

Top12.
Infrastrukturbau
Brücken-, Tunnel- und
Wasserbauwerke



**Swiss
Steel**
Group

Top12. Stahl als Schlüsselkomponente

Nachhaltigkeit wird zur Norm

Top12

100 % recyclable

Die lebenszyklische Betrachtung von Bauwerken wird zur normativen Verpflichtung: Nachhaltigkeit, Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit bilden künftig eine untrennbare Einheit in der europäischen Baupraxis – ein Konzept, das die Swiss Steel Group bereits seit langem verfolgt.

**Mit der seit Januar 2025 geltenden Bau-
produktenverordnung (BauPVO 2024)
hat die Europäische Union die Anforder-
ungen an Bauwerke und Bauprodukte
grundlegend neu definiert.**

Erstmals werden Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit gleich-
rangig neben der mechanischen Festigkeit als verbindliche
Grundanforderungen verankert. Ab Januar 2026 treten diese
Anforderungen mit rechtsverbindlichen Nachweispflichten in
Kraft. Sie betreffen Planung, Ausführung, Nutzung sowie den
Rückbau bzw. die Wiederverwendbarkeit von Bauwerken.

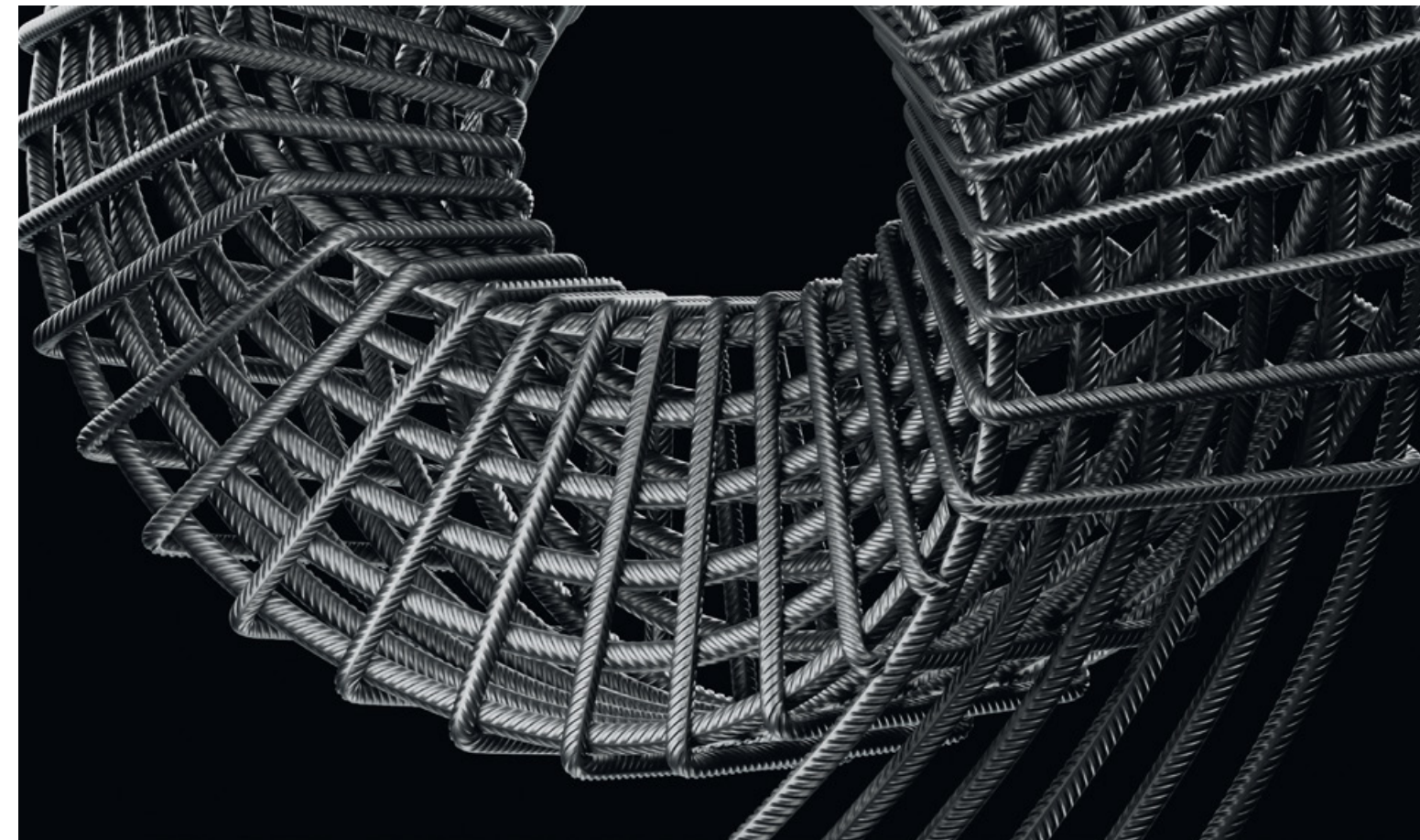
Paradigmenwechsel im Bauwesen

Die Bewertung eines Bauwerks darf nicht mehr isoliert auf seine
Herstellungskosten beschränkt bleiben, sondern muss die
gesamten Lebenszykluskosten – also die Aufwendungen für
Nutzung, Instandhaltung und Rückbau – einbeziehen. Dieses
Prinzip der lebenszyklischen Investitionsbetrachtung verändert
den Begriff der Wirtschaftlichkeit grundlegend. Entscheidend
ist nicht mehr der niedrigste Erstinvest, sondern der geringste
Aufwand über die vertraglich festgelegte Lebensdauer. Gerade
im Infrastruktursektor mit seinen hoch chloridexponierten
Bauteilen im Brücken-, Tunnel-, Hafen- und Wasserbau wirkt
sich diese Neubewertung unmittelbar aus.

Wirtschaftlichkeit dauerhaft sichergestellt

Mehrere von der Swiss Steel Group initiierte Untersuchungen
zeigen, dass die bis zu 100-jährige Dauerhaftigkeit solcher
Bauwerke nur mit korrosionsresistenten Bewehrungsstählen
wirtschaftlich erreicht werden kann. Der ferritische Chromstahl
Top12 reduziert im Vergleich zu unlegiertem Betonstahl die
Lebenszykluskosten je nach Bauteil um bis zu 95 % – bei gleich-
zeitig höherem Materialwiderstand und Gebrauchstauglichkeit.
Klassische Betonersatzsysteme und Oberflächenschutz-
systeme verlieren damit an Relevanz, da sie wartungsintensiv
und anwendungskritisch bleiben.

Zudem können Investoren und Planer mit der neuen Webap-
plikation OCIMA der Swiss Steel Group erstmals die Ziellebens-
dauer von chloridbeaufschlagten Stahlbetonbauteilen nach
ihrer Wahrscheinlichkeit bemessen. OCIMA berücksichtigt
neben anderen materialtechnischen Faktoren auch das Lang-
zeitverhalten von unlegiertem Betonstahl im Vergleich zum
antikorrosiven Top12. Diese Software ermittelt den Transport
von Chloriden durch die Betonüberdeckung und prognostiziert
den Zeitpunkt, zu dem eine kritische, korrosionsauslösende
Chloridkonzentration auf der Stahloberfläche erreicht wird.



Die OCIMA App ist in zwei Versionen erhältlich: als Standard-
und Expertenversion. Die Standardversion ist systemgeführt und
benötigt keine speziellen Programm- oder Statistikkenntnisse.



QR-Code für die OCIMA App (Standardversion).
Berechnen Sie die Ziellebensdauer Ihrer
Stahlbetonbauten – kostenlos und online.
ocima-swisssteel-group.com

Top12. Built to Last

Immun gegen Chloride und CO₂

Brücken, Tunnel und Anlagen im maritimen Wasserbau gehören zu den dauerhaft am stärksten beanspruchten Bauwerken des Infrastruktursektors.

Neben den statischen Einwirkungen durch Verkehrs- und Eigenlasten sind es vor allem die chemischen Angriffe – insbesondere Chloride aus Meerwasser oder Tausalzen –, die den Stahlbeton über Jahrzehnte massiv schädigen. Chloride dringen selbst durch feinste Rissbreiten oder Kapillarporen in den Beton ein. Beim Erreichen der kritischen Chloridkonzentration setzen die elektrochemischen Korrosionsprozesse ein.

Die Folgen sind volumenvergrößernde Korrosionsprodukte wie Risse und Abplatzungen oder Querschnittsminderungen bis hin zum Tragfähigkeitsversagen des Betonstahls.

Neue Werkstoffstrategien für den Infrastrukturbau

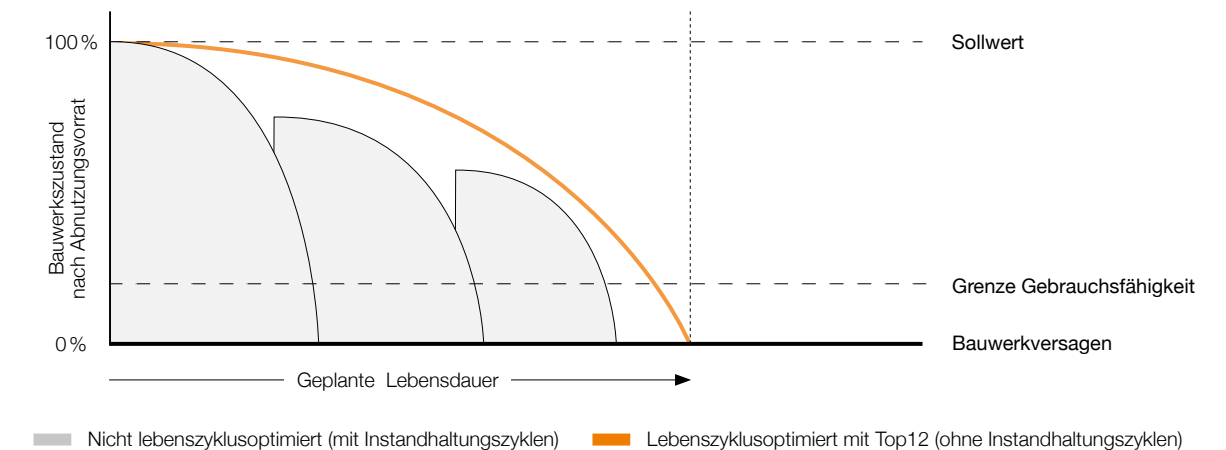
Der Langzeitwiderstand des Verbundwerkstoffes Stahlbeton gegen diese Form des Korrosionsangriffs wurde über Jahrzehnte hinweg wenig beachtet oder falsch bewertet. Sichtbar wird dies an der Vielzahl geschädigter Verkehrsbauwerke, deren Instandsetzung aufgrund fortgeschrittener Bewehrungskorrosion notwendig wird – mit erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten.

Aus der Werkstofflogik des Verbundsystems ergeben sich zwei grundsätzliche Lösungsansätze. Auf der Betonseite lag der Fokus bislang auf der Reduktion der Chloriddiffusion durch höhere Gefügedichten. Hierzu wurden Zusatzstoffe wie Hüttensande oder Flugasche verwendet, deren Reaktionsprodukte den Porenraum verkleinern und die Durchlässigkeit deutlich verringern. Mit dem Rückgang kohlenstoffbasierter Energieerzeugung werden diese industriellen Nebenprodukte künftig jedoch nur noch begrenzt verfügbar sein – die Bontechologie steht damit vor einer strukturellen Zäsur. Ergänzende Oberflächenschutzsysteme oder Hydrophobierungen schaffen zwar zusätzliche Barrieren, führen aber zu hohen Wartungs- und Instandsetzungsaufwendungen.

Dauerhaftigkeit von Stahlbeton unter Chloridexposition

Die zweite Strategie setzt beim Stahl selbst an. Durch gezielte Legierungen (insbesondere durch die Zugabe von Chrom) lässt sich die durch Chloride und Carbonatisierung ausgelöste Bewehrungskorrosion dauerhaft reduzieren. Der Einsatz von Duplexstählen (mind. 21 % Cr) wurde bislang wegen seiner sehr hohen Materialkosten auf Bauwerke in extrem aggressiven Umgebungen begrenzt. Mit der Entwicklung des Top12 ist es gelungen, durch einen speziellen Mix aus Legierungsdesign und Nachbehandlung (Beizen) die Materialkosten bei ausreichender Dauerhaftigkeit und Korrosionsbeständigkeit erheblich zu senken.

Lebensdauer Bauwerk mit und ohne Lebenszyklusoptimierung



- Top12 repräsentiert eine neue Werkstoffgeneration, welche die Lücke zwischen normalem Betonstahl und hochlegierten Edlstählen schliesst.



Quelle: B+S AG, Luzern



Eine dauerhaft funktionsfähige Infrastruktur wird künftig ein noch wichtigerer Standortfaktor im globalen Wettbewerb sein. Im Infrastrukturbau sind damit die Verkehrs- und Versorgungsnetze gemeint – wie Strassen, Brücken, Tunnel, Schleusen, Kanäle und Hafenanlagen etc.

Top12. Werkstoffcharakteristik

Eigenschaften, Eignung, Anwendung

Top12 ist ein antikorrosiver Betonstahl der Werkstoffklasse 1.4003 mit einem Massenanteil > 12 % Chrom. Er ist besonders geeignet für Bauwerke mit hohen Anforderungen an die chloridinduzierte Korrosionsbeständigkeit.

Zudem ist der Top12 auch in carbonatisiertem Normal- und Leichtbeton dauerhaft korrosionsbeständig. Sein kritischer Chloridgehalt liegt im Mittel bei 2,3 M-%/z – und ist damit um ca. 360 % höher als beim herkömmlichen Betonstahl B500B. Auch bei ungünstiger Betonrezeptur oder reduzierter Betonüberdeckung bleibt der Korrosionsschutz dauerhaft erhalten.

Erhöhte Korrosionsbeständigkeit

Eine viermal höhere Chloridbeständigkeit gegenüber konventionellem Betonstahl.

Minimale Lebenszykluskosten (Lifecycle Costs)

Bis zu einer siebenfach höheren Langlebigkeit von chlorid-exponierten Bauteilen.

Gut in bestehende Arbeitsabläufe integrierbar

Top12 kann analog dem Betonstahl B500B verarbeitet werden ohne spezielle Handhabung.

Gesicherte Normkonformität

Top12 hat in Deutschland die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ Nr. Z-1.4-266, Z-1.4-272) und ist im Schweizer SIA-Register für normkonforme nichtrostende Betonstähle gelistet.

Novum in der Zulassung

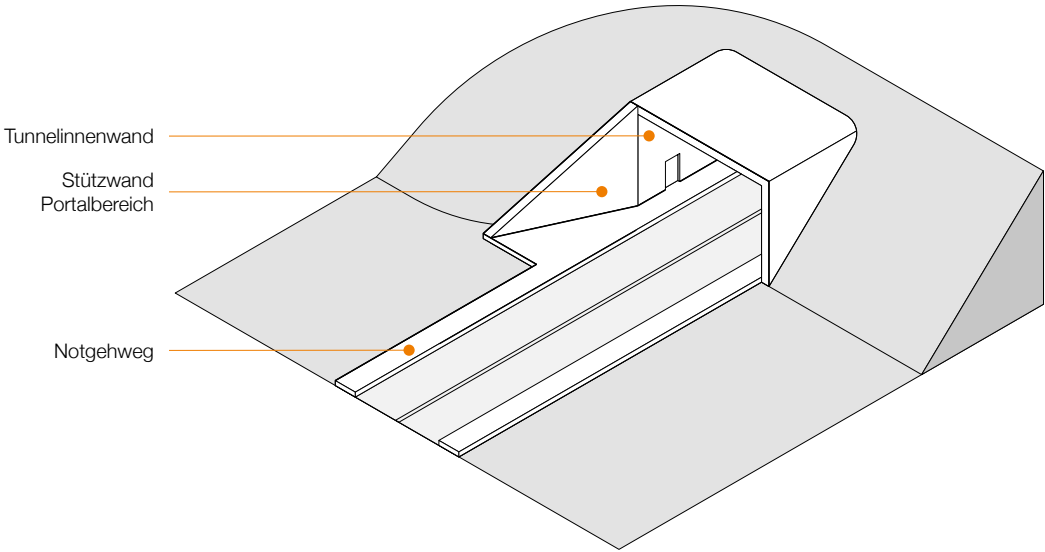
Mit der deutschen Zulassung (AbZ) des Top12 gilt – erstmals und europaweit – der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt (C_{crit}) als Masseinheit für den Korrosionswiderstand.

Mechanische Eigenschaften

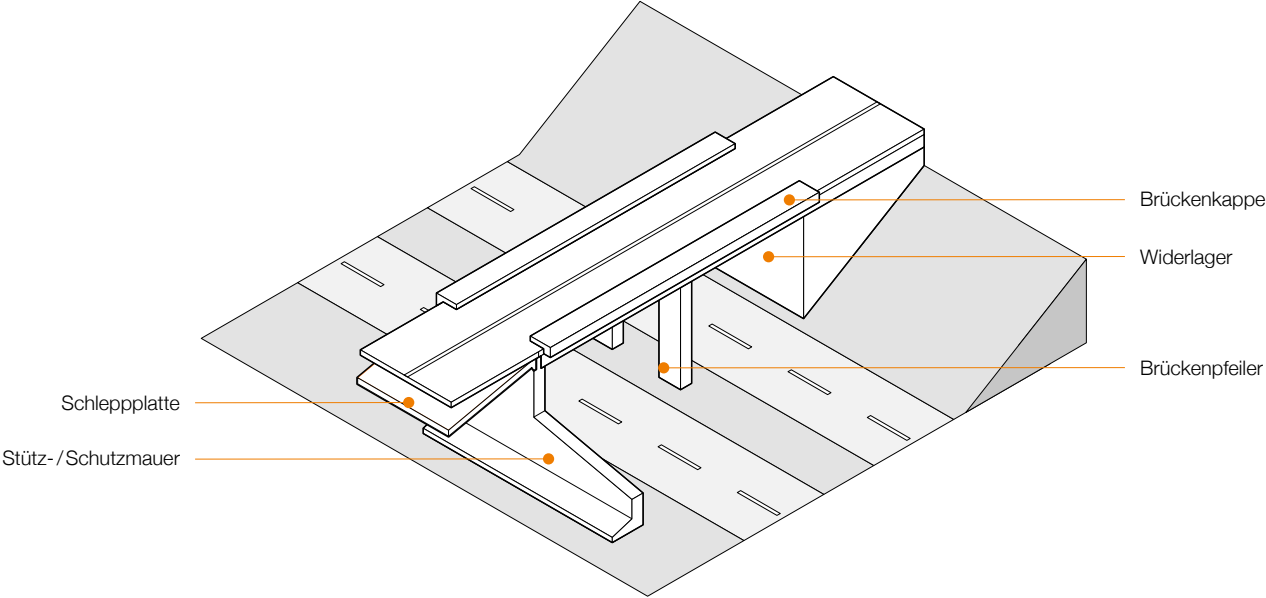
	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Streckgrenzenverhältnis $R_m / R_{p0,2}$	Dehnung bei Höchstkraft A_{gt}	E-Modul bei 20°C
	[MPa]	[–]	[%]	[GPa]
Top12 8 – 14 mm ¹⁾	≥ 500	≥ 1.08	≥ 5.0	210
Top12 16 – 43 mm ²⁾	≥ 670	≥ 1.08	≥ 5.0	210

¹⁾ Walzdraht ²⁾ Stabstahl

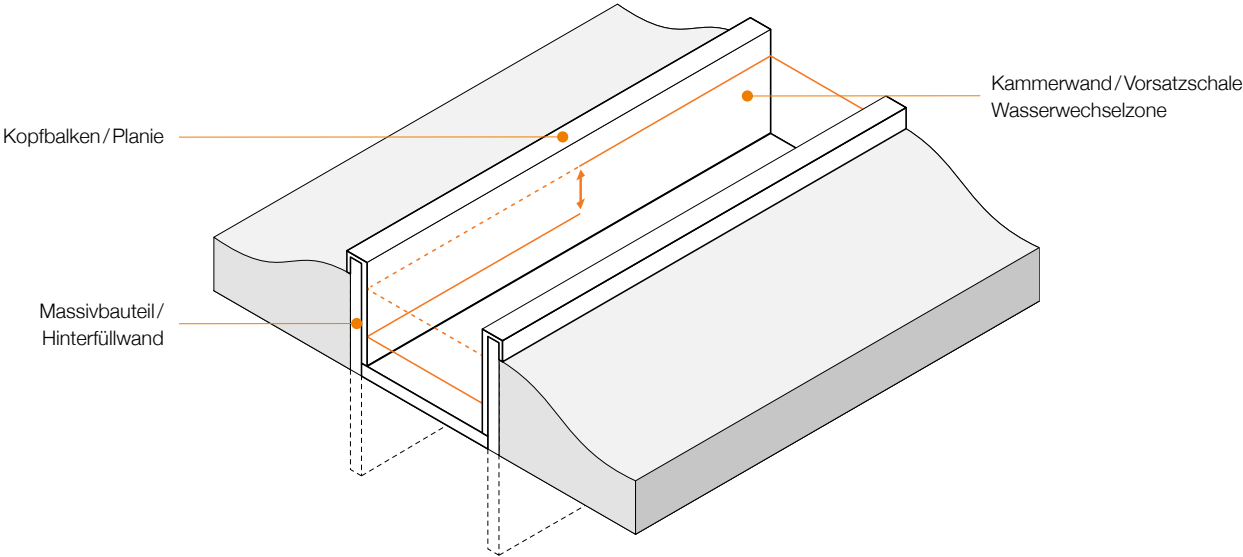
Top12 – Chloridexponierte Bauteile im Tunnelbau



Top12 – Chloridexponierte Bauteile im Brückenbau



Top12 – Chloridexponierte Bauteile/Bauteilzonen im maritimen Wasserbau



Top12. Brückenbau

Intelligent geplanter Korrosionsschutz

Neuere Studien zeigen, dass inzwischen weit über 70 % aller Brückenschäden in Deutschland auf chloridinduzierte Korrosion zurückzuführen sind.

Kaum ein anderer Bereich des Infrastrukturbausektors steht in vergleichbarer Weise unter Dauerbelastung wie der Brückenbau. Steigendes Verkehrsaufkommen mit immer höheren Achslasten, Tausalze, Spritzwasser und wechselnde Feuchtezyklen führen an zahlreichen Bauwerken bereits nach wenigen Jahrzehnten zu massiven Chlorideinträgen in den Beton – und in der Folge zur Bewehrungskorrosion. Besonders gefährdet sind Bauteile und Bauteilzonen mit direkter Exposition wie Brückenkappen, Mittelpfeiler, Widerlager und Stützmauern.

Im Stahl liegt die Lösung

Treffen hohe Chloridbelastungen auf die begrenzten Widerstandswerte konventioneller Betone – verstärkt durch schwankende Ausführungsqualität –, sind vorzeitige Schäden in der Regel nicht zu vermeiden. Durch den erhöhten Chromgehalt bildet der Top12 eine stabile Passivschicht, die zuverlässig eine Korrosionsinitiierung verhindert. Durch den gezielten, flächenbegrenzten Einsatz des antikorrosiven Top12 lassen sich diese gefährdeten Bauteile dauerhaft schützen.

Instandsetzung wird verzichtbar

In verschiedenen Lebenszyklusstudien konnte nachgewiesen werden, dass mit Top12 ausgeführte Stahlbetonbauteile über eine Nutzungsdauer von ≥ 100 Jahren ohne Instandsetzungsmassnahmen betrieben werden können. Die Einsparungen bei den Instandhaltungs- und Verkehrssicherungskosten übertreffen die anfänglichen Materialmehrkosten um ein Vielfaches.

Zonierte Mischbewehrung

Darüber hinaus ermöglicht Top12 neue Ansätze in der konstruktiven und wirtschaftlichen Optimierung. Durch Mischbewehrungsaufbauten aus legierten und unlegierten Stählen lässt sich die Bewehrung gezielt an die Exposition einzelner Bauteilzonen anpassen – zum Beispiel legiert in den chloridbelasteten Randbereichen, unlegiert im geschützten Kern. Da zwischen Top12 und konventionellem Betonstahl keine Kontaktkorrosion auftritt, sind solche Hybridlösungen im Beton technisch unbedenklich und normgerecht ausführbar.

Ursachen für Schäden an Brückenbauwerken

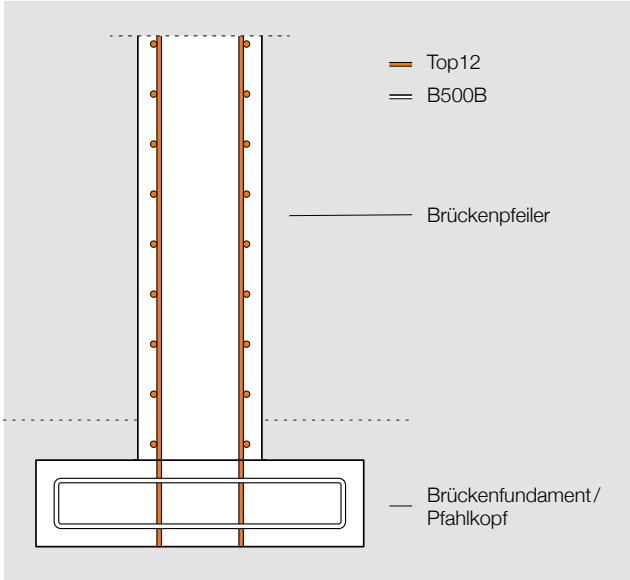


– Top12 steht beispielhaft für den Wandel im Brückenbau: weg von instandsetzungsorientierten Konzepten hin zu einer integrativen Werkstoff- und Lebenszyklusplanung



Top12 Ausführungsvariante Brückenpfeiler

Prinzipdarstellung



Quelle: © Kost+Partner AG, Sursee/Luzern

Top12. Tunnelbau

Lebenszyklische Dauerhaftigkeit

Auf Tunnel- und Galeriebauwerke wirken neben dem Gebirgs-, Erd- und Wasserdruck auch extreme Umweltbelastungen – insbesondere Frost-Tau-Wechsel und chloridinduzierte Belastungen durch Tausalze.

Diese Kombination führt bei herkömmlich bewehrten Stahlbetonkonstruktionen häufig zu Schädigungen, die ebenfalls nach kurzer Nutzungszeit auftreten können. Besonders gefährdet sind Stützmauern im Portalbereich, Innenwände und Notgehwege, die dem Spritzwasser wie dem Frost direkt ausgesetzt sind.

Werkstoffwahl als Schlüssel zur Dauerhaftigkeit

Dauerhaft wirksam ist dagegen der Einsatz korrosionsbeständiger Bewehrungsstähle. Der ferritische Chromstahl Top12 bildet eine stabile, selbstpassivierende Oxidschicht, die auch bei hohen Chloridkonzentrationen beständig bleibt.

Dies wurde eindrucksvoll im Langzeitfeldversuch Naxbergtunnel des Schweizer Bundesamts für Strassen (UVEK, 2012) bestätigt. In 32 instrumentierten Betonplatten mit verschiedenen Betonen und Stahlqualitäten blieb Top12 nach über zwölf Jahren realer Spritzwasser- und Tausalzexposition vollständig korrosionsfrei, während unlegierte Bewehrungen bereits nach einer kurzen Zeitspanne depassivierten. Der Feldversuch Naxberg gilt als Meilenstein der Dauerhaftigkeitsforschung im Tunnelbau. Er zeigt, dass Dauerhaftigkeit in der Planung und Konstruktion über die richtige Werkstoffauswahl entschieden wird.

Die Ziellebensdauer wird planbar

Mit der Einführung des Performance-Prinzips in der Dauerhaftigkeitsbemessung (DIN EN 1992, BauPVO 2024) lassen sich solche Materialentscheidungen heute auch rechnerisch absichern. Tools wie OCIMA ermöglichen die probabilistische Bewertung der Korrosionsinitiation unter realen Expositionsbedingungen und eröffnen damit eine neue Dimension der Planbarkeit im Tunnelbau.

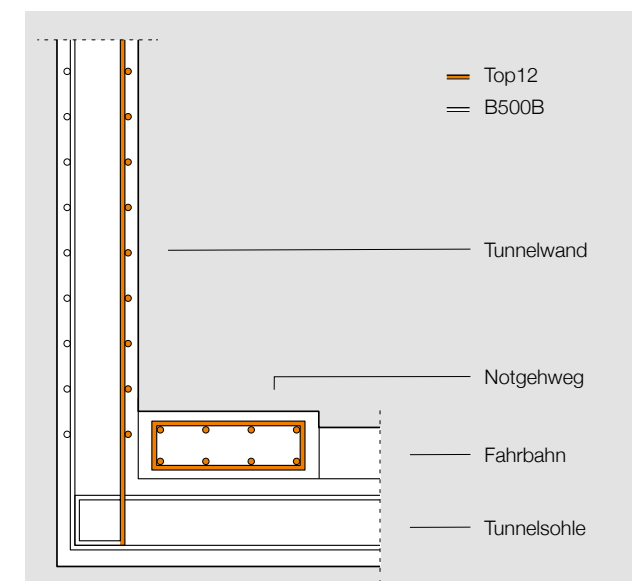
Auf dieser Basis lässt sich die rechnerische Ziellebensdauer chloridexponierter Tunnelbauteile mit probabilistischen Softwareprogrammen wie OCIMA von der Swiss Steel Group verlässlich nachweisen. Top12 erzielt dabei vielfach eine Nutzungsdauer von weit über 100 Jahren in der Expositions-kategorie XD3 – mit minimalem Instandhaltungsaufwand und daher deutlich reduzierten Lebenszykluskosten.

- Top12 verlängert die Initiierungsphase der Korrosion signifikant und ermöglicht rechnerisch eine Nutzungsdauer von ≥ 100 Jahren bei einer XD3-Exposition.



Top12 Ausführungsvariante Tunnelinnenwand/Notgehweg

Prinzipdarstellung



Top12. Maritimer Wasserbau

Widersteht den Gezeiten

Stahlbetonbauwerke, die dauerhaften Wasser-, Salz- oder jahreszeitlichen Frostbelastungen ausgesetzt sind, gehören zu den anspruchsvollsten Anwendungen des Bauingenieurwesens.

Chloride aus Meerwasser, Spritz- oder Tausalze, Frost-Tau-Wechsel sowie die ständige Feuchtebeanspruchung erzeugen ein komplexes Beanspruchungsumfeld, das konventionelle Schutzkonzepte zunehmend an ihre Grenzen bringt. Untersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) zeigen, dass chloridinduzierte Bewehrungskorrosion eine der häufigsten Schadensursachen bei Wasserbauwerken darstellt. Besonders betroffene Bauteile der Expositionsklasse XS3 sind Pfeiler, Wände oder meereswasserbelastete Spritzzonen von Kaianlagen, Molen, Schleusen, Offshore-Bauwerken etc.

Zeit für ein Umdenken

Die Kombination aus Chlorideinwirkung, Frost-Tau-Wechsel und ständiger Feuchtebeanspruchung führt zu komplexen Schadensmechanismen, die eine besondere Materialauswahl erfordern.

Im Unterschied zu Brücken- oder Tunnelbauwerken wirken im Wasserbau zusätzliche material- und konstruktionsbedingte Einflussgrößen: Risse infolge der Hydratationswärme massiger Bauteile, unterschiedliche Wasserwechselzonen, hohe Wasserdurchströmungsintensität und dauerhafte Mikrobewegungen im Beton infolge hydrostatischer Druckschwankungen. All dies begünstigt die Chloriddiffusion und führt zu einer beschleunigten Depassivierung konventioneller Bewehrungsstähle.

Top12 als integrative, dauerhafte Werkstofflösung

Da die Standardbauweise mit Hochofenzementen (CEM III) künftig immer weniger zur Verfügung steht, gewinnt der gezielte Einsatz nichtrostender Bewehrungsstähle an zentraler Bedeutung – gerade in hoch exponierten Bereichen mit Chloridbelastung und begrenzter Zugänglichkeit für Instandsetzungen. Hier erweist sich der ferritische Betonstahl Top12 als besonders geeignete Lösung. Durch seine dichte, selbstpassivierende Schutzschicht liegt der kritische Chloridgehalt im Mittel bei 2,3 M.-%/z – und ist damit um ein Vielfaches höher als beim herkömmlichen Betonstahl B500B.

Besondere Vorteile bietet auch hier der mögliche Mischbewehrungsaufbau, bei dem Top12 in den oberflächennahen Betonrandzonen und konventioneller B500B im Kern eingesetzt wird. Top12 steht damit für einen grundlegenden Wandel in der Dauerhaftigkeitsplanung von Wasserbauten aus Stahlbeton: weg von reaktiven Schutzkonzepten hin zu einer integrativen, werkstoffbasierten Strategie.

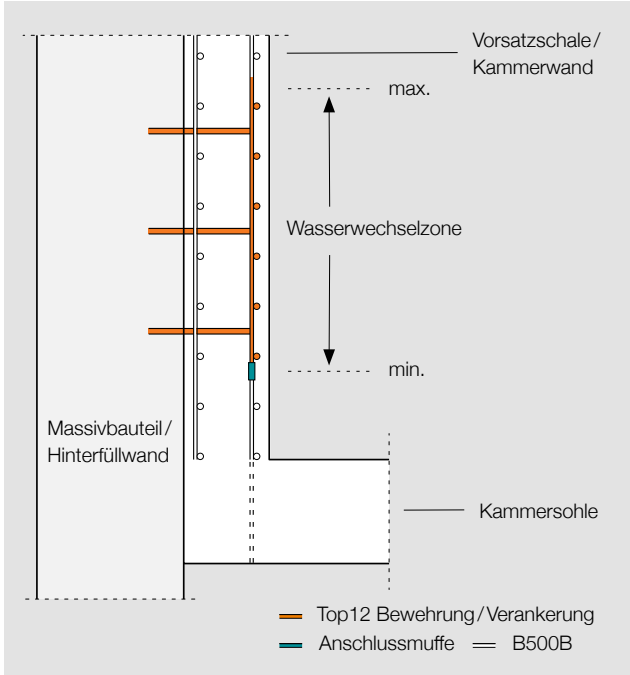
»Alternative Schutzkonzepte (z. B. KKS, OS-Systeme, Carbon- oder GFK-Bewehrung) sind im maritimen Verkehrswasserbau technisch und/oder wirtschaftlich weniger geeignet.«

Rahimi und Westendarp (2024), Bundesanstalt für Wasserbau



Top12 Ausführungsvariante Vorsatzschale

Prinzipdarstellung



Top12. Bilanzierung Lebenszykluskosten

Forschung neuester Stand

Erst mit der Analyse der Lebenszykluskosten können die material- wie bautechnischen Varianten im Infrastruktur-betonbau ökonomisch und ökologisch fundiert bewertet werden.

Lebenszykluskostenanalysen für Brückenkappen und Mittelpfeiler belegen, dass die anfänglich höheren Materialkosten des ferritischen nichtrostenden Betonstahls Top12 durch den Entfall wiederkehrender Instandsetzungen mehr als kompensiert werden. Bei Brückenkappen entfallen durch den Top12

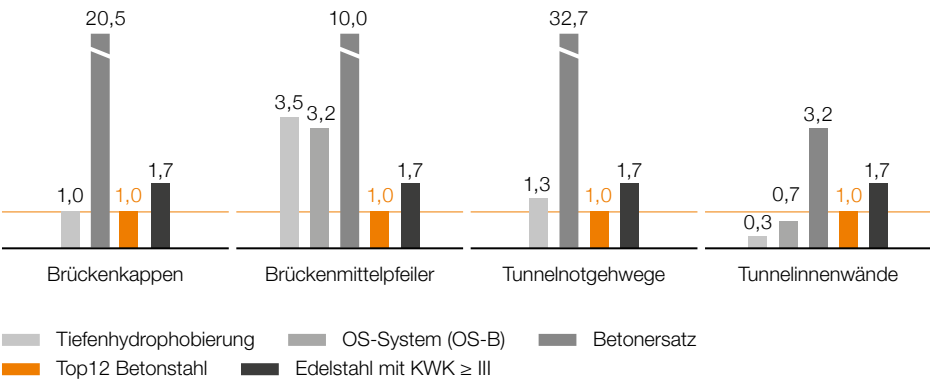
zwei sonst notwendige Erneuerungszyklen; dadurch sinken die Lebenszykluskosten um rund 90–95 % gegenüber der Standardausführung mit B500B. Ähnliche Ergebnisse ergeben sich für die Mittelpfeiler von Brückenbauwerken: Trotz höherer Anfangskosten erreicht Top12 über 100 Jahre eine signifikant bessere Gesamtbilanz, sobald die Kosten aus den Instandsetzungsmassnahmen einbezogen werden.

Auch im ökologischen Vergleich führt die Vermeidung von Instandsetzungsmassnahmen zu erheblichen Vorteilen: Während die Ersterstellung mit Top12 ein höheres GWP (Global Warming Potential) aufweist, reduzieren sich die kumulierten Emissionen

Lebenszykluskosten unterschiedlicher material- und bautechnischer Varianten

Die bauteilbezogene Darstellung ist normiert auf den Top12 Betonstahl.

Die Lebenszykluskosten von Top12 entsprechen jeweils dem Faktor 1.



über 50 bzw. 100 Jahre um etwa 70 %. Ein wesentlicher Teil des CO₂-Vorteils im Lebenszyklus entsteht durch vermiedene Staus und Umleitungsverkehre.

Eindeutige material- wie bautechnische Vorteile

Im Meerwasserbereich bestätigt ein neu veröffentlichtes BAWMerkblatt (MBM) diesen lebenszyklischen Bewertungsansatz. Bauwerke der Expositionsklasse XS3 sind stark schwankenden Chloridbelastungen ausgesetzt, insbesondere in Wasserwechsel- und Spritzwasserzonen. In diesen Bereichen tritt selbst bei kleinsten Rissbreiten im Beton kein sicherer Selbstheilungseffekt ein; ebenso kann der Beton allein die Chlorid-Penetration nicht dauerhaft begrenzen. Daher fordert das neue Merkblatt für Bauteile mit hohem Verfügbarkeits-

anspruch oder schlechter Zugänglichkeit (Bauteilkategorie M1) den Einsatz eines nichtrostenden Betonstahls wie den kostenoptimierten Top12, um die Korrosionsgefährdung dauerhaft ausschliessen zu können. Diesen robusten Schutz erfüllt der Top12 auch bei hohen Oberflächenchloridgehalten und komplexen Beanspruchungen in zonierte Bauweisen – z. B. Vorsatzschalen in der Wasserwechselzone. Hier können die dauerhaft exponierten Bewehrungslagen korrosionsfrei ausgebildet werden, ohne komplizierte oder unsichere Ersatzstrategien zu benötigen. Das Merkblatt unterstreicht, dass diese Lösung über den gesamten Nutzungszeitraum hinweg sowohl wirtschaftlich als auch nachhaltig ist, da sie Betriebsunterbrechungen, Instandsetzungskosten und ökologische Belastungen wirksam reduziert.



QR-Code für den Fachartikel:
„Lebenszykluskosten sind entscheidende Kenngrösse zur wirtschaftlichen und nachhaltigen Ausführung von Brücken- und Tunnelbauwerken“



QR-Code für das BAWMerkblatt:
„Bau und Instandsetzung massiver Wasserbauwerke im Meerwasser“





Swiss Steel Group

construction@swisssteelgroup.com

www.steelforconstruction.com/de/

Find your local contact:

