

# Witterungsbeständige Pulverschichten auf Glas

Glas gehört im Fassadenbau zu den wichtigsten Materialien. Der Einsatz der Pulverlackierung auf Glasoberflächen im Außenbereich scheiterte bislang an der mangelnden Witterungsbeständigkeit von Pulverschichten auf Glas. Ein neues Verfahren verspricht Abhilfe und erschließt der Pulverlackierung zusätzliche Anwendungsbereiche.

**P**ulverlacke auf Basis von Polyesterern oder Polyurethanen sind auf Grund ihrer hohen Witterungs- und Korrosionsbeständigkeit, ihrer Farbbrillanz und umweltfreundlichen Applikationsfähigkeit heute aus der Gestaltung von Metallbauteilen im Fassaden- und Gebäudebau nicht mehr wegzudenken. Sie erobern auf Grund der außerordentlich breiten individuellen Anwendungsmöglichkeit ständig neue Einsatzgebiete.

Glas, eines der wichtigsten Fassadenbauelemente, ist bislang nur über den Einsatz keramischer Farben mit entsprechend eingeschränkter Farbpa-

lette einsetzbar. Weitere Anwendungseinschränkungen für keramische Farben ergeben sich durch die geforderte Reduzierung von Schwermetallen, wie Blei und Cadmium. Die Stabilität der keramischen Farben ist durch organische Systeme nicht zu übertreffen. Allerdings eröffnen haftfeste Pulverbeschichtungen auf Glas völlig neue Möglichkeiten zur farblichen Gestaltung in der modernen Architektur sowie bei der Restaurierung von Farbelementen im Altbausanierungsbereich.

Bei dem neuen Verfahren (Glastech) zur haftfesten Pulverlackbeschichtung von Glas kommt eine chromfreie Vorbehandlung zum Einsatz. Glasoberfläche, Glasvorbehandlung und Pulverlackierung wurden technologisch so aufeinander abgestimmt, dass ein Gesamtverbundsystem entsteht, das die Grundlage für die geforderte Witterungsbeständigkeit bietet.

Durch das Ineinandergreifen der einzelnen Schritte des Glastech-Verfahrens

- ◆ Zustand Glasoberfläche
- ◆ Präparation Glasoberflächen und
- ◆ Pulverlackierung

bildet sich eine systemübergreifende Zwischenschicht als Basis für die geforderte Verbundqualität aus. Die Schicht erhält ihre Ausformung und Stabilität bei der thermischen Behandlung nach der Pulverapplikation.

*Pulverbeschichtete Glasfassade: Mit witterungsbeständigen Pulverschichten haben Architekten und Bauherren viele neue Möglichkeiten bei der Wahl von Farbeffekten für Glasfassaden*

## Untersuchungsergebnisse

### Probenpräparation

Die untersuchten Glasoberflächen wurden entsprechend der neuen Technologie präpariert, mit Pulverlack (Tiger-Drylac-Serie 29 RAL 3000, 9016 und 7001) beschichtet und in Prüfkörper (100 x 100 mm) zerteilt. Auffallend war dabei bereits, dass die geschnittenen Glasproben an den Pulverlackkanten keinerlei Ausfranzungseffekte aufwiesen.

Verglichen wurden 3 Varianten:

- ◆ Variante 1: Reinigung der Glasoberfläche und Pulverbeschichtung gemäß Stand der Technik.
- ◆ Variante 2: Reinigung nach herkömmlicher Technologie und anschließende Anwendung der gesamten Glastech-Technologie der Lackbeschichtung.
- ◆ Variante 3: Reinigung, Vorbehandlung und Pulverlackauftrag nach der Glastech-Technologie, das heißt Wegfall einer zusätzlichen Vorreinigung.

Als Pulverlackschichtdicken (gemessen nach DIN 50982 beziehungsweise 50986 – zerstörende Prüfung nach dem Keilschnittverfahren) wurden Werte zwischen 71 und 127 µm ermittelt. Vorzugsweise lagen die Schichtdicken in allgemein üblichen Bereichen zwischen 80 und 110 µm. Die Messungen erfolgten mit dem PIG von BYK Gardner als zerstörendes Verfahren.

Die Prüfung der Buchholz-Härte nach DIN 53153 ergab einen Eindruck-Widerstand >83 mit Eindringlängen <1,2 mm, das heißt die Pulverlackbeschichtung ist thermochemisch vollständig vernetzt.

### Beanspruchungsprüfung:

Drei verschiedene Beanspruchungsprüfungen wurden durchgeführt:

- ◆ Salzsprühnebeltest





Schematischer Aufbau des Glastech-Verfahrens: Glasoberfläche, Vorbehandlung und Pulverlackierung als Gesamtverbundsystem

nach DIN 53 167 (Auswertung) und DIN 50 021 (Prüfgerät)

- ◆ Klimawechseltest nach DIN 50 018
- ◆ KSP-Test nach interner Prüfvorschrift

Beim Salzsprühnebeltest wurden die Proben jeweils nach 48, 240, 480, 720 und 1000 h Beanspruchungszeit auf Haftung der Pulverbeschichtung am Ritz (Parallel-Schnitt oder Andreas-kreuz) ausgewertet, an dem die Pulverbeschichtung bis zum Glasuntergrund definiert zerstört (geritzt) wurde.

Beim Kondenswasser/Klima-Wechsel (oft auch als VDA-Test bezeichnet), wurden insgesamt 7 Zyklen à 24 h in folgender Zeitfolge beansprucht:

Auslagerung:

4 h bei 40 °C / 98 % rel. Luftfeuchte

4 h bei 23 °C / 50 % rel. Luftfeuchte

3 h Aufheizen auf 100 °C

4 h Haltezeit bei 100 °C

3 h Abkühlung von 100 °C auf -20 °C

4 h Haltezeit bei -20 °C

2 h Aufheizen auf 23 °C

Zusätzlich zu den üblichen Beanspruchungsprüfungen im Fassaden- und Fensterbau, wurde eine Schnellprüfung zur Simulation von 1000 Stunden Salzsprühnebeltest untersucht. Diese Schnellprüfung soll später zur Produktionskontrolle zum Einsatz kommen. Hierbei erfolgte die Beanspruchung der pulverbeschichteten Flach-

glasproben in einer speziellen Testlösung bei 50 °C über drei Tage hinweg.

Der Ritzschnitt wurde als Andreas-kreuz bis zum Glasuntergrund angelegt. Die Haftung der Pulverbeschichtung wurde analog der Salzsprühnebelprüfung mittels eines Skalpells entlang des Ritzes untersucht beziehungsweise beurteilt.

### Haftungsprüfung

Die Haftungsprüfung nach der Beanspruchung im Klimawechsel-, Salzsprühnebel- und Schnellprüfetest, umfasst neben der visuellen Beurteilung auf dem Glasuntergrund und möglichem Unterfahren des Schnitttrandes mittels eines Skalpells, zwei weitere Prüfmethode:

#### Gitterschnittprüfung nach DIN 53 151:

Die Prüfung wurde auf Grund der Pulverlackschichtdicke von > 60 µm mit einem 2 mm Schneidegerät von BYK Gardner durchgeführt. Beurteilt wurden die Schnittkanten und die Haftung der ausbildenden Quadrate. Überprüft wurden Probekörper jeweils vor und nach der Beanspruchung (1000 h Salzsprühnebeltest).

#### Stempelabris-Prüfung nach ISO 4624:

Die Stempel wurden mit einem

	Unterwanderung			Gitterschnitt			Haftung		
	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 1	Variante 2	Variante 3
48 Stunden SST	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 4	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung
240 Stunden SST	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 4	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung
480 Stunden SST	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 5	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung
720 Stunden SST	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 5	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung
1000 Stunden SST	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 5	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	16,61 MPa 15,81 MPa
VDA 7 Tage	zum Teil keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 5	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung
Schnelltest 3 Tage 50 °C	keine Haftung	0 mm	0 mm	Gt 5	Gt 0	Gt 0	keine Prüfung	keine Prüfung	keine Prüfung

Haftung nur bei RAL 9016 geprüft !

RAL 9016 16,61 MPa

Nach SST 1000 h 15,81 MPa

Tabelle 1: Ergebnisse – Unterwanderung, Gitterschnitt und Haftung von Pulverlacken RAL 3000, 9016 und 7001 auf Glas Schichtdicke ~ 200µm ± 10 µm – nach Salzsprühnebeltest, VDA und Klimaschnelltest (Mittelwert je 3 Proben)

eigens entwickelten Verfahren auf der Pulverlackoberfläche verklebt und nach Aushärtung (24 h) mit einer definierten und messbaren Kraft vom eingespannten Probekörper (Glasplatte) abgerissen. Für Pulverlacke sind auf gut vorbehandelten metallischen Oberflächen (Stahl und Aluminium), Stempelabrisswerte von > 5 MPa üblich.

**Prüfergebnisse**

Untersucht und bewertet wurden zwei verschiedene Prüfserien. Bei der Prüfserie 0 handelt es sich um einseitig

beschichtete Glasscheiben, die mit zwei verschiedenen Pulverlacken (RAL 9016 und 5017) beschichtet wurden. Bei dieser Prüfserie wurde ausschließlich das Glastech-Verfahren angewendet. In der Prüfserie 1 sind zwei unterschiedliche Vorbehandlungsvarianten der Variante ohne Oberflächenbehandlung gegenübergestellt.

Die Prüfergebnisse nach den verschiedenen Beanspruchungen sowie einige Haftungsbewertungen an ausgesuchten Proben sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse kommentiert.

Salzsprühtest 1000 h	Salzsprühtest 1000 h	Salzsprühtest 48 h
Variante 3 Pulverlack RAL 3000	Variante 2 Pulverlack RAL 3000	Variante 1 Pulverlack RAL 3000
Variante 3 Pulverlack RAL 7001	Variante 2 Pulverlack RAL 7001	Variante 1 Pulverlack RAL 7001
Variante 3 Pulverlack RAL 9016	Variante 2 Pulverlack RAL 9016	Variante 1 Pulverlack RAL 9016

Prüfergebnisse der pulverbeschichteten Glasproben nach einer Salzsprühbehandlung

Die beschichteten Glasproben der Prüfserie 0 zeigten sowohl im 7-Tage-Klimawechselstest als auch im Salzsprühnebeltest und in der Schnellprüfung sehr gute Haftungswerte. Zwischen beiden Versuchsproben (Pulverlack RAL 9016 und RAL 5017) konnten keine wesentliche Unterschiede festgestellt werden. Die Pulverlackschicht ließ sich bei der Beanspruchung mit dem Skalpell nicht von der Glasoberfläche abtrennen. Der Gitterschnitt vor und nach der 1000 h Beanspruchung im Salzsprühnebel ergab Werte von Gt 0 nach DIN 53 151. Die Stempelabrissergebnisse konnten nur nach erfolgter Beanspruchung messtechnisch erfasst werden und lagen mit 13 bis 17 MPa deutlich höher als bei Pulverbeschichtungen auf metallischen Oberflächen.

Bei der Prüfserie 1 zeigte die Variante 1 ein unbefriedigendes Ergebnis. Bereits nach 48 h Salznebelbeanspruchung versagte die Pulverlackhaftung auf dem Glasuntergrund und die Polymerschicht ließ sich großflächig ablösen. Die Vorbehandlungsvarianten 2 und 3 zeigten ein gleich gutes Ergebnis wie die vorbeschichteten Glasproben der Prüfserie 0. Zwischen den Versuchsvarianten 2 und 3 konnten hinsichtlich der Pulverlackhaftung keine Unterschiede festgestellt werden.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen deutlich, dass mit dem neu entwickelten Verfahren Pulverbeschichtungen mit ausgezeichneten Haftkennwerten auf der sehr glatten und dichten Flachglasoberfläche hergestellt werden können. Bei konventionellen Pulverbeschichtungen führen Beschädigungen des Lackfilmes dagegen bereits nach wenigen Tagen oder Stunden im Salzsprühstest zu großflächigen Ablöseerscheinungen. Mit dem Glastech-Verfahren sind selbst bei mechanischen Verletzungen am Lackfilm keine Enthaftungserscheinungen feststellbar, wie die Ergebnisse der verschiedenen Beanspruchungsprüfungen zeigen.

**Breites Einsatzspektrum**

Da Glas ein relativ hohes UV-Absorptionsvermögen hat, werden bei einer üblichen rückseitigen Beschich-

tung durch den Glaskörper die Hauptmengen an UV-Strahlen zurückgehalten und der Pulverlackfilm ist dadurch nur einer geringen UV-Beanspruchung ausgesetzt. Ein weiterer großer Vorteil ist der geringere Verschmutzungsgrad sowie das bessere Reinigungsverhalten der nach außen gerichteten unbeschichteten Glasoberflächen, insbesondere bei Graffiti-Beanspruchung. Unter Verwendung von speziellen Effektpulverlacken, bei Ein- und Mehrschicht-Applikationen, lassen sich teilweise völlig neue Oberflächengestaltungen erzielen, wie zum Beispiel Granit- und Marmoreffekte.

Durch die Beseitigung des Haftungsproblems besteht nun die Möglichkeit, mit Pulverlack beschichtete Glasoberflächen in den verschiedensten Bereichen einzusetzen. Die Einsatzspanne reicht vom Fassaden- und Ladenbau über Lärmschutzwände bis hin zu Designer-Möbeln, Decken- und Wandverkleidungen sowie der Gestaltung von Feuchträumen. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Pulverbeschichtung von VSG-Glas, wobei hier ebenfalls eine rückseitige Pulverbeschichtung erfolgen muss, da eine Pulverlack-Applikation innerhalb des VSG-Verbundes bestimmte Glaseigenschaften sicherheitstechnisch nachteilig beeinflusst. Auch auf anderen Glasarten, wie Floatglas, ESG, TVG oder Strukturglas ist das Glastech-Verfahren uneingeschränkt anwendbar.

Die aus der Metallbeschichtung bekannten Umweltaspekte der Pulverbeschichtung lassen sich eins zu eins auf die Glasbeschichtung übertragen. Ferner sind bei der Glastech-Beschichtung keine anlagen- oder applikationstechnischen Besonderheiten oder Einschränkungen im Vergleich zur Metallbeschichtung zu beachten. ■

---

#### Die Autoren:

Prof. Dr. Hans-Jürgen Tiller,  
Marion Homuth, Innovent Technologieentwicklung, Jena, Tel. 03641/2825-0;  
Dr. Thomas Herrmann,  
Dr. Herrmann GmbH & Co Dresden;  
Thomas Steiner, Glastech Oberflächen-  
technik GmbH, Berlin,  
Tel. 030/61285291