

Nichtrostender Betonstahl **Top12**
Dauerhafte Kunstbauten

SWISS STEEL

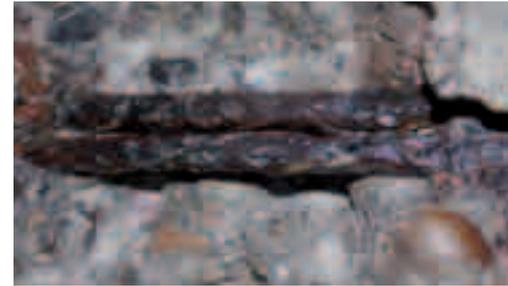
Providing special steel solutions



Debrunner Acifer

klöckner & co multi metal distribution





Instandsetzungen sind teuer – aber vermeidbar

Viele Stahlbetonbauten weisen heute Schäden auf Grund von Bewehrungskorrosion auf und müssen mit grossem finanziellen und technischen Aufwand instandgesetzt werden. Ursache dieser Schäden ist bei Kunstbauten meistens die Einwirkung von Taumitteln. Chloride dringen zur Bewehrung vor und führen zur Depassivierung des Stahls – die Folge: Korrosion. Im Bauwesen setzt sich nun mehr und mehr eine weitsichtige Denkweise durch. Die Kosten zukünftiger Bauwerkserhaltung (Lebenszykluskosten) werden immer häufiger berücksichtigt. Ziel ist es, die Dauerhaftigkeit von Bauwerken zu erhöhen und zukünftige Instandsetzungen zu vermeiden.

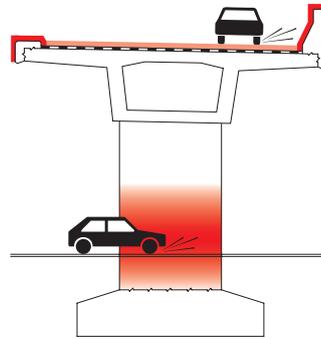
Es bieten sich betonseitige Massnahmen an: Erhöhung der Bewehrungsüberdeckung, dichter Beton oder (wiederholte) Oberflächenbehandlung. Nicht immer jedoch können diese Massnahmen eingesetzt werden, und nicht immer funktionieren sie. Es liegt auf der Hand, die Bewehrung korrosionsbeständiger zu machen, sprich: nichtrostenden Stahl zu verwenden. Top12 ist der kostengünstigste Vertreter der Klasse nichtrostender Stähle.



Gefährdete Bereiche

Die am stärksten gefährdeten Bauteile befinden sich im Stand- und Spritzwasserbereich. Die von der Norm SIA 262 für diese Bereiche geforderten Bewehrungsüberdeckungen sind auf eine Nutzungsdauer von 50 Jahren – ein dichter Überdeckungsbeton vorausgesetzt – ausgelegt. Für eine längere Nutzungsdauer sind weitergehende Massnahmen erforderlich, z.B. eine höhere Korrosionsbeständigkeit der Bewehrung [1].

[1] Merkblatt SIA 2029 «Nichtrostender Betonstahl» (in Arbeit)



Beurteilung der Dauerhaftigkeit schafft Klarheit

Die heutigen Normenwerke regeln die Bemessung von Stahlbetonbauten unter statischen und dynamischen Einwirkungen. Wenig Unterstützung bieten sie bei der Bemessung auf Dauerhaftigkeit. Eine Beurteilung der Dauerhaftigkeit ist mittels Bewertung der Einwirkungen und Problemfelder (siehe gegenüberliegende Seite) möglich: 2 = hohes, 1 = mittleres, 0 = geringes Gefahrenpotential bzw. entsprechender Anspruch. Ergibt sich in der Summe der bewerteten Einwirkungen und Problemfel-

dern ein Wert von 4 oder höher, wird die Verwendung von Top12 empfohlen. Ergibt sich ein Wert von 9 oder höher, wird die Verwendung von noch korrosionsbeständigeren Stählen empfohlen. Dies drängt sich beispielsweise bei sehr geringer Bewehrungsüberdeckung kombiniert mit aggressiver Exposition auf.



Die Zahlen bei den Piktogrammen bezeichnen die Bewertung der Einwirkungen und Problemfelder: 2 = hohes, 1 = mittleres, 0 = geringes Gefahrenpotential bzw. entsprechender Anspruch.

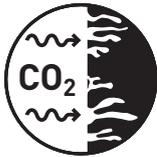
Einwirkungen



Taumittel

Hohes Gefahrenpotential bei intensivem Winterdienst, vielbefahrenem Strassenabschnitt.

Beispiele: Autobahnbrücke, Galerie, Tunneleinfahrt



Karbonatisierung des Betons

Hohes Gefahrenpotential bei Betonsorten mit reduzierter Alkalität oder Betone mit wenig Langzeiterfahrung.

Beispiele: Leichtbetone, Betone mit Mischgranulat

Problemfelder



Reduzierte Bewehrungsüberdeckung

Gefahrenpotential 0 entspricht normkonformer, 1 leicht reduzierter und 2 auf 50% und weniger reduzierter Bewehrungsüberdeckung.

Beispiel: aufgrund geometrischer Einschränkungen keine normkonforme Überdeckung möglich



Korrosionsgefahr infolge Rissbildung

Hohes Gefahrenpotential bei behinderten Verformungen.

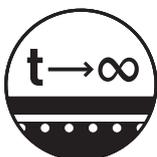
Beispiele: an- oder aufbetonierte Bauteile wie erneuerte Konsolen, fugenlose Konstruktionen



Schwierige Ausführung / schwankende Ausführungsqualität

Hoher Anspruch bei hohen Anforderungen an die Bewehrungsführung oder bei schwierigen räumlichen Verhältnissen bei der Bauausführung. Wird keine besondere Ausführungskontrolle durchgeführt, ist von einem mittleren Gefahrenpotential auszugehen.

Beispiele: Instandsetzung unter Verkehrslast, bauen in engen Platzverhältnissen, gewünschte Betonqualität nicht lieferbar



Lange Lebensdauer

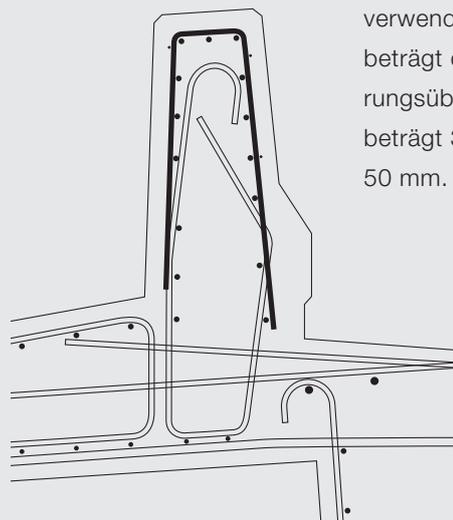
Hoher Anspruch (2) entspricht 80–100-jähriger, mittlerer Anspruch (1) entspricht mindestens 50-jähriger und geringer Anspruch (0) entspricht 25-jähriger (= Verschleisssteil) geplanter Nutzungsdauer.

Beispiele: wichtige Infrastrukturbauwerke wie Brücken und Tunnels



Brückenneubau: robust und langlebig

Die Sunnibergbrücke bei Klosters (GR) überspannt das Tal der Landquart auf einer Strecke von 526 Metern in einer Kurve. Für die äussere Bewehrung der Leitmauern (Bügel + Montageeisen) wurde der Betonstahl Top12 verwendet. Die Lebensdauer des Bauteils beträgt dadurch 80-100 Jahre. Die Bewehrungsüberdeckung der Montageeisen beträgt 35 mm, jene der Bügelbewehrung 50 mm.





2



0



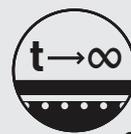
0



1



1



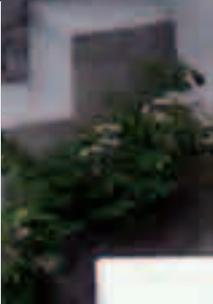
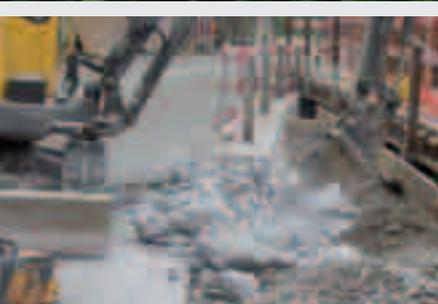
2

Bauherr: Tiefbauamt Kt. Graubünden

Konzept: Christian Menn, Chur

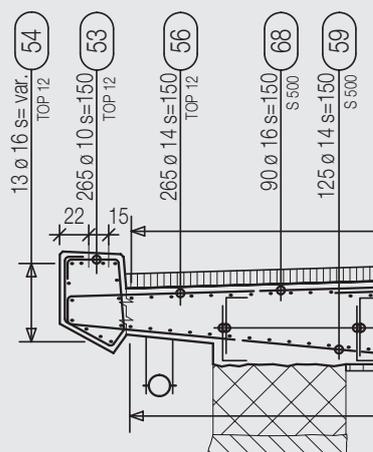
Projektierung: Bänziger + Köppel + Brändli + Partner, Chur

Ausführung: 1996–1998



Instandsetzungen vermeiden kostet nicht viel

Die ehemalige Natursteinbrücke der Gott-hardstrasse bei Intschi war bereits 1961 um eine auskragende Stahlbetonkonstruktion erweitert worden. Die nun auszuführenden Arbeiten beinhalteten die Instandsetzung der Kunstbaute und den Einbau einer Betonplatte inkl. Kragplatte auf einer Länge von 120 Metern. Um die Dauerhaftigkeit des expo-nierten und rissgefährdeten Konsolkopfes zu erhöhen, wurde für dessen Bewehrung Top12 verwendet. Die Mehrkosten für 5.3 Tonnen Top12 betragen 18'000 Franken oder etwa 2% der Kosten der gesamten Instandsetzung.





2



0



0



2



1



1

Position	Kosten in Fr.	Anteil
Baustelleneinrichtungen, Verkehrsleitmassnahmen	79 000	9%
Lehr-, Schutz- und Montagegerüst	113 000	13%
Bohren und trennen von Beton und Mauerwerk	20 000	2%
Baugruben und Erdbau	53 000	6%
Abdichtungen (400 m²) und Belag (200 t)	159 000	19%
Kanalisation und Fahrzeugrückhaltesysteme	42 000	5%
Ortbetonbau:		
-Beton und Schalung	178 000	21%
-Bewehrung (ohne Mehrkosten Top12)	57 000	7%
-Mehrkosten durch Verwendung von 5.3 t Top12	18 000	2%
Ingenieurarbeiten	135 000	16%
Total	854 000	100%

Bauherr: Tiefbauamt Kanton Uri
 Ingenieur: Synaxis AG, Altdorf
 Ausführung: 2009

Enge Platzverhältnisse



Der chloridbelastete Beton der von Robert Maillart projektierten Traubachbrücke wurde bis auf die bestehende Bewehrung abgetragen. Die neue Vorbetonierung wurde mit Top12 bewehrt. Eine Beschichtung als Korrosionsschutz wäre zu wenig robust gewesen. Mit Top12 reichen 30 mm Bewehrungsüberdeckung, um Instandsetzungen während 50 Jahren zu vermeiden und die lichte Weite der Fahrbahn nicht einzuschränken.

Bauherr: Einwohnergemeinde Habkern
Ingenieur: Diggelmann + Partner AG, Bern
Ausführung: 2004–2005

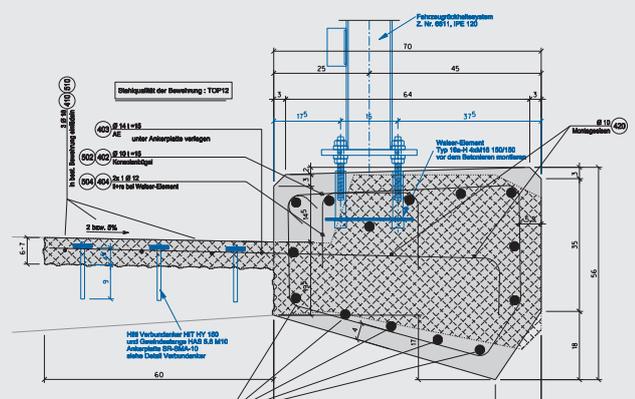


Dauerhaft ausbilden



Bei der A1-Verzweigung Härkingen wurden die Überführungsbauwerke umfassend instandgesetzt. Die Konsolköpfe waren infolge Bewehrungskorrosion geschädigt und mussten ersetzt werden. Dank der Verwendung von Top12 werden zukünftige Instandsetzungen und die damit einhergehenden Kosten und Verkehrsbehinderungen vermieden.

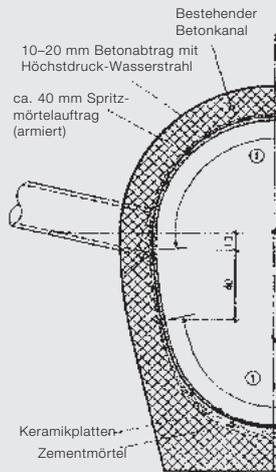
Bauherr: Bundesamt für Strassen ASTRA
Ingenieur: B+S Ingenieur AG, Bern
Ausführung: 2010



Erschwerte Ausführungsbedingungen

Der Abwasserkanal an der Hottingerstrasse aus dem Jahr 1920 musste saniert werden: Abtrag des schadhafte Betons, Einlegen von Bewehrung und Reprofilierung mit Spritzmörtel. Unter den schwierigen Arbeitsbedingungen im niedrigen Kanal konnten nur 20 mm Bewehrungsüberdeckung sicher gestellt werden. Da die Bewehrung so nicht dauerhaft vor Korrosion geschützt ist und eine Belastung durch Chloride möglich ist (Regenwasser mit Tausalzen), wurde Top12 eingesetzt.

Bauherr: Tiefbauamt Stadt Zürich
 Ingenieur: WKP Bauingenieure AG, Zürich
 Ausführung: 2008



Unterhaltsarme Brücke ohne Abdichtung

Mit dem Ziel einer unterhaltsarmen Konstruktion wurden die Fahrbahnplatten der zwei Brücken über den Rombach ohne (regelmässig zu erneuernde) Abdichtungen ausgeführt. Zur Vermeidung von Schäden durch Bewehrungskorrosion wurden für die oberen Bewehrungslagen Top12 verwendet und mit 50 mm Beton überdeckt.

Bauherr: Tiefbauamt Stadt Aarau
 Ingenieur: Rothpletz+Lienhardt, Aarau
 Ausführung: 2003



Hohe Chloridbelastung bei Strassentunnels...



Infolge massiven Chlorideintrags waren die Wandplatten des Gotthardstrassentunnels auf dem ersten Kilometer vom Tunnelportal Süd in einem schlechten Zustand und mussten ersetzt werden. Die vorgefertigten, 70 mm dicken Betonplatten sind mit Top12 sowie im Einfahrtsbereich mit einem nicht-rostenden Stahl 1.4362 bewehrt. Aufgrund der geometrischen Einschränkung resultierte eine strassenseitige Bewehrungsüberdeckung von 30 mm.

Bauherr: Bundesamt für Strassen ASTRA
Ingenieur: Ernst Basler + Partner AG, Zürich
Ausführung: 2008



...und Strassengalerien



Die Josefgalerie am Simplonpass wurde instandgesetzt und u.a. mit einer Leitmauer versehen. Erfahrungsgemäss finden in Bauteilen im Spritzwasserbereich von Strassengalerien – insbesondere solcher ohne Wintersperre – grosse Aufkonzentrationen von Chloriden aus Tausalzen statt. Um auch dort Bewehrungskorrosion zu vermeiden, wurde die Leitmauer mit Top12 bewehrt (Bügel und strassenseitige Längsbewehrung).

Bauherr: Bundesamt für Strassen ASTRA
Ingenieur: IM Ingenieurbüro Maggia AG, IUB Bern AG, Weder AG Naters
Ausführung: 2010



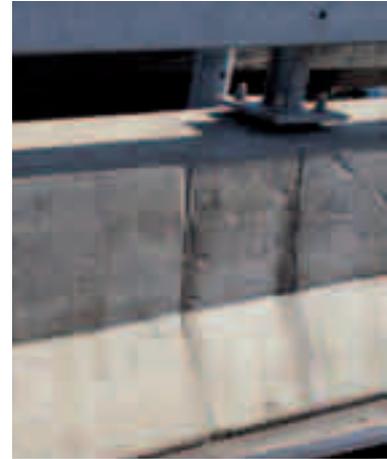
Korrosionsschutzmassnahmen im wirtschaftlichen Vergleich



Leitmauer an der A1

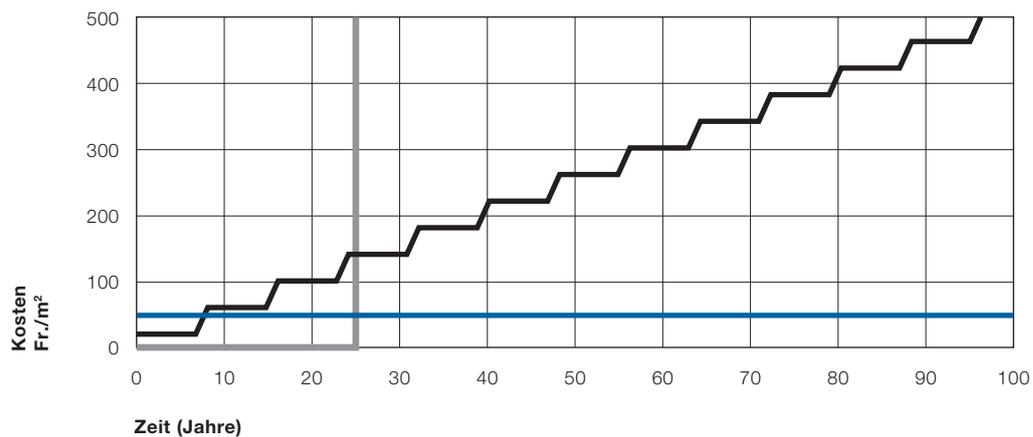


Ausführungstoleranz



Oberflächenschutz

Beispiel Leitmauer (Höhe 1 m, Breite 30 cm)



■ Referenzfall: normaler Betonstahl. Erfahrungsgemäss muss ein Bauteil nach etwa 25 Jahren ersetzt werden. Der Ersatz eines vergleichbaren Bauteils kostet etwa 1 000 Fr. pro Meter.

■ Die Kosten für eine Hydrophobierung (OS1) werden mit 20 Fr./m² für eine erstmalige Anwendung und mit 40 Fr./m² für die Erneuerung veranschlagt. Die Erneuerung sollte in Zeiträumen von jeweils 5-10 Jahren erfolgen.

■ Preisdifferenz Top12 - normaler Betonstahl: 3 Fr./kg. Dies ergibt für Bügel (Ø12) und strassenseitige Längsbewehrung (Ø16) Mehrkosten von 50 Fr. pro Meter.

Erhöhter Korrosionswiderstand

Der Top12 weist dank einem Chromanteil von 12% einen deutlich erhöhten Korrosionswiderstand auf. Die spezielle chemische Zusammensetzung des Top12 bewegt sich vollständig innerhalb der Normzusammensetzung des Werkstoffes mit der Nummer 1.4003. Mit einem patentierten Walzverfahren wird der Top12 direkt aus der Walzhitze, und dadurch kostengünstig, mit den für Betonstahl üblichen Eigenschaften hergestellt. Der kritische korrosionsauslösende

Chloridgehalt des Top12 im alkalischen Beton liegt bei etwa 1 Masse-% auf den Zementgehalt bezogen oder rund 2-3 Mal höher als bei unlegiertem Betonstahl. Bei gleichzeitigem Auftreten von Karbonatisierung und Chloriden fällt der Korrosionswiderstand ab. Bei Karbonatisierung alleine (ohne Chloride) besteht kein Korrosionsrisiko für den Top12.

Chemische Zusammensetzung nach EN 10088 «Nichtrostende Stähle»:

Kurzname	Werkstoffnummer	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	N max.	Cr
X2CrNi12	1.4003	0.030	1.00	1.50	0.040	0.015	0.030	10.50 bis 12.50

alle Angaben in %

Normal projektieren und einbauen



Aufgewalzter Schriftzug



Spezielle Etiketten



Signalrote Markierung

Der Betonstahl Top12 ist in den Durchmessern 8, 10, 12, 14, 16, 20 mm lieferbar. Die EMPA bescheinigt, dass der Betonstahl Top12 die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften eines B500B gemäss Norm SIA 262 erfüllt. Der Stahl ist grundsätzlich schweisssbar, jedoch wird vom Baustellenschweissen prinzipiell abgeraten. Für die Bemessung und den Einbau gelten die gleichen Regeln wie für normale Betonstähle. Die Mischbewehrung mit unlegiertem Betonstahl ist unproblematisch. Es wird die Verwendung von nichtrostenden Drahtbindern empfohlen.

Mechanische Eigenschaften:

Betonstahl	B500B
Fliessgrenze f_{sk} [N/mm ²]	≥ 500
Verhältnis $(f_t/f_s)_k$	≥ 1.08
Dehnung bei Höchstlast ϵ_{uk} [%]	≥ 5.0
Elastizitätsmodul [N/mm ²]	205 000

Durch Forschung belegte Eigenschaften



Bewehrung Versuchskörper



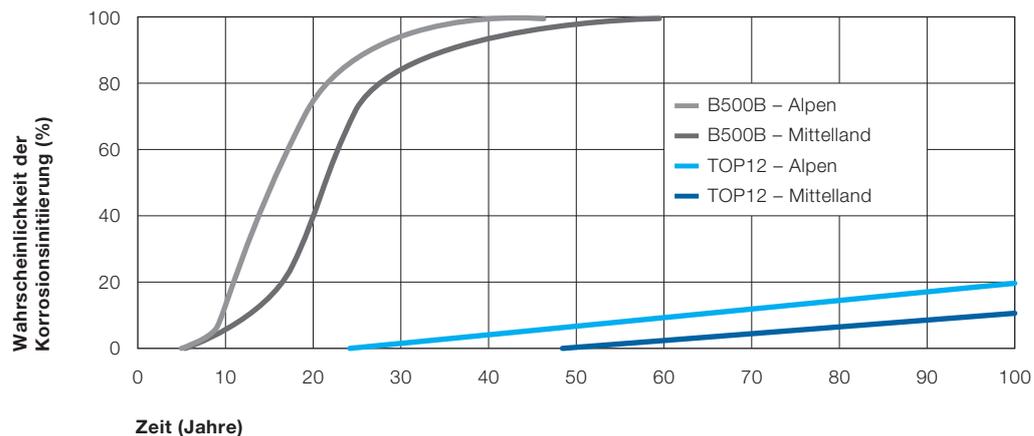
Feldversuch in Galerie der A13 (San Bernadino)

Die Entwicklung des Betonstahls Top12 wurde durch die KTI gefördert. In Labor- und Feldversuchen wurde u.a. an der ETH Zürich die Korrosionsbeständigkeit des Top12 und des unlegierten Betonstahls gegen chloridinduzierte Bewehrungskorrosion untersucht. Resultat: Top12 ist in

alkalischem Beton zwei- bis dreimal beständiger gegen Chloride als der unlegierte Betonstahl. Die Dauer bis zur Initiierung der Korrosion wird dadurch um etwa den Faktor 3 verlängert [1].

[1] Schiegg et al.: «Initiation and Corrosion of Stainless Steel Reinforcements in Concrete Structures», Eurocorr, 2004.

Exposition: Standwasser / Bewehrungsüberdeckung: 35 mm



Der Einfluss des Korrosionswiderstands auf die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen unter Chloridbelastung wurde an der ETH Lausanne mit Hilfe numerischer Modelle untersucht. Die Untersuchungen gelten für Stahlbeton zwischen Rissen. Fazit: Stahlbeton mit Top12 und einer minimalen Bewehrungsüberdeckung üblicher Qualität von 35

mm ist auch bei stark beanspruchten Bauteilen über eine geplante Nutzungsdauer von etwa 100 Jahren beständig [2].

[2] Brühwiler et al.: «Betonstahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand», Beton- und Stahlbetonbau 97 (2002), Heft 5.

Lieferbare Dimensionen und Preise

Der Betonstahl Top12 kann von jedem Stahlhändler in der Schweiz bezogen werden und ist in den Durchmessern 8, 10, 12, 14, 16, 20 mm lieferbar. Es sind alle üblichen Figuren möglich. Aktuelle Preisliste: www.swiss-steel.com/top12



Für Anwendungen des Betonstahls Top12 im Hochbau: Kontaktieren Sie uns.

SWISS STEEL AG

Emmenweidstrasse 90
CH-6020 Emmenbrücke
Tel.: 041 209 51 51
Fax: 041 209 52 55
www.swiss-steel.com/top12

Vertrieb durch:

Debrunner Acifer
Infotel 0844 80 88 18
www.d-a.ch