

## **Der Einfluß von Salzen auf die Aushärtung eines filmbildenden Hydrophobierungsmittels auf Silan-Siloxanbasis**

### **Influence of Salts on the Hardening of a Filmforming Hydrophobing Agent**

**K. Littmann / S. Wagener**

#### **1 EINFÜHRUNG**

Hydrophobierungsmittel werden in der Praxis oft auf salzbelasteten Beton- oder Natursteinuntergründen angewendet. Herkunft und Zusammensetzung der Salzbelastung des Untergrundes können dabei stark unterschiedlicher Natur sein. Die Spanne reicht über künstliche Belastungen wie Düngemittel oder Tausalz bis zu natürlich im Boden oder im Baustoff vorkommenden Salzlasten.

Ziel der angestellten Untersuchungen war es, die Wirkung verschiedener Salze auf die Abreaktion eines Hydrophobierungsmittels auf Silan-Siloxanbasis zu untersuchen. Diese Hydrophobierungsmittel bilden nach der Applikation durch Kondensation ihrer Bestandteile Silikonharze. Aus der Beeinflussung dieser Reaktion durch die Salze resultieren in der Regel Veränderungen der baupraktischen Eigenschaften.

#### **2 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN**

Bei dem in den Untersuchungen verwendeten Hydrophobierungsmittel handelt es sich um ein filmbildendes Produkt, das als Konzentrat vorliegt und vor der Anwendung mit Wasser im Verhältnis 1 zu 3 (in Massenteilen) emulgiert wird.

Die experimentellen Untersuchungen bestanden in der Herstellung und Untersuchung freier Filme des Hydrophobierungsmittels. Zur Simulation des Salzeinflusses wurden dem Wasser, mit dem das Hydrophobierungsmittel angemischt wurde, Salze zugegeben. Es wurden Natriumchlorid ( $\text{NaCl}$ ), Natriumsulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), Magnesiumsulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), Kaliumnitrat ( $\text{KNO}_3$ ), Calciumnitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) und Calciumchlorid ( $\text{CaCl}_2$ ) gewählt, die Konzentration der Salzlösung betrug jeweils 5 M.-%.

Der Grad der Beeinflussung der Aushärtungsreaktion sollte durch verschiedene Meßmethoden - jeweils im Vergleich mit unbelasteten Filmen - überprüft werden:

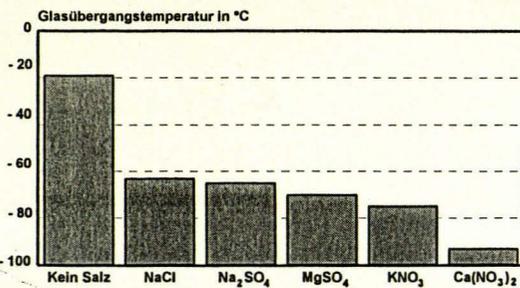
- makroskopische Beurteilung der Filme
- Messung der Glasübergangstemperatur
- Messung des Wasseraufnahmevermögens
- FTIR-spektroskopische Untersuchung

#### **3 ERGEBNISSE**

Die mit reinem Wasser angesetzten Filme zeigen elastomerähnliche Eigenschaften. Sie sind durchsichtig, schwach gelb gefärbt und schwach dehnbar. Eine Änderung der Konsistenz durch Salzbelastung in Richtung geringerer mechanischer Festigkeit weist auf eine unvollständige Abreaktion der Silan-Siloxan-komponenten hin.

Gleiche Eigenschaften wie die unbelasteten Filme wiesen die mit  $\text{KNO}_3$  angesetzten Filme auf. Stärker dehnbar, aber noch zusammenhängend als die unbelasteten Filme waren die mit  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  und  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  versetzten Filme. Die mit  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  belasteten Proben hatten kaum noch filmartige Struktur, die mit  $\text{CaCl}_2$  versetzten Proben bildeten keinen Film.

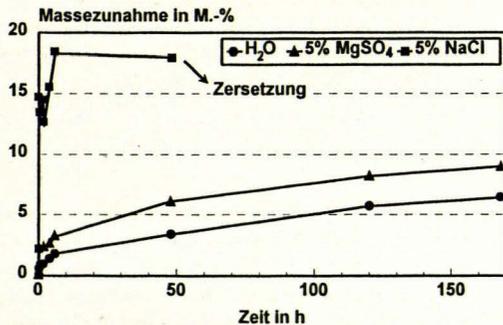
Diese makroskopischen Befunde lassen sich anhand der Glasübergangspunkte der Filme nachvollziehen (Bild 1). In der Reihenfolge unbelastet,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  und  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  nimmt die Temperatur des Glasüberganges ab, was - mit der Ausnahme  $\text{KNO}_3$  - den makroskopisch erkennbar geringer werdenden Vernetzungsgrad belegt.



**Bild 1:** Glasübergangstemperatur salzbelasteter Siliconfilme in Abhängigkeit von der Art der Salzbelastung

**Fig. 1:** Glass transition temperatures of different salt contaminated silicon films.

Die Beeinflussung des Wasseraufnahmevermögens war nur in wenigen Fällen meßbar. Alle in Bild 2 nicht berücksichtigten Filme zerfielen beim Kontakt mit Wasser, wiesen also spontane extreme Wasseraufnahme bis zur Zersetzung auf. Die Wasseraufnahme der verbleibenden Filme ist in Bild 2 dargestellt. Die Wasseraufnahme wird im Vergleich zum unbelasteten Film durch NaCl sehr stark, durch MgSO<sub>4</sub> nur unwesentlich erhöht.

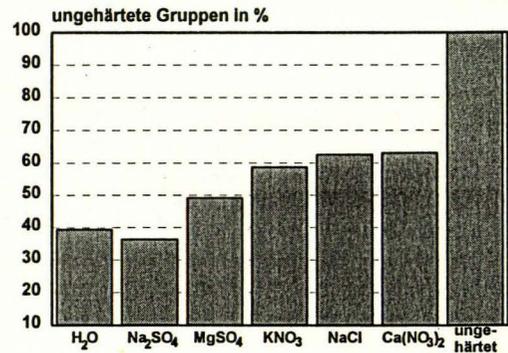


**Bild 2:** Wasseraufnahme salzbelasteter Siliconfilme in Abhängigkeit von der Art der Salzbelastung

**Fig. 2:** Water uptake of different salt contaminated silicon films.

Die in den meisten Fällen wegen des Zerfallens der Filme mißlungenen Messungen der Wasseraufnahme deuten darauf hin, daß die Vernetzungsreaktion nur unvollständig erfolgte. Daher wurde die Vollständigkeit der Abreaktion infrarotspektroskopisch kontrolliert. Dazu wurden von den salzbelasteten Filmen, von nicht abreagiertem Hydrophobierungsmittel und vom unbelasteten Film Infrarotspektren aufgenommen. Bild 3 zeigt die Intensitäten des für nicht abreagierte Silane charakteristischen Ethoxi-Peaks im IR-Spektro-

gramm bei 2840 cm<sup>-1</sup>. Die Abnahme der Intensität dieses Peaks im Vergleich zum ungehärteten Material ist ein Indiz für den Grad der Abreaktion. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Reaktion bei Belastung mit MgSO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> und NaCl weniger weit fortgeschritten ist als beim unbelasteten Film.



**Bild 3:** Intensität des Ethoxi-Peaks (2840 cm<sup>-1</sup>) im IR-Spektrum salzbelasteter Siliconfilme in Relation zum ungehärteten Produkt

**Fig. 3:** Intensity of the ethoxi-peak in the infrared spectra of different salt contaminated silicon films related to not reacted product.

#### 4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Härtingsreaktion wässriger, silan-siloxanhaltiger Hydrophobierungsmittel kann in Gegenwart von Salzen verzögert werden. Durch die Verwendung verschiedener Meßmethoden werden unterschiedliche Reihenfolgen in der Höhe der schädigenden Wirkung der Salze aufgestellt. Es läßt sich jedoch tendentiell feststellen, daß Calciumnitrat und Calciumchlorid eine stärker schädigende Wirkung auf das Aushärtungsprodukt als Natriumchlorid, Magnesiumsulfat und Kaliumnitrat haben. Die Verlangsamung der Vernetzungsreaktion hat negative Auswirkungen auf die hydrophoben Eigenschaften und Beständigkeit der Hydrophobierungsmaßnahme.

Diese Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des BMFT-Projektes BAU 5015 L in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Textil- und Makromolekulare Chemie der RWTH Aachen, Univ. Prof. Dr. rer. nat. H. Höcker, durchgeführt.



Herausgeber:

**Institut für Bauforschung Aachen**  
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Postanschrift: 52056 Aachen  
Lieferanschrift: Schinkelstr. 3, 52062 Aachen  
Tel. (0241) 80-5100, FAX (0241) 80-5120  
Telex 832704 thac d

**Direktoren:**  
Prof. Dr.-Ing. H. R. Sasse  
Prof. Dr.-Ing. P. Schießl