

# Risiko & Sicherheit



Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich  
Prof. Dr. Michael H. Faber,  
Dipl. -Ing. Vasiliki Malioka, Dipl.-Ing. Kazuyoshi Nishijima

Projektarbeit SS 2006  
Valaulta Aurelio, Berni Stephan,  
Strohbach Silvan, Federer Florian

## Zerstörungsfreie Prüfung von Betonelementen und anschliessende Auswertung der gewonnenen Daten mit statistischen Methoden

### Problemstellung

Die Qualität der Stahl-Bewehrung im Beton prüfen ohne dem Element Schaden zuzufügen. Testobjekt ist ein Betonelement, das vor der Bauhalle auf dem Gelände der ETH Höggerberg steht, und dort der Witterung ausgesetzt ist. Das uns zugewiesene Stück hat die Masse 90 cm x 160 cm.

Am Ende der Prüfung, sollten Aussagen über das Korrosionsrisiko des ganzen Elements anhand der kleinen Testfläche gemacht werden können.

Ziel dieses ganzen Vorgangs ist es Korrosionsgefährdung frühzeitig zu erkennen um entsprechende Gegenmassnahmen einleiten zu können.

### Korrosion

Beispiel eines stark korrodierten Betonstückes, wie man an den äusseren Rostspuren erkennen kann. Mit den einfach durchführbaren Tests, welche auch wir verwendet haben, kann festgestellt werden, ob ein Objekt gefährdet ist, ohne es zu beschädigen.

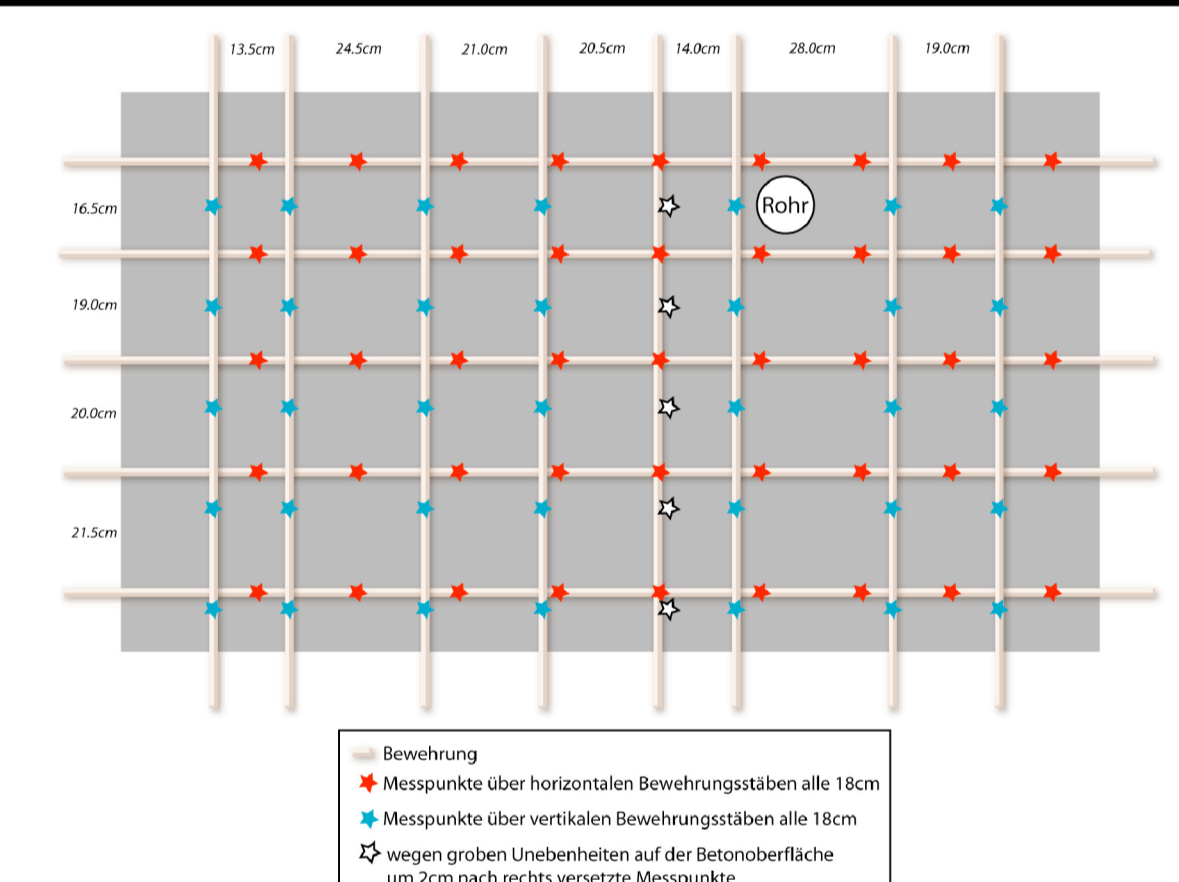


### Vorgehen

Um die Messreihe durchzuführen wurde an unserem Teilstück die Bewehrung mit einem Metalldetektor lokalisiert und auf den Stäben 85 Punkte markiert, auf oder in deren Nähe dann die Messungen vollzogen wurden. Die Messungen wurden mit verschiedenen Tests am Betonelement durchgeführt. In unserer Arbeit waren dies: Schmidhammer, Potentialmessung, Tiefe der Betonüberdeckung und elektrischer Widerstand.

### Übersicht

Schema des untersuchten Teilstückes. Zu sehen ist die Bewehrung mit 5 horizontalen und 8 vertikalen Stäben. Ebenso sind die 85 Messpunkte eingezeichnet.

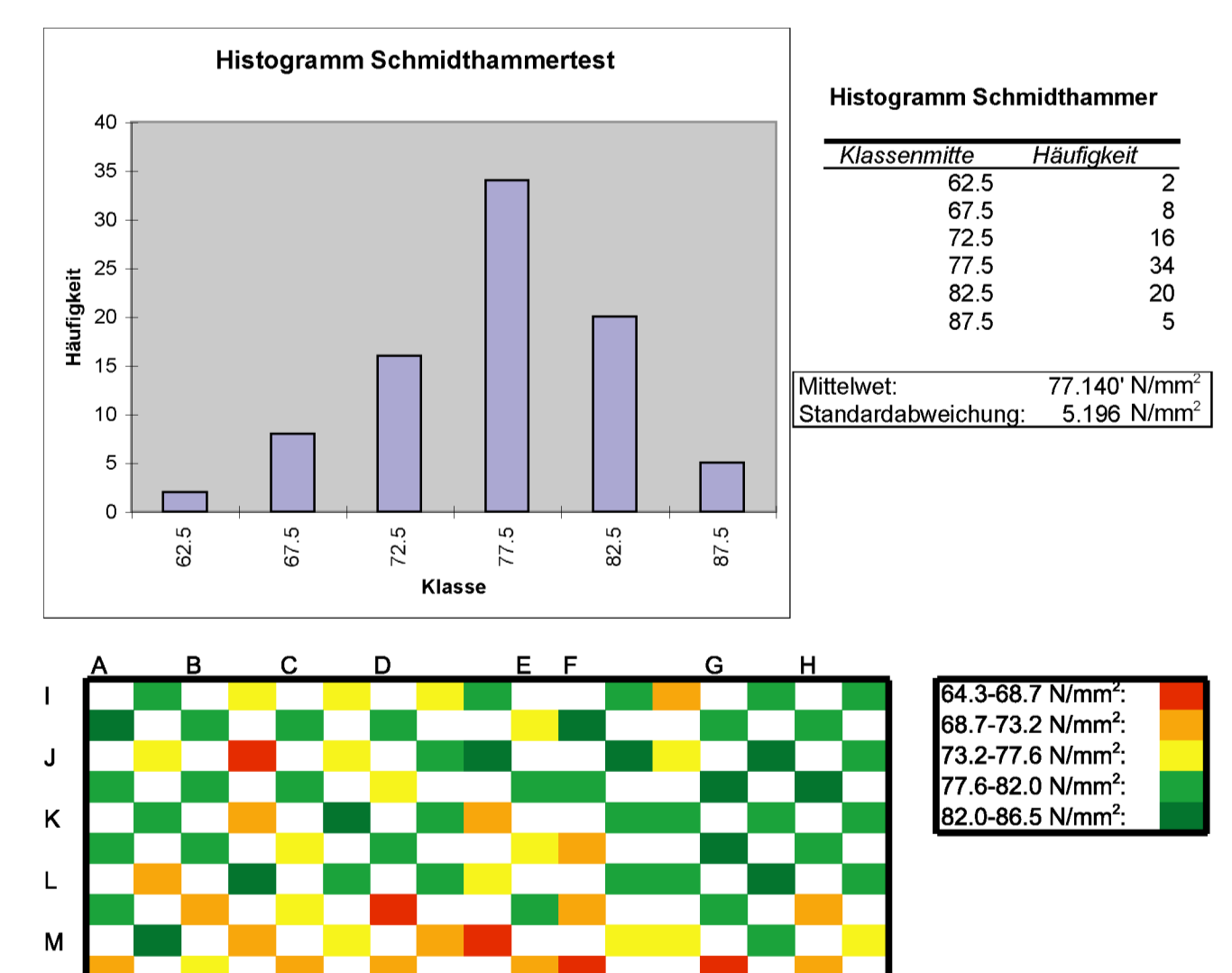


### Statistische Auswertung

Die durch die Messungen erhaltenen Daten wurden mit der deskriptiven Statistik und der statistischen Analyse ausgewertet. Als erstes wurden die Daten in Histogrammen (Häufigkeitsverteilungen) dargestellt und deren Mittelwerte und Standardabweichungen bestimmt. Der nächste Schritt war die Bestimmung der Art der Verteilungsfunktion anhand des Wahrscheinlichkeitspapiers und die anschliessende Bestimmung der Parameter der Funktion durch Method of Moment und Maximum likelyhood Method. Abschliessend wurde mit dem Chi<sup>2</sup>-Test die Gültigkeit der gewählten Verteilungsfunktion überprüft.

### Messwert Analyse

Histogramm und Farbkarte des Schmidhammer-Tests als Beispiel für die an jedem Test durchgeführte Untersuchung mit der deskriptiven Statistik. Im Histogramm kann man die Häufigkeit der gemessenen Werte erkennen und anhand der Farbkarte kann man abschätzen, wo welche Werte auf dem Teststück lokalisiert sind.



### Schlussfolgerungen

Die Tests zeigten, dass im untersuchten Betonelement die Korrosion der Bewehrung nicht weit fortgeschritten ist. Die Messungen des elektrischen Widerstandes zeigten jedoch, dass die Bewehrung in naher Zukunft vermehrt korrodieren wird. Weiter wurde herausgefunden, dass die Druckfestigkeit uniform verteilt ist, was qualitativ eine gute Eigenschaft des Betons ist.

### Untersuchungsobjekt

Das für unsere Messungen verwendete Betonelement wurde eigens für Zustandstests angefertigt und befindet sich vor der Bauhalle der ETH Höggerberg.

