

# Wasserbasiert gegen Rost

## Neues Silanbindemittel für Zinkstaubfarben

Philipp Albert

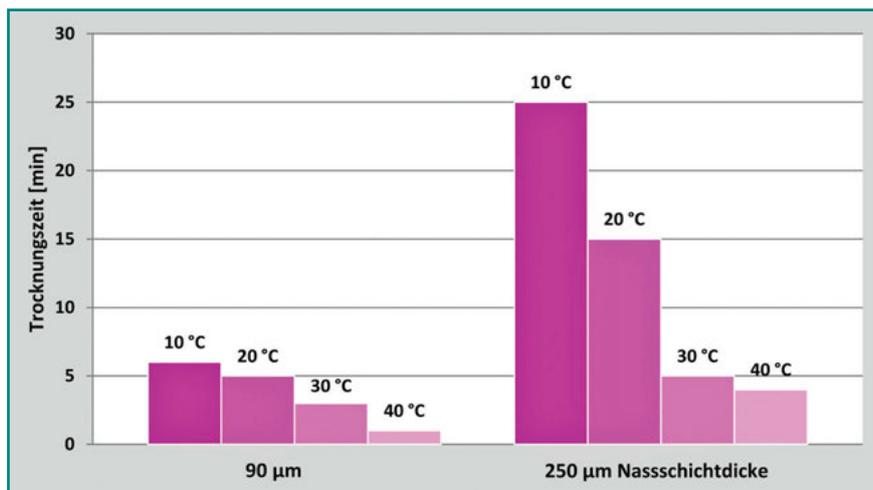
**Neue wasserbasierte Sol-Gel-Systeme auf Basis von Silanen können als Zweikomponentensystem mit Zinkstaub und weiteren Pigmenten formuliert werden. Eines dieser organisch-anorganischen Bindemittel zeigt interessante Eigenschaften als Korrosionsschutzbeschichtung.**

Ein zunehmendes Umweltbewusstsein sowie gesetzliche Regelungen führen dazu, dass mehr und mehr wasserbasierte Beschichtungssysteme entwickelt und eingesetzt werden. Über die Hälfte der nachgefragten Farben und Lacke waren im Jahr 2011 wasserbasiert [1]. Dieser Trend macht auch nicht vor den Zinkstaubfarben halt. Üblicherweise enthalten Zinkstaubfarben Kieselsäureester und organische Lösungsmittel. Diese Formulierungen zeigen viele Vorteile und sie sind darüber hinaus sowohl als ein- als auch als zwei-komponentige Systeme erhältlich. Ein besonderer Vorteil dieser Beschichtungen ist unter anderem die hohe Hitzebeständigkeit. Die VOC-Emission dieser Systeme muss jedoch als gewichtiger Nachteil gesehen werden. Neue wasserbasierte Sol-Gel-Systeme können als Bindemittel eingesetzt werden und könnten dem oben erwähnten Trend zum Durchbruch verhelfen. Diese Systeme enthalten praktisch keine organischen Lösungsmittel, können bei niedriger Temperatur härten und sind im Vergleich zu Formulierungen mit organischen Bindemitteln hitzebeständig.

### Zinkstaubfarben schon lange im Korrosionsschutz verwendet

Zinkstaubfarben werden seit vielen Jahren im Korrosionsschutz eingesetzt. Die ersten Zinkstaubfarben sollen schon

Kontakt:  
Dr. Philipp Albert  
Evonik Industries AG  
Tel: +49 7623 91-8567  
philipp.albert@evonik.com



**Abb. 1: Trocknungszeit in Abhängigkeit von der Temperatur und der Nassschichtdicke bei 50 % rel. Luftfeuchtigkeit**

1840 formuliert worden sein [2]. 1893 erfolgte dann die erste Patentanmeldung in Deutschland [3]. 1944 wurden die hervorragenden antikorrosiven Eigenschaften von Zinkstaubfarben beschrieben [4]. Aufgrund der guten Korrosionsschutzwirkung von Zinkstaubfarben wurden viele Untersuchungen über deren Wirkungsweise durchgeführt [5]. Forscher kamen zu dem Schluss, dass die hochgefüllten Zinkstaubfarben einen kurzzeitigen kathodischen Korrosionsschutz ermöglichen, der Langzeitkorrosionsschutz aber durch eine Versiegelung der Metalloberfläche hervorgerufen wird [5]. Zahlreiche Studien beschäftigten sich mit dem kathodischen Korrosionsschutz von Zinkstaubfarben [6].

### Formulierung von Zinkstaubfarben

Heute sind Zinkstaubfarben im Bereich des schweren Korrosionsschutzes nicht mehr wegzudenken. Zinkstaub kann mit unterschiedlichen Bindemitteln formuliert werden. Gängige Bindemittel sind z.B. Epoxyharze und Kieselsäureester. Zinkstaubfarben auf Basis von Kieselsäureestern können als Einkomponentensystem und Zweikomponentensystem formuliert werden. Die Einkomponentensysteme

sind unter Feuchtigkeitsausschluss bis zu einem Jahr lagerstabil. Ihre Härtung erfolgt durch Luftfeuchtigkeit innerhalb von Stunden bzw. Tagen. Dabei werden zunächst die Kieselsäureester hydrolysiert und anschließend kondensiert. Die Hydrolyse und Kondensation kann schon bei Raumtemperatur erfolgen. Kieselsäureester als Bindemittel sind sehr vorteilhaft, da die Zinkstaubbeschichtungen chemikalienresistent, hitze- und UV-beständig sind. Die Vorteile der anorganischen Kieselsäu-

#### ► Ergebnisse auf einen Blick

- Für zweikomponentige Zinkstaubfarben wurde ein neues wasserbasiertes organisch-anorganisches Bindemittel entwickelt.
- Das silanbasierte Bindemittel kann vielseitig formuliert werden und zeigt interessante Eigenschaften:
- Wasserbasiert und nahezu VOC-frei
- Härtung von Formulierungen schon bei 5 °C
- Trockenschichtdicken von 20 bis 70 µm sind in einem Applikationsschritt realisierbar
- Bessere Hitzebeständigkeit im Vergleich zu organischen Bindemitteln

reester als Bindemittel sind offensichtlich, jedoch enthalten alle am Markt erhältlichen Systeme organische Lösungsmittel und sind deshalb nicht VOC-frei. Darüber hinaus existieren schon wasserbasierte Bindemittel, wie z.B. Kaliumwasserglas, das seit vielen Jahren zur Formulierung von Zinkstaubfarben eingesetzt wird. Es kann bei diesen alkalischen Formulierungen jedoch zu Haftungsproblemen mit der Deckbeschichtung kommen.

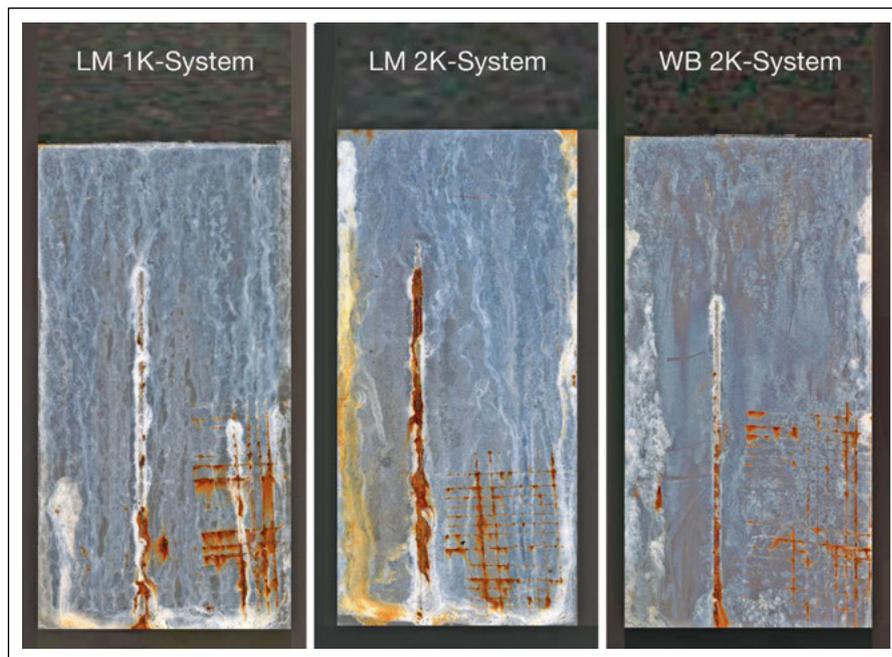
### Wasserbasierte Formulierung härtet bei Raumtemperatur

Um ein Bindemittel ohne die oben erwähnten Nachteile anbieten zu können, wurde „Dynasylan Sivo 140“ entwickelt. Es ist ein wasserbasiertes, nahezu VOC-freies organisch-anorganisches Bindemittel, das mit Zinkstaub als zweiter Komponente formuliert bei Raumtemperatur gehärtet werden kann und eine gute Haftung zu Deckbeschichtungen ermöglicht. Darüber hinaus zeichnet es sich im Vergleich zu organischen Bindemitteln durch eine wesentlich bessere Temperaturbeständigkeit aus. Das wasserbasierte Silansystem wird in einem Hydrolyse- und Kondensationsprozess kontrolliert hergestellt und weist eine definierte Reaktivität sowie Flexibilität auf. Es ist nahezu VOC-frei, stabil, mit Füllstoffen verträglich und kann mit Wasser verdünnt werden. Daher ist das wässrige Silansystem gut als Bindemittel für Zinkstaubfarben einsetzbar. Die enthaltenen Silane sind vollständig hydrolysiert und die aktiven Silanolgruppen sind stabilisiert. Typische Formulierungen mit Pigmenten und Füllstoffen haben eine Verarbeitungszeit von mehr als sieben Stunden. Die Verarbeitungszeit hängt aber auch von den eingesetzten Füllstoffen und der Füllstoffkonzentration ab.

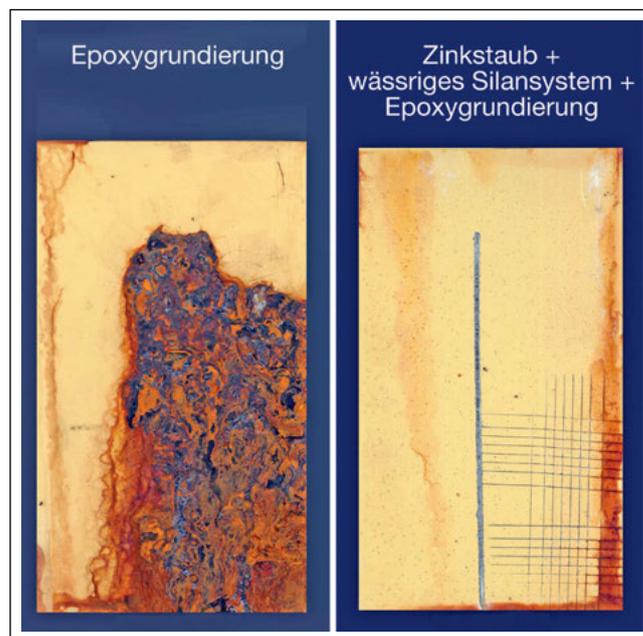
Wie bei allen Beschichtungen so ist es auch hier wichtig, dass die Formulierung auf gereinigten Eisen -/ Stahloberflächen appliziert wird. Ein einfaches Reinigen mit Lösungsmitteln reicht nicht aus, die Oberfläche sollte gestrahlt werden und fett- und rostfrei sein. Das wässrige System kann je nach Anwendung und Formulierung gestrichen oder gesprüht werden.

### Schnelle Trocknung trotz Wasser

Formulierungen mit dem neuen Silansystem trocknen sehr schnell und die beschichtete Oberfläche ist nach wenigen Minuten staubtrocken. *Abb. 1* zeigt die Trocknungszeiten in Abhängigkeit von der Temperatur und der Nassschichtdicke. Kaltgewalzter Stahl wurde alkalisch gereinigt (60 s, pH 11, 65 °C) und anschließend mit einer wasserbasierten Zinkstaubfarbe beschichtet, die das Silansystem als Binde-



**Abb. 2: Vergleich von lösungsmittelhaltigen (LM) und wasserbasierten (WB) Zinkstaubfarben im Korrosionstest; links: einkomponentige durch Luftfeuchtigkeit härtende Formulierung, Mitte: lösungsmittelbasiertes Zweikomponentensystem, rechts: wasserbasiertes System – Trockenschichtdicke ~35 µm**



**Abb. 3: Überlackierte Stahlbleche im Korrosionstest**

mittel enthält. Es wurde eine Nassschichtdicke von 90 bzw. 250 µm aufgetragen und die Trocknungszeit bei 10, 20, 30, und 40 °C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % bestimmt.

Eine Nassschichtdicke von ca. 90 µm ist bei 20 °C innerhalb von vier Minuten trocken. Bei einer Nassschichtdicke von 250 µm dauert die Trocknung bei sonst gleichen Bedingungen 15 Minuten. Sehr kurze Trocknungszeiten von einer Minute können dagegen bei Nassschichtdicken von 90 µm und einer Trocknungstemperatur von 40 °C realisiert werden.

Die Trocknungszeit muss jedoch von der Härtingszeit unterschieden werden. Die Silanolgruppen im wässrigen Bindemittel werden aktiviert, sobald das Wasser verdunstet. Aber die Härtingung ist nach der Trocknung noch nicht abgeschlossen, sondern dauert je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur mindestens einige Stunden. Überraschenderweise ist die Härtingszeit bei diesem wässrigen System bei höherer Luftfeuchtigkeit kürzer. Zinkstaubbeschichtungen basierend auf dem wässrigen Silansystem können üblicherweise nach einem Tag überlackiert werden.

## Korrosionsschutz auf kaltgewalztem Stahl getestet

Das neue wasserbasierte Zweikomponentensystem wurde mit zwei Systemen auf Basis von Kieselsäureestern verglichen. *Abb. 2* zeigt den vergleichenden Korrosionstest.

Kaltgewalzter Stahl wurde alkalisch gereinigt (60 s, pH 11, 65 °C) und mit zwei lösungsmittelhaltigen (Einkomponentensystem und Zweikomponentensystem auf Basis von Kieselsäureestern) sowie einem wasserbasierten zweikomponentigen Zinkstaubformulierung mit dem neuen wässrigen Silansystem als Bindemittel beschichtet. Die Beschichtungen mit einer Trockenschichtdicke von ~ 35 µm wurden drei Tage bei 20 °C gehärtet und anschließend 644 Stunden im Salznebel belastet (EN 9227).

In *Abb. 2* sind die Ergebnisse nach 644 Stunden im Salznebeltest zu sehen. Das lösungsmittelbasierte Einkomponentensystem (links), das lösungsmittelbasierte Zweikomponentensystem (Mitte)

sowie das wasserbasierte System (rechts) zeigen etwas Weißrost in der Fläche. Betrachtet man die Korrosion am Ritz, zeigt sich bei der Probe auf Basis des lösungsmittelbasierten Zweikomponentensystems durchgehend Rotrost, wogegen die beiden anderen Proben nur teilweise Rotrost am Ritz zeigen.

## Epoxydharzsysteme liefern eine gute Haftung

Das wässrige Silansystem kann flexibel formuliert werden. Es sind Formulierungen mit Trockenschichtdicken von ~ 20 bis 70 µm möglich. Trockenschichtdicken von über 70 µm sollten durch Mehrfachbeschichtungen hergestellt werden. Ein Überlackieren ist nach ca. einem Tag möglich. Dabei können unterschiedliche Beschichtungssysteme eingesetzt werden. Eine besonders gute Haftung kann jedoch mit Epoxydharzsystemen erzielt werden.

In *Abb. 3* sind überlackierte Proben nach 1200 Stunden im Salznebeltest dargestellt.

Kaltgewalzter Stahl wurde alkalisch gereinigt (60 s, pH 11, 65 °C) und nur mit einer Epoxygrundierung (links) bzw. zunächst mit einer wässrigen Zinkstaubformulierung basierend auf dem neuen Silansystem und anschließend einer Epoxygrundierung (rechts) beschichtet. Die Zinkstaubformulierung wurde einen Tag bei 20 °C gehärtet, die Epoxygrundierung zwei Stunden bei 60 °C. Die Trockenschichtdicke der Zinkstaubformulierung beträgt ~ 35 µm, die der Epoxygrundierung 60 µm. Die beschichteten Stahlbleche wurden 1200 Stunden in der Salznebelkammer belastet (EN 9227).

Wie aus *Abb. 3* ersichtlich, zeigt die Epoxyd-beschichtete Probe nach 1200 Stunden im Salznebeltest starke Korrosion und Ablösung der Epoxydharzgrundierung. Im Gegensatz dazu finden sich bei der Probe, die mit einer wässrigen Zinkstaubformulierung basierend auf dem neuen Silansystem und Epoxygrundierung behandelt wurde, weder Ablösungen der Epoxydharzgrundierung noch Korrosion am Ritz. ◀

### ► Literatur

- [1] www.ceresana.com, Ceresana, Marktstudie Farben und Lacke – Welt (UC-4605).
- [2] Nelson, H. A.; McKins, W. A.: Chem. Met. Eng. 33 (1926), S. 430.
- [3] Bücher, A.: D R P 72320 (1893).
- [4] Mayne, J. E. O.; Evans, U. R.: J. Soc. Chem. Ind. 22 (1944), S. 109 – 110.
- [5] Ross, T. K.; Lingard, J.: Trans. Met. Finish. 40 (1963) 186 – 190.
- [6] Morcillo, M.; Barajas, R.; Feliu, S.: J. M. Bastidas, J. Mat. Sci. 25 (1990), S. 2441 – 2446.



### • Dr. Philipp Albert

studierte Chemie an der Universität Freiburg. Nach seiner Promotion in Polymerchemie 1996 war er fünf Jahre in der Entwicklung von Dentalkompositen bei Evonik Industries tätig. Seit 2000 arbeitet er für den Geschäftsbereich Anorganische Materialien und ist seit 2009 für die Anwendungstechnik von Silanen in Lacken zuständig.

## Expancel® Mikrosphären das universelle Additiv

Expancel, eingesetzt in Anstrichsystemen, Beschichtungen und Druckfarben helfen

- die Dichte des Endprodukts zu reduzieren
- bei der Verbesserung der Oberflächeneigenschaften
- bei der Erzielung von 3D Effekten
- bei der Reduzierung des VOC Gehalts in lösungsmittelhaltigen Anstrichstoffen

Weitere Informationen erhalten Sie bei der

Schönox GmbH, Expancel, Bonsiepen 5, DE-45136 Essen  
Tel: +49 (0)201 56586-30, www.expancel.com

Expancel 



AkzoNobel