



Doctoral Thesis

## Spannungskorrosion zementgebundener Werkstoffe

**Author(s):**

Frey, Reto Marc

**Publication Date:**

2002

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004668739> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Spannungskorrosion  
zementgebundener Werkstoffe**

ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Reto Marc Frey  
Dipl. Bau-Ing. ETH

geboren am 8.12.1969

von Zürich

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. F.H. Wittmann  
Prof. Dr. R. Hermanns Stengele

2002

## ZUSAMMENFASSUNG

Bauwerke aus zementgebundenen Werkstoffen sind verschiedensten Einflüssen aus ihrer Umwelt unterworfen. Eine wichtige Ursache für Schäden sind betonangreifende Lösungen, welche zu einer Beeinträchtigung des Nutzens eines Bauwerkes führen können. Durch die meist vorhandene mechanische Beanspruchung eines Bauwerkes kann es bei gleichzeitiger Einwirkung einer schädigenden, meist wässrigen Lösung, zum bekannten Effekt der Spannungskorrosion kommen. In dieser Arbeit soll der Einsatz von Hydrophobierungsmitteln als Massenhydrophobierung zum Schutz gegen die Spannungskorrosion untersucht werden. Da die mechanische Beanspruchung nur schwerlich beeinflusst werden kann, soll das Augenmerk auf die angreifende Lösung gelegt werden. Die synergetischen Wechselwirkungen der Spannungskorrosion sollen durch den Ansatz der Unterbindung einer Schädigung durch die Einwirkung von chemischen Lösungen mittels dem Einsatz einer Massenhydrophobierung abgemindert werden.

Durch die Beimengung von Hydrophobierungsmitteln bereits bei der Mischung von zementgebundenen Werkstoffen verändern sich die Frischmörteleigenschaften nur marginal. Dadurch sind solcherart modifizierte Mörtel im selben Umfang verarbeitbar, wie unmodifizierte Mörtel gleicher Zusammensetzung.

Die mechanischen Eigenschaften wie Elastizitätsmodul, Biegezugfestigkeit und Würfeldruckfestigkeit erfahren eine Reduktion. Je höher die Zugabedosierung der Hydrophobierungsmittel, desto grösser wird der Abfall des entsprechenden Kennwertes.

Die Porosität der massenhydrophobierten Mischungen steigt mit zunehmender Dosierung ebenfalls an, während die Porengrößenverteilung keine wesentliche Veränderung erfährt.

Die hier untersuchten Hydrophobierungsmittel zeigen eine Reduktion der aufgenommenen Wasser- bzw. Lösungsmenge von 85% und mehr. Vor allem der Einsatz von hochdosierten silanbasierten Produkten verleiht dem so modifizierten Mörtel einen hohen Schutz gegen das Eindringen von in Wasser gelösten schädigenden Stoffen.

Bei einer langandauernden permanenten Einlagerung der untersuchten Mörtelmischungen in eine Kaliumsulfat-Lösung kommt es bei der Verwendung von niedrig dosierten Calcium-Stearat-basierenden Massenhydrophobierungsmitteln zu einer Abnahme der Widerstandsfähigkeit nach rund 100 Tagen. Silanmodifizierte Mörtel zeigen kein solches Problem

mit der Dauerhaftigkeit. Der Einsatz eines Hydrophobierungsmittels soll also auf die zu erwartende chemische Einwirkung abgestimmt werden und die Dosierung muss bei heiklen Einwirkungen genügend gross gewählt werden.

Die Würfeldruckfestigkeit silanmodifizierter Mörtel ist durch eine kombinierte Belastung aus chemischer und mechanischer Einwirkung einer grösseren Reduktion unterworfen als Mörtel mit Calcium-Stearat-Beimengungen.

Der bekannte Synergieeffekt der Spannungskorrosion bei den untersuchten Korrosionssystemen tritt auf. Eine hohe Dosierung der eingesetzten Hydrophobierungsmittel bewirkt aber einen guten Schutz gegen diese Art der Werkstoffschädigung.

In bezug auf die charakteristische Risslänge drängt sich keine Massenhdrophobierung im Vergleich zu unhydrophobiertem Mörtel gleicher Zusammensetzung auf. Silanmodifizierte Mischungen zeigen jedoch die leicht besseren Resultate als die Mischungen mit der Beigabe von Calcium-Stearat.

## ABSTRACT

Structures made of cement based materials are exposed to diverse impacts issued from their environment. Important causes of damage are solutions which aggress concrete and can affect the usability of a structure. Exposure to a damaging, often aqueous solution accompanied by simultaneous mechanical loads, which themselves are most frequent in case of buildings, may lead to the known effect of stress corrosion. The present work analyses the use of water repellent agents as integral hydrophobation for protection against stress corrosion. As mechanical loads can hardly be influenced, the focus will lie on the impact of the aggressive solution. Synergetic interaction of stress corrosion is to be decreased through integral hydrophobation, which is meant to avoid damage due to chemical solutions.

If water repellent agents are already added during the mixture of cement based materials, the properties of fresh mortar are only slightly influenced. Hence such modified mortar shows a similar workability as compared to unmodified mortar with the same composition. Mechanical properties such as the Young's Modulus, bending tensile strength and cubical compressive strength are reduced. The higher the dose of water repellent agent added, the stronger the value of these properties diminishes. Porosity of integrally hydrophobed mixtures increases with the dose added, while pore distribution remains substantially unchanged.

The water repellent agents investigated in this work lead to a reduction of the absorption of water or solution respectively of 85% and more. Above all the use of products with high dose of silane confers to a thus treated mortar a high protection against penetration of solved harmful substances.

If water repellent agents based on a low dose of calcium stearate are used for integral hydrophobation, a lasting storage of the investigated mixtures of mortar in a solution of potassium sulfate leads to a reduction of resistance after about 100 days. Durability of mortar modified with silane is not affected. Thus the choice of water repellent agents should respect the chemical impact expected and the dose is to be fixed sufficiently high in case of critical impact.

In case of combined chemical and mechanical loads cubical compressive stress shows a stronger reduction for mortar mixtures modified with silane than for mortars containing calcium stearate. The synergetic effect known in case of stress corrosion occurs for the systems of corrosion investigated. Meanwhile a high dose of the water repellent agents used consti-

tutes a good protection against such kind of damage mechanisms. With regard to characteristic crack width an integral hydrophobation does not excel as compared to an untreated mortar. Mixtures modified with silane nevertheless show slightly better results than mixtures with calcium stearate added.