse in der Betonmatrix doch einmal Feuchtigkeit und Chloride (z. B. aus Taumitteln) an den Betonstahl, so ist dieser auch dann noch geschützt, wenn der Zinküberzug dabei mit beschädigt wird. Das unedlere Zink verhindert in feuchter Umgebung die Korrosion des Stahls.

a Feuerverzinken gehört zu den preiswertesten Korrosionsschutzverfahren.

b Bleibt einem mit feuerverzinktem Betonstahl erspart: Ärger mit rostenden Armierungen.

c Die Recyclingquote für Primärzink nimmt weltweit kontinuierlich zu. Da Zink auch als Sekundärrohstoff beliebig oft wiederverwertbar ist, gehört Feuerverzinken zu den nachhaltigsten Korrosionsschutzverfahren.



6 Zeitsparend

Feuerverzinken als industrielles Verfahren lässt sich unter stets optimalen Bedingungen und völlig unabhängig von der Witterung durchführen. Auf der Baustelle werden bereits korrosionsgeschützte und daher voll einsatzbereite Armierungselemente angeliefert. Es gibt keinen Zeitverlust durch nachträgliche Korrosionsschutzmaßnahmen.

7 Einfacher durchführbar

Nach der neuen Zulassung Z-1.4-165 dürfen jetzt erstmals auch weiterverarbeitete Bauprodukte wie Mattenkörbe, Haken, Schlaufen oder Bügel feuerverzinkt werden.

8 Ressourcenschonend

Durch die verlängerte Standzeit der Stahlbetonbauwerke mit feuerverzinktem Betonstahl werden im vergleichbaren Zeitraum weniger Reparaturen und Neubauten notwendig. Jeder eingesparte Neubau stellt gleichzeitig beträchtliche Mengen an eingesparter Energie für Produktion und Transport der für einen Neubau benötigten Materialien dar – und damit auch an nicht emittiertem CO₂. In die gleiche Richtung führt auch die Verringerung der zulässigen Betonüberdeckung: Bauelemente können filigraner ausgeführt werden und benötigen weniger Material.

9 Umweltfreundlich

Feuerverzinken selbst ist umweltfreundlich. Und das aus zwei Gründen: Erstens wird in einer modernen Feuerverzinkerei die Abluft gereinigt, Abfälle reduziert bzw. recycelt sowie Abwärme zurückgeführt. Zweitens ist feuerverzinkter Stahl sehr leicht recycel- und damit wiederverwendbar. Mittlerweile werden mehr als 60 % des in Europa verfügbaren Zinks werden wieder recycelt.

10 „Zukunfts- und enkeltauglich“

Langlebigere Infrastrukturprojekte nutzen nicht nur uns, auch kommende Generationen werden davon profitieren, wenn wir jetzt nachhaltigere und langlebigere Bauten errichten, die diese nicht mit unnötigen Unterhaltskosten oder teuren Neubauten zur Kasse bitten ...

Expositions- klasse	Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen	Indikative Mindestfestig- keitsklasse	C _{min} , dur	ΔC _{dur} , Zn (ΔC _{dur} , st)	C _{min} , dur, Zn
XC1	Trocken oder ständig nass	Beton in Gebäuden mit geringer Luft- feuchte. 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 mäßiger oder hoher Luftfeuchte; vor Regen geschützter Beton im Freien.	C30/37	20	10	10
XC4	Wechselnd nass und trocken	Wasserbenetzte Oberflächen, die nicht der Klasse XC2 zuzuordnen sind.	C35/45	25	10	15
XD1 – XD3 XS1 – XS3	In den Expositionsclassen XD und XS bietet eine Feuerverzinkung ebenfalls einen zusätzlichen Schutz und einen Nutzungsdauerzugewinn. Eine Abminderung der Betondeckung für die Expositionsclassen XD und XS ist derzeit nicht möglich, da der Nutzungsdauerzugewinn nicht hinreichend quantifizierbar ist.					
*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 feuerverzinktem 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					

f Expositionsclassen bei Betonbauwerken und die durch Verwendung feuerverzinkter Betonstähle mögliche Verringerung der Betonüberdeckung.

„Der Zahn der Zeit“: Das verborgene Korrosionsgeschehen

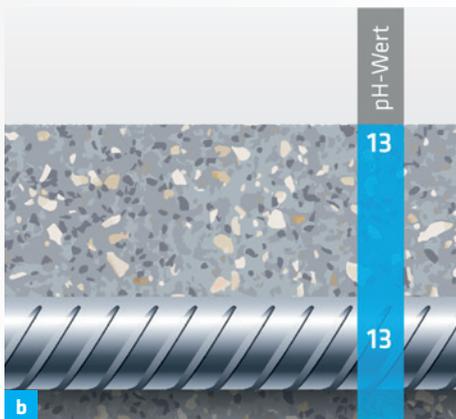


Auf dieser Doppelseite finden Sie in einer schematischen Gegenüberstellung die Verwitterungsprozesse in Stahlbeton:

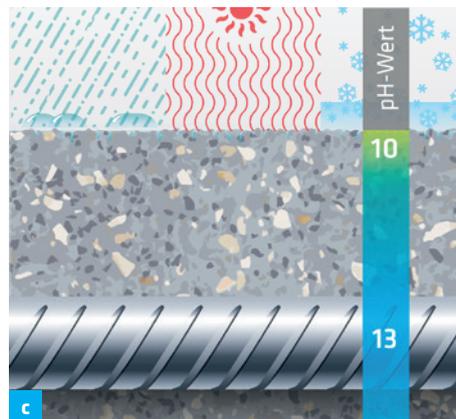
Korrosionsprozesse bei verzinktem Betonstahl:

b Frisch vergossener Beton. Die natürliche Alkalität des Werkstoffs mit einem pH-Wert von 10 bis 13,8 schützt den innenliegenden Betonstahl vor Korrosion.

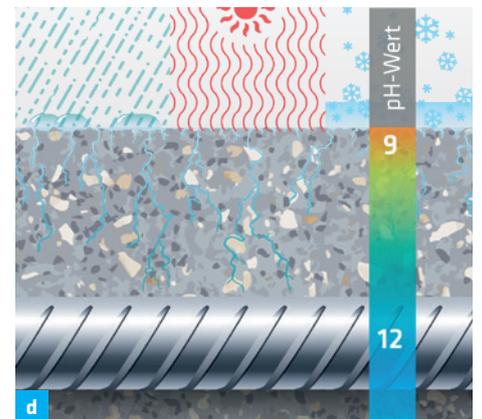
verzinkter Betonstahl



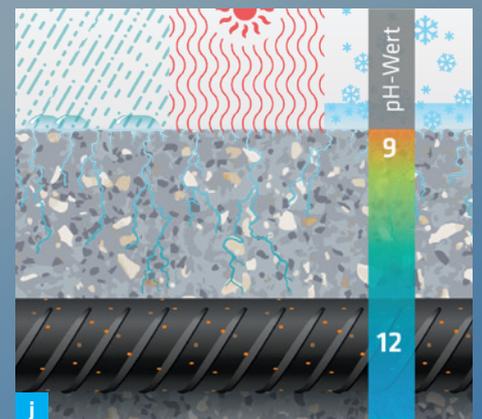
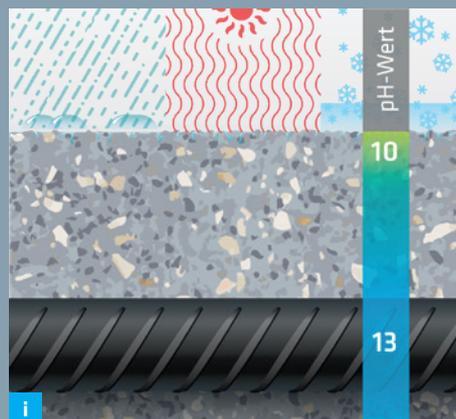
c d : Die sich immer wiederholenden Bewitterungszyklen aus Befeuchtung, Wiederabtrocknung, Temperaturschwankungen etc. führen zu Mikrorissen in der Betonmatrix. Eine höhere Oberflächenrauheit oder auch chemische Prozesse innerhalb der Betonmatrix können die Entstehung solcher Risse fördern.



Durch die Mikrorisse vermag nun atmosphärisches oder auch im Regenwasser gelöstes CO_2 in die Matrix vorzudringen und den Zementstein – das alkalische $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – in Kalk (CaCO_3) umzuwandeln. Dieser Carbonatisierung genannte Prozess führt zu einer allmählichen Absenkung der Alkalität der Betonmatrix.



unverzinkter Betonstahl



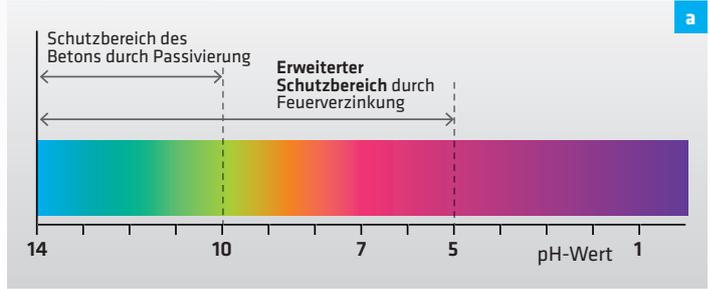
Korrosionsprozesse bei unverzinktem Betonstahl:

h Frisch vergossener Beton. Die natürliche Alkalität des Werkstoffs mit einem pH-Wert von 10 bis 13,8 schützt den innenliegenden Betonstahl vor Korrosion.

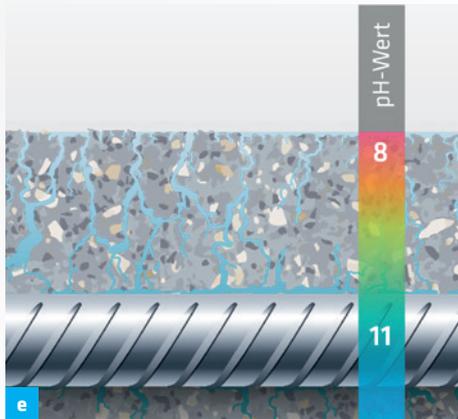
i j : Die sich immer wiederholenden Bewitterungszyklen aus Befeuchtung, Wiederabtrocknung, Temperaturschwankungen etc. führen zu Mikrorissen in der Betonmatrix. Eine höhere Oberflächenrauheit oder auch chemische Prozesse innerhalb der Betonmatrix können die Entstehung solcher Risse fördern.

Durch die Mikrorisse vermag nun atmosphärisches oder auch im Regenwasser gelöstes CO_2 in die Matrix vorzudringen und den Zementstein – das alkalische $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – in Kalk CaCO_3 umzuwandeln. Dieser Carbonatisierung genannte Prozess führt zu einer allmählichen Absenkung der Alkalität der Betonmatrix.

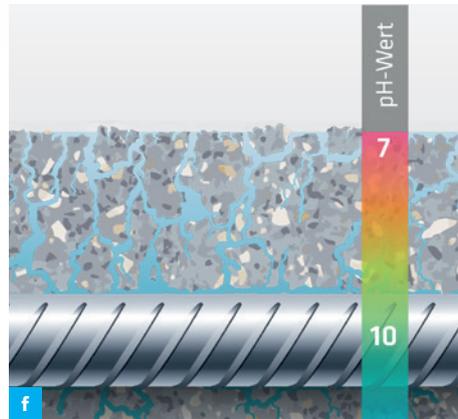
a Vergleich der durch die Betonüberdeckung allein und eine zusätzliche Feuerverzinkung des Betonstahls erzielbaren Schutzbereiche hinsichtlich des pH-Werts innerhalb der Betonmatrix.



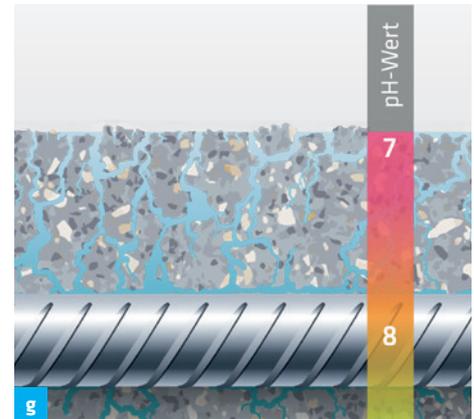
e Auch wenn die Alkalität im Bereich des feuerverzinkten Betonstahls unter einen pH-Wert von 10 sinkt, kommen keinerlei Korrosionsprozesse an der Armierung in Gang: Die Feuerverzinkung schützt bis etwa zu einem pH-Wert von 5, der unter normalen Bedingungen kaum jemals erreicht wird.



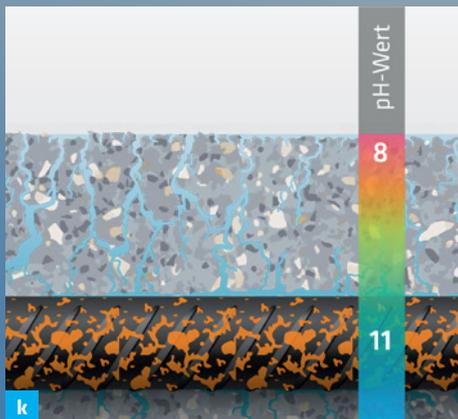
f Fortschreitende Witterungseinflüsse lassen die Carbonatisierung des Betons von der Oberfläche immer weiter nach innen vordringen. Der weiter sinkende pH-Wert der Betonmatrix stellt für den verzinkten Betonstahl allerdings kein Problem dar.



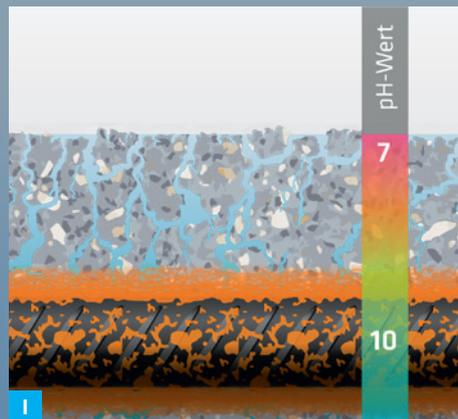
g Auch nach jahrzehntelangen Witterungseinflüssen oder auch bei Chlorid-Belastung durch Tausalze bleibt die Bewehrung mittels feuerverzinkter Betonstähle intakt, das Bauwerk ist weiterhin funktionstüchtig.



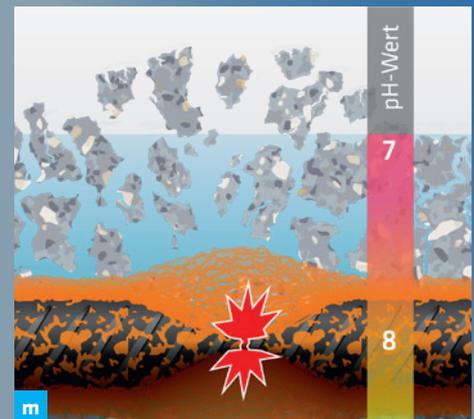
verzinkter Betonstahl



k Schreitet die Carbonatisierung nach innen fort, sinkt die Alkalität auch im Bereich des Betonstahls unter einen pH-Wert von 10. Damit können Korrosionsprozesse an der Armierung ihren Anfang nehmen: Feuchtigkeit und darin gelöster Sauerstoff beginnen den Bewehrungsstahl anzugreifen: Er fängt an zu rosten.



l Fortschreitende Witterungseinflüsse lassen die Carbonatisierung des Betons von der Oberfläche immer weiter nach innen vordringen. Der weiter sinkende pH-Wert der Betonmatrix fördert das Fortschreiten der Bewehrungskorrosion. Rostablauffahnen und Abplatzungen der deckenden Betonschicht können erste Alarmzeichen sein. Das Korrosionsgeschehen kann sich aber lange Zeit ebenso gut ohne sichtbare Anzeichen abspielen ...



m Durch die Korrosion des Betonstahls verringert sich der Durchmesser der tragenden Stahlelemente immer mehr. Gegenüber dem Ausgangsmaterial nehmen die Korrosionsprodukte des Stahls etwa das 20-fache an Volumen ein und bauen immensen Druck innerhalb des Betons auf. Beides senkt die Fähigkeit des Stahlbetons, Zugspannungen aufzunehmen. Sinkt die Belastbarkeit auch nur an einer Stelle unter einen kritischen Wert, kann ein schlagartiges strukturelles Versagen des Bauteils die Folge sein!

unverzinkter Betonstahl

Schadensbilder: Vom Schönheitsfehler bis zum Kollaps



Beim leistungsfähigen Verbundwerkstoff Stahlbeton ist aufgrund der Betonüberdeckung der Zustand der Bewehrung zerstörungsfrei nur sehr schwer zu überprüfen. Austretende rostfarbene Flüssigkeit ist ein erstes Indiz für die Bewehrungskorrosion, sagt aber nichts über deren Ausmaß und die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs aus.



a Frische Betonoberfläche.

b Bereits nach einigen Jahren können erste oberflächliche Risse in der Betonmatrix auftreten. Sie bilden ein Einfallstor für den weiteren Zutritt von Feuchtigkeit und CO₂ und leisten der Carbonatisierung des Betons Vorschub. Betonkonstruktionen sind aufgrund der Schwindvorgänge beim

Aushärten des Betons grundsätzlich mit Mikrorissen versehen, wenn dies auch in der Regel sehr feine Anrisse sind. Insofern kann das Eindringen von Flüssigkeiten in den Beton nicht vollständig unterbunden werden.

c Rostfahnen zeigen an, dass an der Armierung erste Korrosionsprozesse stattfinden.



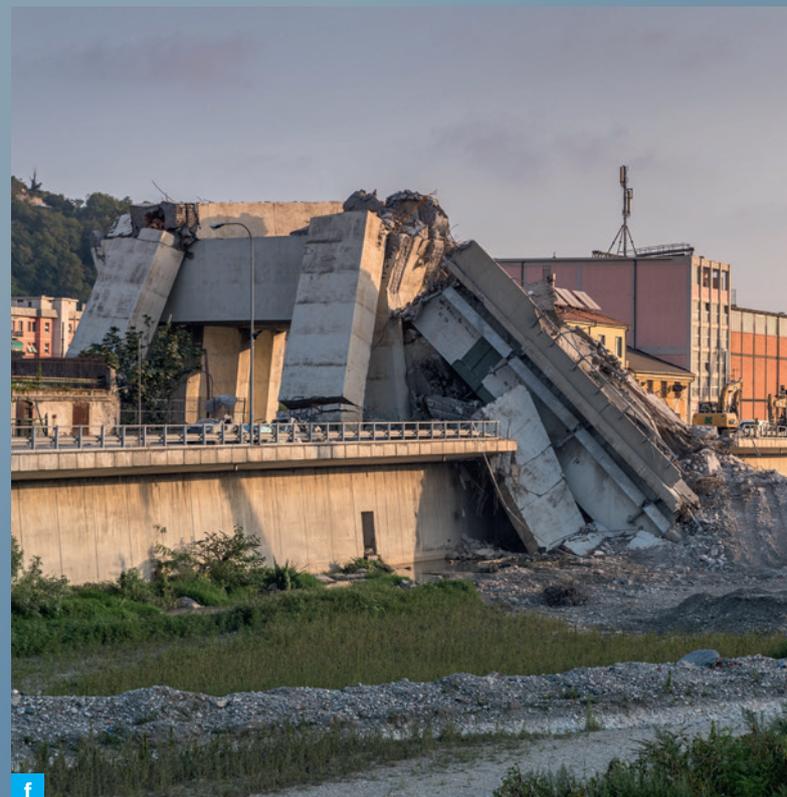
d Durch Abplatzungen sind hier bereits größere Teile der Armierung freigelegt.



e Akuter Handlungsbedarf: Die freigelegten Armierungen sind hier durch die Korrosion bereits massiv angegriffen.



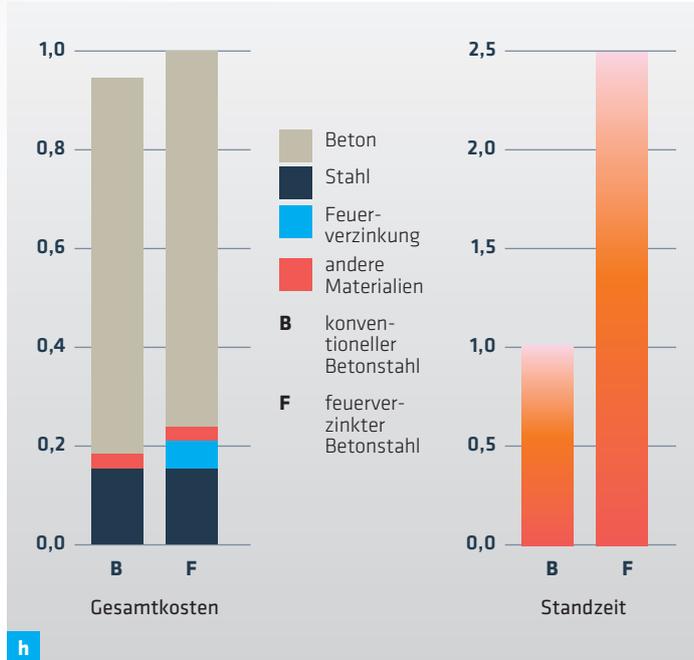
f Reste der Morandi-Brücke in Genua (IT). Der Viadukt stürzte am 14. August 2018 ein. Hauptursache waren stark korrodierte Betonstahlelemente in den betonummantelten Schrägverspannungen.



Auf lange Sicht günstiger: Feuerverzinkter Betonstahl



Schätzungen gehen davon aus, dass in Deutschland jährlich zwischen **5 und 10 Milliarden Euro** aufgewendet werden müssen, um Korrosionsschäden an der Bewehrung – und damit am Bauteil – zu beseitigen!



g Feuerverzinkter Betonstahl mit dem Übereinstimmungsnachweis.

h Schematischer Vergleich der Mehrkosten bei Verwendung feuerverzinkten Betonstahls und Vergleich der erwartbaren Standzeitverlängerung eines Bauwerks.



© Luca, stock.adobe.com



i Armierung aus feuerverzinktem Betonstahl für zukünftige Brückenpfeile.

© Jim.henderson, commons.wikimedia.org

Feuerverzinken: Ein kurzer Abriss über das Verfahren

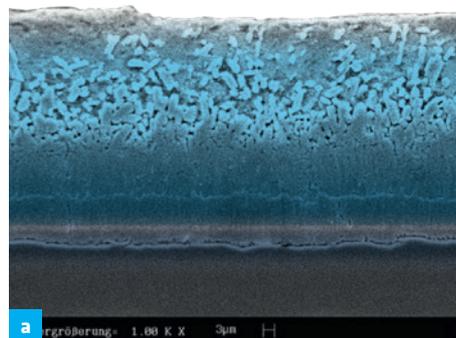


Feuerverzinken erfolgt durch eine metallurgische Reaktion der Stahloberfläche mit flüssigem Zink. Bei dieser Reaktion werden durch Diffusion von Zink in die Stahloberfläche stabile Eisen-Zink-Phasen gebildet. Die Schichtdicken der Verzinkungsschichten variieren je

nach Wanddicke des Bauteils zwischen min. 50 µm bis z. T. über 200 µm. Bedingt durch die metallurgische Reaktion wird im Gegensatz zu anderen Korrosionsschutzverfahren ein festhaftender Überzug erzeugt.

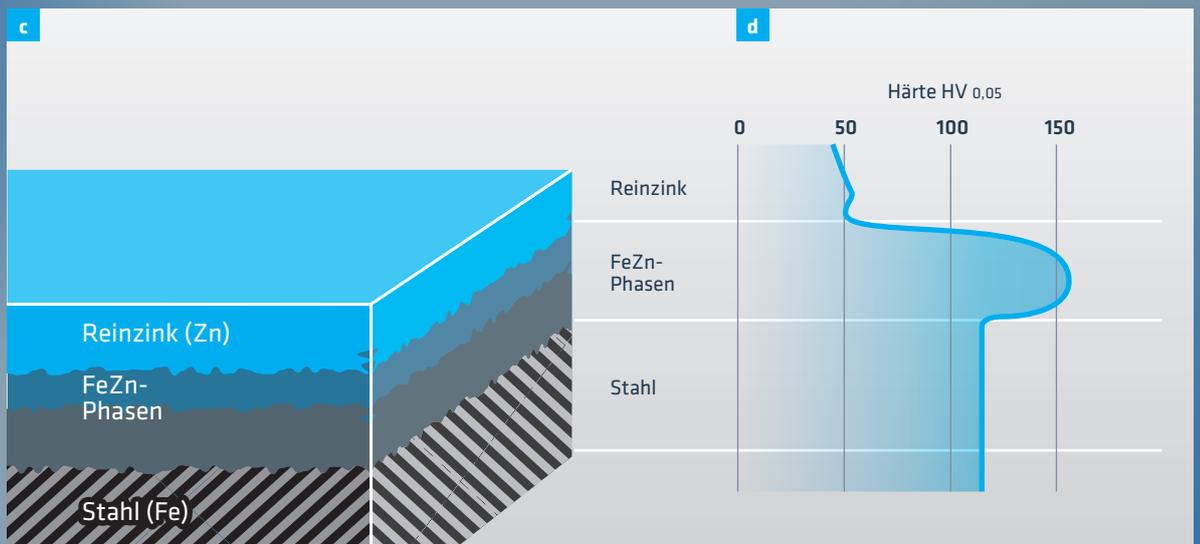
a Mikroskopisches Schlibbild durch eine feuerverzinkte Oberfläche.

b Zinkbarren zur Beschickung des Verzinkungskessels.



c Schematische Darstellung eines Zinküberzuges durch Feuerverzinken. An der Stahloberfläche bilden sich FeZn-Phasen unterschiedlicher Zusammensetzung. Nach außen hin wird die Oberfläche durch einen Überzug aus Reinzink abgeschlossen.

d Härteverlauf in einem typischen Zinküberzug. Die Eisen-Zink-Legierung ist härter als der Grundwerkstoff.





e Nach dem vollständigen Eintauchen in die Zinkschmelze und dem Aufwärmen auf die Temperatur der Zinkschmelze werden die Werkstücke langsam ausgezogen, damit das flüssige Zink wieder abfließen kann.



f Bevor das Zink zu erstarren beginnt, werden die Werkstücke gerüttelt, um Tropfnasen und zugelaufene Engstellen zu verhindern.



g

g Lückenlos und dauerhaft gegen Korrosion geschützt: Feuerverzinkter Betonstahl.



h Im mächtigen 17-m-Kessel unseres Werkes in Feuchtwangen können auch sehr lange Betonstahl-Armierungen und komplexe Bauteile aus Betonstahl wie z. B. Mattenkörbe, etc. feuerverzinkt werden.

Weniger ist mehr: Nachhaltigkeit und Umweltbilanz



Beton ist ein Material, dessen wichtigster Grundstoff – Zement – in der Herstellung sowohl energieintensiv ist, als auch für einen erheblichen Anteil am Ausstoß des Treibhausgases CO₂ verantwortlich ist: Bei Temperaturen von ca. 1.400 – 1.450 °C wird in Drehrohröfen aus dem Rohstoff Kalkstein und anderen Sekundärrohstoffen der sog. Zementklinker gebrannt. Beim Brennprozess entstehen durch die Nutzung fossiler und sekundärer Brennstoffe sowie durch die Spaltung des Kalksteins erhebliche Mengen CO₂. Die weltweite Zementindustrie ist derzeit für einen Ausstoß von über 4 Milliarden Tonnen CO₂ verantwortlich, was einem Anteil von etwa 6 bis 8 % entspricht^[1].

Die Zementindustrie hat in den vergangenen Jahrzehnten große Anstrengungen unternommen, um beispielsweise durch Einsatz alternativer Zuschlagstoffe und Energielieferanten ressourcenschonender und effizienter zu wirtschaften. Dennoch bleibt Beton ein Werkstoff mit deutlichen Auswirkungen auf die Umwelt.

[1] <https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844>

[2] <https://www.holcim.co.at/massnahmen-zur-verminderung-von-emissionen>

Feuerverzinkter Betonstahl kann auf zweierlei Weise zu mehr Ressourcenschonung im Stahlbetonbau beitragen:

- ▶ Durch längere Standzeiten der Bauwerke werden im Vergleichszeitraum weniger Reparaturen, Abrisse und Neubauten notwendig.
- ▶ Feuerverzinkter Betonstahl kann auch bei einer geringeren Betonüberdeckung als üblich eingesetzt werden: Bei einer zulässigen Verringerung von 10 mm der Überdeckung lassen sich pro m² Betonoberfläche 0,01 m³ Beton einsparen, das entspricht einer CO₂-Einsparung von ca. 3 kg pro m² betonierter Fläche.

Wie bei jedem Verbrennungsprozess bildet sich auch bei der Klinkerproduktion das Treibhausgas Kohlendioxid CO₂. Beim Brennprozess wird zudem das im Kalkstein gebundene CO₂ freigesetzt, das sogenannte geogene CO₂. Insgesamt entstehen damit pro Tonne Zement rund 590 Kilogramm CO₂ – 200 Kilogramm aus den Brennstoffen und rund 390 Kilogramm aus dem Gesteinsmehl^[2].



a

© Hiroshi Nakai, commons.wikimedia.org

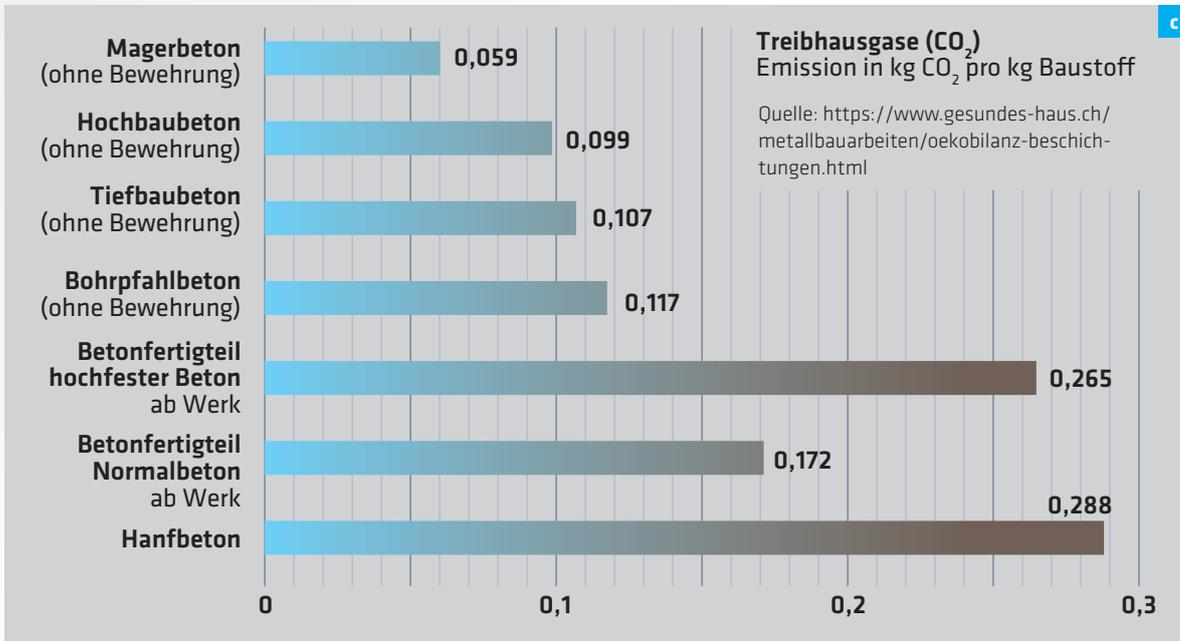
a Zementwerk. Die Zementindustrie hat in den letzten Jahrzehnten große Anstrengungen unternommen hinsichtlich des effizienteren Einsatzes von Ressourcen und der Verringerung von Emissionen. Nichtsdestotrotz bleibt systembedingt der Ausstoß des Treibhausgases CO₂ beträchtlich.



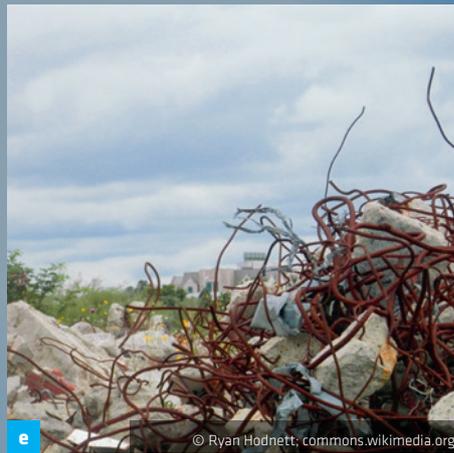
b

© zhengzaishanchu, stock.adobe.com

b Drehrohröfen. In solchen Öfen werden die vermahlene Ausgangsstoffe des Zements bei Temperaturen von über 1.400 °C zu Zementklinker gebrannt. Dabei wird in hohem Umfang das im Kalkstein (CaCO₃) gebundene CO₂ freigesetzt.



c CO₂-Bilanz verschiedener Betonsorten und -bauteile. Der Einsatz feuerverzinkter Betonstähle kann die CO₂-Bilanz eines Stahlbetonbauwerkes positiv beeinflussen.



d e : Besser als kostenspielige Abrisse und Neubauten sind nachhaltigere Bauwerke mit feuerverzinktem Betonstahl.

Für kommende Generationen: „Enkeltaugliche Bauwerke“



Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz sollten keine Lippenbekenntnisse bleiben. Mit feuerverzinktem Betonstahl ausgeführte Bauwerke sind in der Erstellung zwar geringfügig teurer – dafür halten sie erheblich länger. In anderen Ländern, wie z.B. den USA oder Kanada, ist der Einsatz feuerverzinkter Betonstähle für Infrastrukturprojekte bereits ein technischer Standard.

Unter dem Aspekt „Enkeltauglichkeit“ müssen sich derzeit viele existierende Bauwerke einer kritischen Prüfung stellen: Der Bundesrepublik Deutschland stehen immense Sanierungsaufgaben insbesondere im Bereich der Verkehrswege bevor. Die Verwendung feuerverzinkter Betonstähle für zukünftige Projekte ist ein Schritt in die richtige Richtung, um unser aller Zukunft nachhaltiger zu gestalten ...



a Kein Kinderkram: Nachhaltig konstruierte Bauwerke erfüllen ihren Dienst längerfristig – auch für kommende Generationen ...

© Proxima Studio; stock.adobe.com



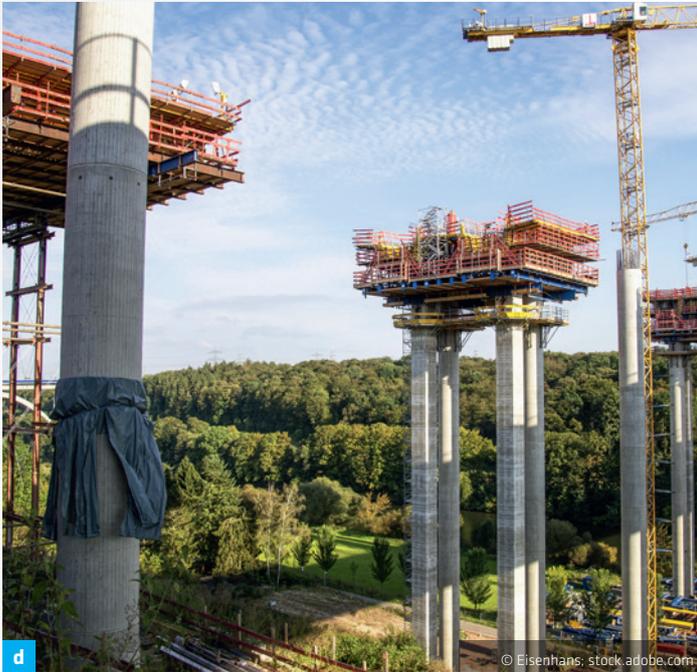
b © Scheer für WIEGEL Verwaltung GmbH

b Feuerverzinkter Betonstahl als Bewehrung für einen Brückenpfeiler.



c © agnormark; stock.adobe.com

c Feuerverzinkter Betonstahl lässt sich auf der Baustelle unkompliziert verarbeiten.



39.600 Brücken an Autobahnen und Bundesfernstraßen gibt es in Deutschland, ein Großteil von ihnen ist 40 Jahre und älter. Nach einer Übersicht der Bundesanstalt für Straßenwesen ist der Zustand der Brückenflächen nur bei zwölf Prozent „sehr gut“ oder „gut“, das ist ein Achtel aller Brücken. 75 Prozent dagegen sind in einem durchschnittlichen Zustand, das Urteil lautet hier „befriedigend“ oder „ausreichend“. Bei elf Prozent der Brücken ist der Zustand dagegen „nicht ausreichend“, knapp zwei Prozent sind mit „ungenügend“ klassifiziert.^[1]

[1] https://www.deutschlandfunk.de/autobahnbruecken-in-deutschland-jede-zehnte-bruecke-ist-ein.1766.de.html?dram:article_id=425510

d Nachhaltiges Bauen mit feuerverzinktem Betonstahl senkt die Sanierungskosten in der Zukunft.



e Auf gute Zusammenarbeit: Feuerverzinkter Betonstahl lässt sich problemlos in die gewohnten Arbeitsabläufe am Bau integrieren.



f „The way to future“: Für kommende Generationen nachhaltig planen und bauen ...

Nicht immer wird alles komplizierter ...

Vereinfachte bauaufsichtliche Zulassung – und was Sie davon haben:



Mit der Novellierung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Z-1.-4-165 für feuerverzinkte Betonstähle zum 1. Januar 2019 haben sich die geforderten Nachweise und damit auch der Bestellprozess entscheidend vereinfacht: Im Gegensatz zu vorher dürfen jetzt Betonstähle bereits *vor dem Feuerverzinken* gebogen werden. Desweiteren können nun auch weiterverarbeitete Bauprodukte (wie z.B. Mattenkörbe, Haken, Schlaufen, Bügel, usw.) feuerverzinkt werden. Die Vorteile liegen auf der Hand:

- ▶ Die Logistik wird vereinfacht, da ein mehrmaliger Transport des Betonstahls zwischen Stahlhändler / Biegebetrieb und Feuerverzinkerei vermieden wird.
- ▶ Das nach dem Feuerverzinken erfolgte Biegen des Betonstahls führte häufig zu Abplatzungen der Verzinkung, die aufwendig auf der Baustelle auszubessern waren. Dies entfällt.

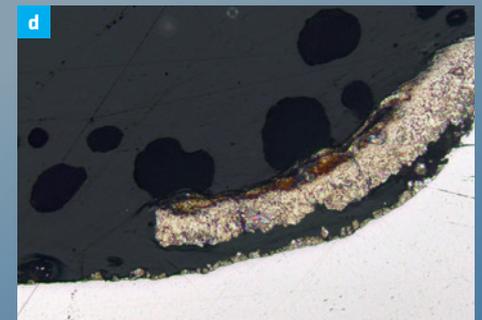
a Neue Fassung der bauaufsichtlichen Zulassung von feuerverzinktem Betonstahl, gültig seit 1. Januar 2019.



b Das nach der alten bauaufsichtlichen Zulassung nur nach dem Verzinken zulässige Biegen des Betonstahls führte immer wieder zu Abplatzungen der Zinkschicht mit z. T. vollständigem Verlust des Korrosionsschutzes.



c Nach der neuen bauaufsichtlichen Zulassung ist das Feuerverzinken nach dem Biegevorgang zulässig. Der Korrosionsschutz ist lückenlos.



d Auch im Dünnschliff zeigen sich an den nach dem Feuerverzinken gebogenen Betonstählen Abplatzungen mit vollständigem Verlust der schützenden Zinkschicht.

„Denn sie wissen, was sie tun ...“ Feuerverzinkter Betonstahl von WIEGEL



e Feuerverzinkt direkt auf die Baustelle: Unser eigener Fuhrpark bringt den Betonstahl termingerecht zu Ihnen, wo immer Sie ihn brauchen ...



Wir sind Ihr kompetenter Partner in allen Belangen zum Thema feuerverzinkter Betonstahl. Neben den erforderlichen Prüfungen sorgen wir durch unsere leistungsfähige Logistik, dass der Betonstahl rechtzeitig da ist, wo Sie ihn brauchen, Und wenn einmal auf der Baustelle Probleme auftauchen, sind unsere Ansprechpartner für Sie da!

f Geprüft und für gut befunden: Nach der Prüfung gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung erhalten unsere Betonstäbe das Übereinstimmungszertifikat.



g Ausgebessert ist besser: Muss feuerverzinkter Betonstahl auf der Baustelle nachgearbeitet werden, z. B. zur Anpassung der Länge, stellen wir Ihnen zur Behandlung der Schnittkanten speziell zugelassene Ausbesserungsfarbe zur Verfügung.

h

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH
Zertifizierungsstelle BAY02

Übereinstimmungszertifikat
Nr. 192388

Hiermit wird gemäß Art. 20 Abs. 2 Nr. 2 der Bayerischen Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14.08.2007 bestätigt, dass die Bauprodukte

Feuerverzinkte Betonstäbe
des Herstellerwerkes
Wiegel Feuchtwangen Feuerverzinken GmbH & Co.KG
Ländersfeld 104
91555 Feuchtwangen

nach den Ergebnissen der werkseigenen Produktionskontrolle und der von der bauaufsichtlich anerkannten Überwachungsstelle (Kennnummer BAY02)

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

durchgeführten Fremdüberwachung den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung
Z-14-165 vom 06.12.2018
gültig vom 01.01.2019 bis 01.01.2024
entsprechen.

Dem Herstellerwerk ist für o. g. Bauprodukte folgendes Werkkennzeichen zugestellt: **FV 26**
Dieses Zertifikat gilt solange die Fremdüberwachung regelmäßig durchgeführt wird, längstens bis 01.01.2024 (Geltungsdauer der Zulassung).

Nürnberg, 20.05.2019

Dipl.-Ing. (FH) Günther Jost
Leiter der Zertifizierungsstelle

2019_Z_192388.docx Seite 1 von 1
TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH • Tillystraße 2 • 90431 Nürnberg • www.tuv.com



h Bereits heute sind unsere Werke in Bopfinger und Feuchtwangen für das Verzinken von Betonstahl zertifiziert.

i Garantierte Qualität: Feuerverzinkter Betonstahl von WIEGEL mit Übereinstimmungsnachweis.

j „Mit Brief und Siegel“: Qualität, auf die Sie sich verlassen können.



EMAS
GEPRÜFTES
UMWELTMANAGEMENT
DE-158-00127

Schon gewußt? Seit Frühjahr 2015 besitzt WIEGEL **als einziger Feuerverzinker eine gruppenweite EMAS-Validierung.**

Beispiele für den Einsatz feuerverzinkter Betonstähle



Feuerverzinkter Betonstahl gehört bereits in vielen Ländern zu den gängigen Armierungswerkstoffen. Die Vorteile hinsichtlich Korrosionsfestigkeit auch unter höheren Expositionsklassen sind hinreichend bekannt. Einige Bauwerke mit feuerverzinktem Betonstahl kann man mittlerweile als internationale Wahrzeichen betrachten ...

a „Sydney Opera House“: Das Wahrzeichen der australischen Stadt liegt direkt am Meer. Feuerverzinkter Betonstahl widersteht auch den Chloriden der salzigen Seeluft.



Überall auf der Welt zuhause – Stahlbeton-Bauwerke mit feuerverzinktem Betonstahl:

c Das Bundeskanzleramt in Berlin: Sichtbetonfassaden können in zweierlei Hinsicht von feuerverzinktem Betonstahl profitieren: Das Risiko unschöner Rostflecken entfällt, gleichzeitig kann die notwendige Betonüberdeckung reduziert werden.





b

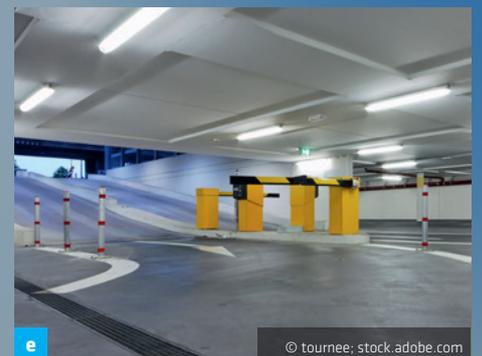
© LBM1948; commons.wikimedia.org

b Die „Seven Mile Bridge“ ist eine der zahlreichen Brücken des „Overseas Highway“, der die Florida Keys über das offene Meer mit dem amerikanischen Festland verbindet. Im Hinblick auf den starken Chlorid-Eintrag durch Meerwasser und Seeluft sind die Brücken mit feuerverzinktem Betonstahl ausgeführt.



d

© Tamme Wichmann/shipm8s.com; stock.adobe.com



e

© tournee; stock.adobe.com

Überall auf der Welt zuhause – Stahlbeton-Bauwerke mit feuerverzinktem Betonstahl:

d Dickschiff im Panamakanal: Feuerverzinkter Betonstahl ermöglicht auch bei Wasserbauwerken wie Dämmen und Schleusen eine erheblich längere Nutzungsdauer.

e Gerade Parkhäuser, die wie viele Brücken dem Einfluss von Chloriden aus Taumitteln ausgesetzt sind, profitieren vom Einsatz feuerverzinkter Betonstähle.

Beton: Beton ist ein von Menschenhand gezielt hergestellter Werkstoff, der schon in römischer Zeit als *Opus caementitium* Verwendung fand. Er besteht aus Zement, Gesteinskörnung, Wasser und gegebenenfalls Betonzusatzstoffen und Betonzusatzmitteln.

Das Gemisch aus Zement und Wasser wird im frischen Zustand als Zementleim bezeichnet. Der Zementleim umhüllt alle Gesteinskörner. Im erhärteten Zustand wird aus dem Zementleim durch Hydratation der Zementstein, der dem Gemisch die notwendige Festigkeit gibt.

Beton ist ein vielfältig zusammensetzbarer, beliebig formbarer, druckfester, dauerhafter und wirtschaftlicher Baustoff. Diese Voraussetzungen und Eigenschaften ermöglichen die Herstellung verschiedenster Betonarten und Produkte und erschließen ihm eine Vielzahl von Anwendungsgebieten. Dazu gehören Bauteile und Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus, die Mobilität, die Kommunikation, die Freizeit, den Umweltschutz und vieles andere mehr. Fast kein Bauwerk kommt heute ohne Bauteile aus Beton aus.



Betondeckung: Die Betondeckung ist in der DIN EN 1992-1-1 definiert als Abstand zwischen der Oberfläche eines Bewehrungsstabs und der nächstgelegenen Betonoberfläche. Eine ausreichende Betondeckung ist erforderlich, um die Bewehrung vor Korrosion (passiver Korrosionsschutz) zu schützen: Die Mindestmaße für die Betondeckung richten sich dementsprechend nach den Expositionsklassen, muss aber immer mindestens 10 mm betragen.

Betonfertigteile: Fertigteile die aus unbewehrtem Beton, Stahlbeton oder Spannbeton in Fertigteilverken hergestellt werden.

Betonkorrosion: Nach längerer Einwirkung von CO_2 aus der Atmosphäre und durch Tausalze erfolgen Reaktionen im Beton, die auch zur Korrosion am Betonstahl führen können. Frost und Temperaturwechsel führen zu Rissen, die das Eindringen korrosionsfördernder Medien beschleunigen. Betonkorrosion kann ausgelöst werden durch:

- ▶ Frostangriff mit oder ohne Taumittel
- ▶ chemischen Angriff.

Betonstabstahl: Stangenförmiger Betonstahl für Einzel- oder Mehrstabbewehrung des Betons. Im Gegensatz zur Betonstahlmatte wird der Stabstahl bei schlanken, eindimensionalen Bauteilen (Träger, Stützen usw.) als Bewehrung eingesetzt.



Betonstahlmatten: Sie bestehen aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Lagen kaltgeformter Stahlstäbe, die i. d. R. durch Punktschweißung verbunden sind. Anwendungsgebiete sind z. B. Stahlbetondecken und -wände.



Bewehrung: Beton kann hervorragend Druckkräfte aufnehmen, weist jedoch eine geringe Zugfestigkeit auf. Deswegen wird Beton häufig mit Stäben oder Fasern aus Materialien hoher Zugfestigkeit bewehrt. Das können z. B. Stahlfasern, Glasfasern oder Fasern bzw. Bewehrungsstäbe aus Kohlenstoff (Carbon) sein.

In einer Stahlbetonkonstruktion werden die Zugkräfte durch Betonstahl aufgenommen, der zu diesem Zweck in den Bereich der Stahlbetonkonstruktion gelegt werden muss, in dem diese Zugkräfte auftreten (Zugbewehrung). Daneben kann sie auch zur Aufnahme von Schubkräften als Schubbewehrung und in der Druckzone als Druckbewehrung eingesetzt werden.

Bei ausreichender Betondeckung sind die Verbundwirkung zur Übertragung der Kräfte zwischen Beton und Bewehrung und der Schutz der Bewehrung im Stahlbeton gegen Korrosion gewährleistet. Um den dafür erforderlichen Abstand zur Schalung sicherzustellen, werden Abstandhalter eingesetzt.

Einzelne Bewehrungsstäbe werden untereinander mit Bindedrähten so verbunden, dass die vorgegebene Geometrie (Stababstand) sichergestellt wird.

Bei Flächentragwerken wie Decken und Wänden werden häufig Betonstahlmatten als Bewehrung eingesetzt.



© Scheer für WIEGEL Verwaltung GmbH

© Henning Schlottmann, commons.wikimedia.org

Brückenkappen: Nichtbefahrene Randausbildung von Brücken aus Stahlbeton oder Spannbeton, die auch als Schrammborde ausgebildet werden können. Bei Planung und Ausführung ist die ZTV-ING zu beachten. Brückenkappen haben unterschiedlichste Funktionen zu erfüllen. Neben dem Schutz der tragenden Brückenkonstruktion dienen sie der Verankerung passiver Schutzvorrichtungen sowie als Fahrrad- und/oder Fußgängerweg. Aufgrund ihrer exponierten Lage sind sie besonders starken Angriffen, z. B. durch Frost-Tausalz-Angriffe, ausgesetzt. Hinzu kommen dynamische Beanspruchungen durch den Verkehr auf den Brücken.



© Lev Kropotov; stock.adobe.com

Chloride: Chloride sind für unbewehrten Beton i. A. nicht schädlich, heben jedoch die Passivierung an der Oberfläche der Bewehrung (passiver Korrosionsschutz) auf, was in alkalischer Umgebung zu Lochfraßkorrosion, im bereits carbonatisierten Bereich zur flächigen Bewehrungskorrosion führen kann.

Eine äußere Zufuhr von Chloriden erfährt der Beton insbesondere durch Tausalz, Schwimmbadwasser, Meerwasser und PVC-Rauchgase.



© Kirill Gorlov; stock.adobe.com

Druckbewehrung: Druckglieder, z. B. Stützen, erhalten oft eine zusätzliche Bewehrung, die erforderlich ist, wenn die Druckfestigkeit des Betons zum Abtragen der Druckkräfte nicht mehr ausreicht. Die Druckstäbe werden durch Bügel gegen Ausknicken gesichert. Eine besonders wirtschaftliche Art der Druckbewehrung ist die Umschnürung.

Duktilität: Unter Duktilität wird die Eigenschaft eines Werkstoffs verstanden, sich unter Belastung plastisch zu verformen, bevor er reißt (Vorankündigung des Versagens). Beton selbst besitzt keine hohe Duktilität. Erst die Bewehrung mit Stahl verleiht dem Verbundwerkstoff Stahlbeton eine nennenswerte Duktilität.

Rissbreiten beschränken: Beton hat in der Regel Risse. Die Rissbreiten können über den Umfang der Bewehrung minimiert werden.

Schlagartiges Versagen (ohne Vorankündigung) tritt in vorgespannten Systemen auf, wenn Spannstahl durch korrosiven Angriff geschwächt ist (Gefahr der Spannungsrissskorrosion). Spannstahl ist allerdings nicht zum Verzinken geeignet!

Eisenbeton: Veraltete Bezeichnung für Stahlbeton. Der Deutsche Ausschuss für Eisenbeton gab sich ab 1941 den Namen Deutscher Ausschuss für Stahlbeton.

Eisenoxid: Rost, Eisenoxyd, Fe_2O_3 / Fe_3O_4 . Eisenoxid ist das Produkt der Korrosion von Stahl durch Reaktion mit Sauerstoff unter Anwesenheit von Wasser (Oxidation). Betrifft diese Reaktion die Bewehrung in Stahlbeton, spricht man von Bewehrungskorrosion. Eisenoxid ist ein in natürlichen Gesteinen weit verbreiteter Stoff, der u. a. als Teil des Rohstoffgemischs für die Zementherstellung und auch als Farbpigment (rot färbend) für Beton verwendet wird



© Chemicalinterest; commons.wikimedia.org

Eurocode: Europäisches Regelwerk für den Entwurf, die Bemessung und die Ausführung von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus, mit dem Ziel, einheitliche Regeln in den Mitgliedsländern der EU bereitzustellen und so Handelshemmnisse abzubauen.

Expositionsklassen: Bei der Planung von Bauteilen bzw. Bauwerken sind sowohl die lastunabhängigen als auch die lastabhängigen Einwirkungen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit zu berücksichtigen. Hierzu müssen geeignete Annahmen für die zu erwartenden Umwelteinwirkungen getroffen werden. Die Anforderungen an den Beton in Abhängigkeit von den möglichen korrosiven Einwirkungen werden durch Expositionsklassen festgelegt. Unterschieden werden Einwirkungen auf die Bewehrung und metallische Einbauteile im Beton (Bewehrungskorrosion) sowie auf den Beton selbst (Betonangriff). Darüber hinaus ist in jedem Fall auch eine Einstufung in eine Feuchtigkeitsklasse vorzunehmen.

Kohlendioxid: Chemische Formel: CO_2 . Kohlendioxid (auch Kohlenstoffdioxid) ist die chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff.

In Wasser gelöstes Kohlendioxid wird meist als Kohlensäure (H_2CO_3) bezeichnet. Kohlensäurehaltige Wässer üben einen lösenden Angriff auf Betonoberflächen aus.



© Karsten11; commons.wikimedia.org

Korrosion: Durch Einwirkung von CO_2 und Tausalz wird die Passivierung der Betonstahloberfläche aufgehoben und es kommt zur Korrosion. Diese führt zu Korrosionsprodukten, die im schlimmsten Fall das Abplatzen des Betons bewirken.



Mikhailo Pavlenko; stock.adobe.com



© Barbara Bühler; commons.wikimedia.org

Passivierung: Bei ausreichender Betonüberdeckung und dichtem Beton wird der Betonstahl aufgrund der alkalischen Umgebung (Calciumhydroxid) passiviert. Es bildet sich eine stabile Passivschicht aus Eisenoxiden auf der Stahloberfläche aus, die die Eisenauflösung (Bewehrungskorrosion) praktisch vollständig verhindert. Der passive Korrosionsschutz kann verloren gehen durch:

- ▶ Carbonatisierung und/oder
- ▶ Überschreiten eines kritischen Chloridgehalts
- ▶ Abbau der Alkalität der Porenlösung durch „Verbrauch“ von Calciumhydroxid bei der puzzolanischen Reaktion von Betonzusatzstoffen.

Sinkt der pH-Wert dabei unter 10, geht der passive Korrosionsschutz verloren.

Um dies zu verhindern, werden an Stahlbeton besondere Anforderungen an die Betonzusammensetzung und an die Betondeckung der Bewehrung gestellt, die über die Zuordnung zu entsprechenden Expositionsklassen definiert werden.

Bei Überschreiten eines bestimmten Chloridgehalts im Beton können Chloridionen auch bei hohen pH-Werten die Passivschicht an der Stahloberfläche durchbrechen und lokale Korrosion (Lochfraßkorrosion) hervorrufen. Maßnahmen gegen den Verlust des passiven Korrosionsschutz sind:

- ▶ ausreichend große Betondeckung der Bewehrung,
- ▶ ein dichtes Porengefüge des Betons mit hohem Widerstand gegen Chloriddiffusion und Carbonatisierung.

Sichtbeton: Betonflächen mit besonderen Anforderungen an das Aussehen. Dabei ist die Sichtbetonfläche der nach Fertigstellung des Bauteils sichtbare Teil des Betons, der Merkmale der Gestaltung und Herstellung erkennen lässt. Die Oberflächengestaltung erfolgt primär durch die Schalung.

Spannbeton: Bewehrter Beton, der sich vom Stahlbeton dadurch unterscheidet, dass die Stahleinlagen mit einer Zugkraft vorgespannt werden.

Durch die Druckspannung, die dadurch im Beton hervorgerufen wird, bleiben Bauteile aus Spannbeton auch bei Auftreten von Zug- und Biegekräften annähernd rissfrei. Es muss auf der Zugseite erst die Druckvorspannung abgebaut werden, bevor Zug im Betonquerschnitt auftritt. Infolgedessen kann der gesamte Betonquerschnitt zum Tragen herangezogen werden. Dadurch kann der Bauteilquerschnitt verkleinert werden. Der Schutz durch die Betonumhüllung ist daher besonders wichtig.



© Nehrams2020; commons.wikimedia.org/

Stahlbeton: Beton ist ein druckfester, jedoch nicht sehr zugfester Baustoff. Werden Bauteile aus Beton auf Zug beansprucht, so können diese Kräfte durch ein zugfestes Material, z. B. Stahl, aufgenommen werden.

Dieser Bewehrungswerkstoff wird normalerweise auf der Zugseite des Bauteils im Betonquerschnitt vollkommen eingebettet (ausreichende Betondeckung). Wegen des kraftschlüssigen Verbunds zwischen Stahl und Beton spricht man von dem Verbundbaustoff Stahlbeton bzw. von bewehrtem Beton.

Stahlbetonfertigteile: Im Gegensatz zu Ortbeton werden Stahlbetonfertigteile zentral in Betonfertigteilwerken gefertigt und von dort auf die Baustelle transportiert. Hier erfolgt die Montage.



© Michael Schmahl; commons.wikimedia.org

ZTV-ING: Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) entstanden durch Zusammenführung der bisherigen ZTV-K, ZTV-BEL-B, ZTV-SIB, ZTV-RISS, ZTV-Tunnel, ZTV-RHD-ST, ZTV-VZB u. a., die sie zum Stichtag 01.05.2003 ersetzte.

Die ZTV-ING gilt für den Bau und die Erhaltung von Ingenieurbauwerken nach DIN 1076, jedoch nicht für Wasserbauwerke, die in den Geltungsbereich der ZTV-W fallen. Die Anwendung der ZTV-ING setzt voraus, dass die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB Teil C vereinbart sind.

Die einzelnen Abschnitte der ZTV-ING enthalten sowohl vertragliche Regelungen für die Lieferung, Prüfung, Bauausführung, Abnahme und Abrechnung wie auch Richtlinien für die Planung, Ausschreibung, Bauvorbereitung, Baudurchführung und Bauüberwachung. Der Inhalt gliedert sich in zehn Teile.

ZTV-W: Die ZTV-W erscheint in verschiedenen Ausgaben für die verschiedenen Leistungsbereiche. Für den Beton- und Stahlbetonbau (Leistungsbereich 215) gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien – Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215), kurz ZTV-W LB 215. Die ZTV-W LB 215 gliedert sich in die drei Teile:

- ▶ Teil 1 Bemessung und Konstruktion
- ▶ Teil 2 Beton
- ▶ Teil 3 Bauausführung.

Schleusen, Wehre, Sperrwerke, Schöpfwerke, Düker, Durchlässe, Hafengebäuden – einschließlich Nebenanlagen – fallen in den Geltungsbereich der ZTV-W. Sie soll Qualität und Dauerhaftigkeit in Hinsicht auf die besonderen Beanspruchungen im Wasserbau sicherstellen.



© thomaslerchphoto; stock.adobe.com



©Jani Brumat; unsplash.com

Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen):

Den Übereinstimmungsnachweis und die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) abzugeben.

Das Übereinstimmungszeichen muss der Länderverordnung über das Übereinstimmungszeichen entsprechen. In dem Ü enthalten sein muss der Name des Herstellers/Herstellwerks, die Grundlage der Übereinstimmungsbestätigung (z. B. die entsprechende eingeführte technische Baubestimmung) und ggf. die Bezeichnung oder das Bildzeichen der Zertifizierungsstelle.





©Scheer für WIEGEL Verwaltung GmbH



© thomaslerchphoto, stock.adobe.com

Bildnachweis:

Alle Bilder aus Internetquellen sind nach Creative Commons Lizenzen lizenziert: unsplash.com, commons.wikimedia.org. Die Urhebernennung erfolgt jeweils beim Bild



Verwendetes Stockphoto-Material von: stock.adobe.com, photocase.de
Die Urhebernennung erfolgt jeweils beim Bild

Alle übrigen:
WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG,
in medias res Marktkommunikation GmbH

Herausgegeben von:

WIEGEL Verwaltung
GmbH & Co KG

Hans-Bunte-Straße 25
D-90431 Nürnberg

Tel.: +49 (0)911 3 24 20-200

e-Mail: info@wiegel.de

Stand: September 2019



www.wiegel.de

www.wiegel.at

www.wiegel.cz

www.wiegel.sk