



Prof. Bernhard Elsener

Institut für Baustoffe

- Dauerhaftigkeit von Stahlbeton
- Zerstörungsfreie Prüfmethode
- Elektrisch isolierte Vorgespannglieder
- Sensoren
- Elektrochemie / Korrosion

Institute for Building Materials

- [▪ Durability of RC structures]
- [▪ NDT methods]
- [▪ Electrically isolated post-tensioning tendons]
- [▪ Sensors]
- [▪ Electrochemistry / corrosion]

18/18 Chrom Mangan Stähle als korrosionsbeständige Bewehrung [Sustainable RC structures with Cr-Mn stainless steel reinforcement]

B. Elsener, A. Rossi, D. Addari, S. Coray / IfB

Die Korrosion der unlegierten Bewehrungsstähle in chloridverseuchtem Beton (**Abb. 1**) führt zu sehr hohen Instandsetzungskosten. Hochlegierte Chrom/Nickelstähle sind im Beton, selbst unter Extrembedingungen, beständig und ermöglichen eine praktisch unbegrenzte Nutzungsdauer der Tragwerke - hohe Materialkosten bremsen jedoch einen verbreiteten Einsatz. Hochlegierte Stähle mit Mangan anstatt teurem Nickel könnten eine kostengünstige Alternative darstellen, doch es liegen nur wenige Informationen über ihre Korrosionsbeständigkeit vor.

Die Forschungsarbeiten in Zusammenarbeit mit der Universität Cagliari [1] haben gezeigt, dass die nickelfreien hochlegierten Stähle mit 18% Chrom und 18% Mangan (DIN 1.4456) mindestens so beständig sind wie die traditionellen 18/8 Cr Ni Stähle (DIN 1.4301). Dies sowohl in Lösungen, welche den alkalischen (pH 13) als auch den karbonatisierten Beton (pH 9) simulieren (**Abb. 2**). Diese Beständigkeit gegen chloridinduzierten Lochfrass kann mit XPS oberflächenanalytischen Resultaten erklärt werden: eine höhere Chrom(III)oxid/hydroxid und Molybdän(VI) Konzentration im schützenden Passivfilm des 1.4456 Stahls kompensiert den Effekt der Nickerleianreicherung unter dem Film im 1.4301 Stahl.

Die hochlegierten Cr Mn Stähle sind selbst in Beton mit wenig oder keinen Alkalireserven (pH 9) bis zu 3 Mol/l Chloridionen in der Lösung beständig – im Hinblick auf die zunehmende Verwendung von „grünen“ Zementen wie CEM II (Ersatz von Portlandzement durch Kalkstein um die CO₂ Emissionen zu reduzieren) eine entscheidende Voraussetzung für dauerhafte Stahlbeton Bauwerke.

[1] B. Elsener, S. Coray, D. Addari, A. Rossi
Stainless steel reinforcing bars – reasons for their high pitting resistance *Materials and Corrosion* 62 (2011) 111 - 119

[Chloride induced corrosion of normal reinforcing steel (**Fig. 1**) causes premature failure, loss of serviceability and very high costs of repair of RC structures. Stainless steel reinforcing bars like the 18/8 CrNi steels instead offer excellent corrosion resistance and very long service life for concrete structures, but the high material costs limit a more widespread use. Manganese bearing nickel-free stainless steels could be a cost-effective alternative but little is known about their corrosion resistance in alkaline solutions, mortar and concrete.

The research work in collaboration with the University of Cagliari [1] has shown that resistance against pitting corrosion of the nickel-free stainless steel with 18% chromium and 18% manganese (DIN 1.4456) is similar or better than the nickel bearing DIN 1.4301 stainless steel, both in solutions simulating alkaline (pH 13) and carbonated (pH 9) concrete (**Fig. 2**). This high pitting resistance can be rationalized based on XPS surface analysis results: a higher concentration of Cr(III)oxy-hydroxide and Mo(VI) in the protective passive film of the DIN 1.4456 compensates the effect of nickel enrichment beneath the film in the DIN 1.4301 steel.

Nickel-free manganese bearing stainless steels are corrosion resistant even in concrete with low or no alkali reserve (pH 9) up to chloride concentrations of at least 3 Mol/l – in the light of the increasing use of “green” cements like CEM II (replacing ordinary Portland cement by limestone to reduce CO₂ emission) an important issue for durable RC structures in the future.

[1] B. Elsener, S. Coray, D. Addari, A. Rossi
Stainless steel reinforcing bars – reasons for their high pitting resistance *Materials and Corrosion* 62 (2011) 111 - 119]

Abb. 1: Chloridinduzierte Lochfrasskorrosion und gefährlicher Querschnittsverlust von normalem Bewehrungsstahl in Beton.

[Fig. 1: Dangerous localized corrosion and loss in cross section of normal reinforcing steel in chloride bearing concrete.]

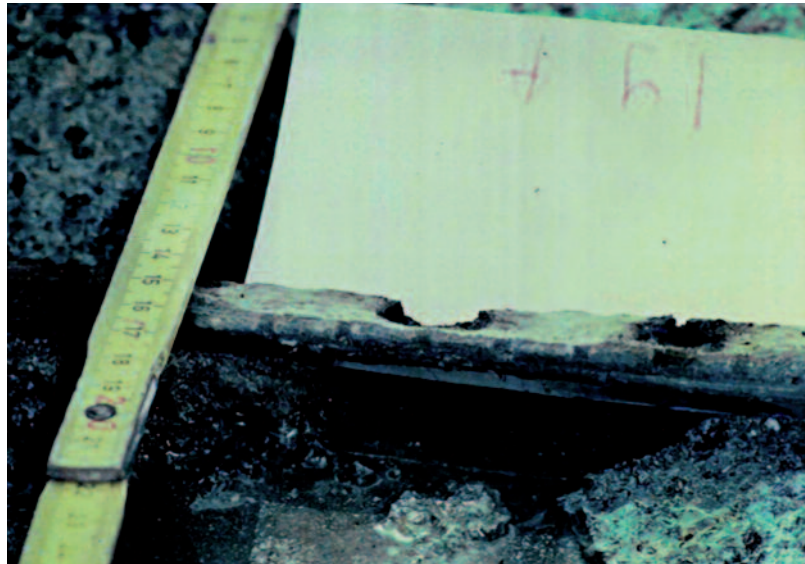


Abb. 2: Lochfrasspotentiale von 18/8 CrNi und dem nickelfreien 18/18 CrMn Stählen im Vergleich zu Baustahl (Lösungsversuche, pH 13 und pH 9).

[Fig. 2: Pitting potentials of 18/8 CrNi and the nickel-free 18/18 CrMn stainless steel compared to black steel (solutions of pH 13 and pH 9).]

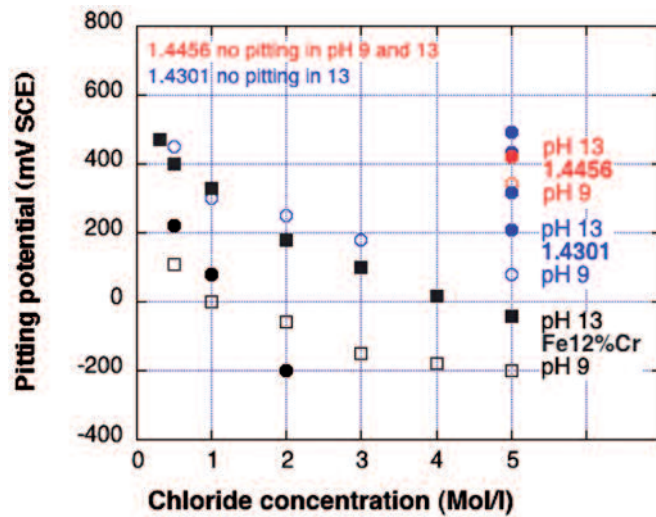


Abb. 3: Beim Bau der Rheinbrücke Schaffhausen (1995) wurde hochlegierte Bewehrung für die Pylons und die Konsolköpfe eingesetzt. Für die innere Bewehrung wurde normaler Stahl verwendet.

[Fig. 3: Stainless steel reinforcement was used for the outermost layers of pylon and consols of the Rhinebridge Schaffhausen (1995).]