

Graffitienschutz für Beton

Beschichtung oder Imprägnierung?

Dr. rer. nat. Michael Kupfer*

Labor Dr. Kupfer, Berlin

1 Einleitung

Der Baustoff Beton ermöglicht die Herstellung vielfältiger Baukörper mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen. Ob als Sichtbeton oder nachträglich farblich gestaltet, die architektonische Wirkung entfaltet sich für den Betrachter durch dauerhafte Ansichtsflächen und eine typische Farbgebung.

Wie jeder andere Baustoff unterliegt auch der Beton Alterungsprozessen, die insbesondere bei Bauteilen im Außenbereich besondere Verwitterungs- und Verschmutzungsmechanismen einschließen.

Vor etwa 20 Jahren waren auf Betonbauwerken in den mitteleuropäischen Großstädten völlig neuartige Herausforderungen zu beobachten. Anfangs als Antwort auf teilweise stupide Neubaufassaden gedacht, wurde es modern, Fassaden mit bunten Wandbildern und Sprüchen zu verzieren.

Insbesondere Jugendliche verwendeten dafür jedermann zugänglich gewordene Sprühdosen und besondere Tintenstifte. Im Stadtbild waren neben witzigen Comicfiguren auffällig gestaltete Buchstabengruppen aber manchmal auch nur Sprüche und Losungen zu entdecken. Nur Insider sahen dabei in den Buchstabenhaufen den New York-Style und einen künstlerischen Ansatz [1].

Graffiti werden heute in der Öffentlichkeit überwiegend als illegale Farbschmierereien angesehen, die in den Bereich Vandalismus gehören. Zu dieser Ansicht haben auch die so genannten „Tags“ beigetragen, deren Urheber im Gegensatz zu Graffiti-Bildern

* Diplom-Chemiker. Seit 1990 auf dem Gebiet der Graffiti-Bekämpfung tätig. Entwicklung von Testverfahren und Durchführung derartiger Tests für Anti-Graffiti-Systeme. Ö.b.u.v. Sachverständiger für Graffiti-Schäden seit 1997. Mitbegründer der Gütegemeinschaft Anti-Graffiti e.V.

zumeist unentzifferbare Schnörkel in ermüdend gleicher langweiliger Weise über jede Art von Oberflächen kommen lassen.

Auch das technische Unvermögen, Graffiti zu entfernen prägte das negative Image mit. Der Begriff „Berliner Wolke“ entstand und beschreibt ein Schadensbild, bei dem als Folge eines Reinigungsversuchs die Farbmittel auf der Oberfläche verschmiert werden. Diese Verunstaltung ist häufig störender als die ursprüngliche Farbschmiererei.

2 Graffiti - Eine komplexe Problematik

Eine Ursache für Probleme bei der Graffitientfernung ist das komplexe Zusammenspiel der betroffenen Untergründe mit den verwendeten Farbmitteln.

Bei der Aufbringung von Graffiti kommen die Farbmittel in unmittelbarem Kontakt mit der Baustoffoberfläche. Bestimmende Faktoren für die Haftung der Farbmittel auf der Baustoffoberfläche bzw. die Penetration in den Baustoff sind:

- die Oberflächenstruktur (Oberflächenbeschaffenheit im Sinne allgemeiner Rauigkeit sowie konkreter Oberflächenprofile)
- die innere Materialstruktur (Anordnung, Verteilung und Größe von mit der Baustoffaußenseite direkt verbundenen Poren bzw. Hohlräume)
- die Benetzbarkeit des Baustoffs
- die Menge, Konsistenz und Trocknungszeit der Farbmittel
- die konkrete Baukörpertemperatur und –feuchte bei der Aufbringung des Farbmittels

Mineralische Baustoffe wie auch Beton besitzen gegenüber den Inhaltsstoffen von Sprühfarben bzw. Tinten im Allgemeinen eine ausreichende chemische Widerstandsfähigkeit. Allein Beschmierungen führen daher nicht unmittelbar zu Gefügeänderungen im Baustoff. Nur wenn den Farbmitteln gewollt Säuren zugesetzt werden (z. B. Ätztinten), besteht das Risiko von partiellen Schädigungen der Baustoffoberfläche.

Die Vielzahl der verwendeten Farbmittel ist ein Grund dafür, dass immer noch nach Reinigungstechnologien gesucht wird, um Graffiti vollständig von den betroffenen Untergründen ohne Verlust an Originalsubstanz entfernen zu können.

Die Untersuchung verschiedener Reinigungstechnologien bei der Entfernung von zehn ausgewählten Farbmitteln (Sprühlack, Tinte, Bitumen) von unterschiedlichen unbehandelten Baustoffen zeigt, dass die Wiederherstellung der ursprünglichen Baustoffoberfläche praktisch nicht möglich ist [2].

Beispiele für die ermittelten Reinigungsleistungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Vergleich von Reinigungstechnologien	
	Mittlere Reinigungsleistung
Heißwasser-Hochdruck-Reiniger (95°C, 80 bar)	Bis 65 %
Abrasive Technik (Niederdruckreinigungsverfahren NovaPlast sys 2000, Trockeneisstrahlen)	Bis 95 %
Laser Technik (Impulslaser)	Bis 71%
Chemische Graffitientferner (Biolon G, BTC Teerentferner)	Bis 92 %
Chemische Graffitientferner + Schattenentferner (Biolon G, BTC Teerentferner, BTC Schattenentferner, BTC Bleichmittel)	Bis 98 %

Quelle: [2]

3 Graffitiprophylaxe

Die technischen Grenzen bei der konventionellen Graffitientfernung initiierte die Suche nach vorbeugenden Maßnahmen, um gefährdete Baustoffoberflächen zu schützen. Die zu diesem Zweck entwickelten Technologien begründeten einen neuen Zweig des Bautenschutzes: die Graffitiprophylaxe.

Die Baustoffoberfläche erhält durch eine vorsorgliche Behandlung mit Anti-Graffiti-Systemen (AGS) sogenannte Anti-Graffiti-Eigenschaften. Im Fall einer nachträglichen Verunstaltung lassen sich die Farbmittel im Rahmen einer auf das Anti-Graffiti-System abgestimmten Reinigungstechnologie besser entfernen als ohne Vorbehandlung. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass Anti-Graffiti-Systeme die Penetration der Farbmittel in den Porenbereich verhindern.

3.1 Technische Grundprinzipien

3.1.1 Trennschichtbildner

Die Mehrzahl der bekannten Anti-Graffiti-Systeme sind sogenannte Trennschichtbildner. Die unmittelbare Baustoffoberfläche wird durch das Anti-Graffiti-System vollständig überdeckt, sodass ein direkter Oberflächenkontakt des Baustoffs mit den Farbmitteln ausgeschlossen ist. Bei der Graffitientfernung werden zumeist chemische Graffitientferner verwendet. In einigen Fällen reicht allein der Wasserstrahl des Heißwasser-Hochdruckreinigers aus, um die Graffiti zu beseitigen.

3.1.2 Imprägniersysteme

Bei Baustoffen mit einem gesteigerten Risiko, dass Farbmittel in den Porenraum eindringen können und trotz chemischer oder abrasiver Graffitientfernung dort verbleiben, kann in bestimmten Fällen ein alternatives Konzept zur Graffitiprophylaxe Anwendung finden.

Vergleichbar einer hydrophobierenden Imprägnierung werden Imprägniermittel in den oberflächennahen Porenbereich eingebracht werden, die der Baustoffoberfläche sogenannte oleophobe Eigenschaften verleihen. Dies verhindert die Penetration der Farbmittel und kann auch die Benetzbarkeit der Baustoffoberfläche gegenüber den Farbmitteln reduzieren. Farbschmierereien können dann mit gutem Erfolg mithilfe eines chemischen Graffitientfeners beseitigt werden.

3.2 Gegenwärtige multiple Klassifizierung

Anti-Graffiti-Systeme, die trotz der Reinigungsprozedur auf der Oberfläche bestehen bleiben, ohne ihre Funktionalität einzubüßen, werden als permanent bezeichnet.

Ein teilweiser Verlust des Anti-Graffiti-Systems bei der Graffitientfernung und eine dadurch notwendige partielle Nachbehandlung ist als ein typisches Verhalten sogenannter semipermanenter Systeme bekannt.

Temporäre Anti-Graffiti-Systeme gehen dagegen durch den Reinigungsprozess bei der Graffitientfernung vollständig verloren, weshalb sie auch als Opfersysteme bezeichnet werden.

Die Einteilung in die drei Klassen (permanent, semipermanent, temporär) ist in Deutschland verbreitet. In der Praxis hat sich aber gezeigt, dass insbesondere der Begriff semipermanent häufig zu Missverständnissen über die Wirksamkeit von Anti-Graffiti-Systemen führt. Die Zuordnung von konkreten Anti-Graffiti-Systemen in die benannten Kategorien hängt auch von den Eigenschaften der zu behandelnden Baustoffoberfläche ab, da z. B. temporäre Systeme durch die Graffitientfernung aus sehr porösen Baustoffen nicht vollständig entfernbar sind und damit ein semipermanentes Verhalten zeigen.

3.3 Vereinfachte duale Klassifizierung

Es sind u.a. diese praktischen Erfahrungen, die eine Neueinteilung von Anti-Graffiti-Systemen sinnvoll erscheinen lassen. In einer dualen Definition wird nur zwischen Opfersystemen und Nicht-Opfersystemen unterschieden (Tabelle 2). In der Prüfvorschrift ASTM D 7089-06 [3] als „sacrificial anti-graffiti coatings“ und „non-sacrificial anti-graffiti coatings“ bezeichnet.

Tabelle 2: Bezeichnung der Anti-Graffiti-Systeme		
	Opfersysteme	Nicht-Opfersysteme
	(auch: sich opferndes bzw. temporäres Anti-Graffiti-System engl. sacrificial anti-graffiti system)	(auch: sich nicht opferndes bzw. permanentes Anti-Graffiti-System engl. non-sacrificial anti-graffiti system)
Beispiele	Wachse; Polysaccharide; Biopolymere; Acrylate	Polyurethane; Epoxy-Polymere; Fluorcarbone; Siliziumorganische Verbindungen

3.4 Technische Regeln zur Bewertung von Anti-Graffiti-Systemen

Seit gut 15 Jahren bemühen sich Hersteller, die Wirksamkeit von Anti-Graffiti-Systemen zu verbessern. Dazu wurden verschiedene Neuerungen eingeführt. Anti-Graffiti-Systeme ändern immer die Eigenschaften des zu behandelnden Baustoffs. Allerdings ist das Ausmaß wie Farbe, Glanz, Oberflächenbeschaffenheit, Oberflächenspannung, Wasseraufnahme und Wasserabgabe des Baustoffs und noch andere wesentliche Parameter beeinflusst werden, immer vom konkreten Baustoff und dem Anti-Graffiti-System abhängig. Ein technisches Verfahren zur Messung und Bewertung dieser Parameter wurde durch das Labor Dr. Kupfer entwickelt und 1999 vorgestellt. Im Jahr 2000 übernahm es die Gütegemeinschaft Anti-Graffiti e.V. als »Regelwerk für die Bewertung von Verfahren, Technologien und Materialien zur Graffitientfernung und Graffitiprophylaxe (ReGG)«[4].

Seit dem Jahr 2000 prüfte das Labor Dr. Kupfer auf dieser Grundlage etwa 220 verschiedene Anti-Graffiti-Systeme. Die Auswertung der Ergebnisse dieser Untersuchungen, die bekannt gewordenen praktischen Erfahrungen von Ausführungsfirmen beim Umgang mit Anti-Graffiti-Systemen sowie die neu entstandenen europäischen Normen für spezielle Prüfverfahren konnten bei der Überarbeitung des ReGG berücksichtigt werden [5].

3.5 Beispiel der Einordnung von AGS nach LABKUPFER®

Das primäre Merkmal eines Anti-Graffiti-Systems ist die Funktionalität bei der Farbentfernung. In den Prüfverfahren des ReGG bzw. nach LABKUPFER® werden die Anti-Graffiti-Systeme auf Probekörper aus Beton aufgebracht. Nach der Aufbringung von festgelegten Farbmitteln auf die Probekörper erfolgt die Farbentfernung entsprechend der durch den Materialhersteller vorgegebenen Technologie. Bei der Bewertung des Reinigungseffektes wird die Reinigungszahl C bestimmt [4,5]. Die Reinigungszahl wird entsprechend (1) mit verschiedenen Indizes versehen.

$$\text{Reinigungszahl } C_i^{a\%} \quad (1)$$

$a \%$: Reinigungsniveau

i : Nummer des Reinigungszyklus

Anti-Graffiti-Systeme aus der Gruppe der Nicht-Opfersysteme werden in der Laborprüfung einem Stresstest ausgesetzt. Dabei werden 15 Reinigungszyklen ausgeführt. In Tabelle 3 sind die Untersuchungsergebnisse für 31 Anti-Graffiti-Systeme zusammengefasst [6].

Tabelle 3: Anteil von Anti-Graffiti-Systemen mit einer Funktionalität von mindestens 90% im Stresstest (15 Zyklen) auf Betonprobekörpern				
	$C_1^{90\%}$	$C_5^{90\%}$	$C_{10}^{90\%}$	$C_{15}^{90\%}$
Lösemittelbasierte 2K Polyurethane pigmentiert (9 Produkte)	100%	67%	56%	33%
Lösemittelbasierte 2K Polyurethane unpigmentiert (8 Produkte)	100%	62%	38%	38%
Wasseremulgierbare 2K Polyurethane unpigmentiert (9 Produkte)	89%	22%	--	--
Imprägnierung (fluormodifizierte Polymere) (5 Produkte)	100%	40%	20%	--

Quelle: [6]

Reinigungszyklen, wie sie im ReGG bzw. in den Prüfverfahren nach LABKUPFER® beschrieben sind, können auch für Probekörper wiederholt werden, die mit Anti-Graffiti-Systemen aus der Klasse der Opfersysteme behandelt wurden. Zwar muss man in diesem Fall mit einem Verlust an Funktionalität rechnen, da das Schutzsystem bedingt durch den ersten Reinigungszyklus zumindest partiell verloren gegangen ist. In Laborversuchen zeigte sich, dass in einzelnen Fällen zwei oder drei weitere Reinigungszyklen mit einer Funktionalität oberhalb 90% ohne vorhergehende Erneuerung des Schutzsystems möglich waren.

Durch die Bestimmung der Reinigungszahl $C^{90\%}$, also die Ermittlung der Anzahl der Reinigungszyklen, bei den eine Funktionalität von mindestens 90% erreicht wird, sind Anti-Graffiti-Systeme unterscheidbar. In der Tabelle 4 ist der Bezug zu der ursprünglichen Klassifizierung dargestellt.

Tabelle 4: Einordnung von Anti-Graffiti-Systemen mit einer Funktionalität von mindestens 90% im Stresstest (15 Zyklen) auf Betonprobekörpern			
Reinigungs-zahl	Anti-Graffiti-System, das ...	Multiple Definition	Duale Definition
$C_1^{90\%}$	genau einen Reinigungszyklus mit zumindest 90% Reinigungsleistung zulässt	temporär	Opfersystem
$C_{2..5}^{90\%}$	zumindest zwei und höchstens 5 Reinigungszyklen mit einer Reinigungsleistung zumindest von 90% zulässt	semi-permanent	Nicht-Opfersystem
$C_{6..10}^{90\%}$	zumindest 6 und höchstens 10 Reinigungszyklen mit einer Reinigungsleistung von zumindest 90% zulässt	permanent	
$C_{11..n}^{90\%}$	zumindest 10 Reinigungszyklen mit einer Reinigungsleistung von zumindest 90% zulässt		

4 Graffitiprohylaxe für Beton

Die Entscheidung, welches Anti-Graffiti-System für den konkreten Anwendungsfall zu verwenden ist, wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Wie bereits oben beschrieben, sind technisch prinzipiell sowohl Trennschichtbildner als auch Imprägnierungen als Anti-Graffiti-Systeme anwendbar. Für Betonflächen, die nicht in den Bereich besonderer technischer Regelwerke wie der DIN EN 1504 [7] bzw. den ZTV-ING [8] fallen, wird in vielen Fällen versucht, Graffitiprohylaxesysteme zu verwenden, die nach ihrer Applikation eine auch optisch ansprechende Oberflächengestaltung ermöglicht. Dabei haben sich häufig pigmentierte 2K Polyurethane bewährt.

4.1 Beschichtungen

4.1.1 Opfersysteme

Anti-Graffiti-Systeme aus der Klasse der Opfersysteme sind in der Praxis leicht zu handhaben. Da beinahe ausschließlich wasserbasierte Materialien zum Einsatz kommen, sind sie umweltverträglich und erfordern nur einen geringen technischen Aufwand bei der Applikation. Der überwiegende Anteil dieser Materialien beruht auf Kunststoffdispersionen mit unterschiedlichen Anteilen von Paraffinwachsen. Abhängig von Art und Anteil der einzelnen Komponenten entsteht bei der Trocknung eine transparente unpolare Trennschicht mit einem spezifischen Schmelzbereich. Dieser Schmelzbereich spielt eine wesentliche Rolle für das Verhalten der Trennschicht und für die Möglichkeit, das Opfersystem mit einer üblichen Heißwasser-Hochdruck-Technologie wieder zu entfernen. Wachsmischungen mit einem Schmelzbereich zwischen 60 und 70°C erwiesen sich in der praktischen Anwendung nicht selten als witterungsanfällig. So änderte sich das optische Erscheinungsbild der Beschichtung, wenn saisonbedingt bei großer Sonneneinstrahlung, Oberflächentemperaturen am Baukörper nahe dem Schmelzbereich der Beschichtung erreicht wurden. Viele Anti-Graffiti-Systeme auf Wachsbasis verlieren im Laborversuch nach einer ein Jahr währenden natürlichen Bewitterung (Probekörper Beton, Berliner Klima, Ausrichtung nach Süden, Aufstellung 0/90°) erheblich an Schichtdicke. Eine Entfernung von Farbstoffen allein mit Heißwasser-Hochdruck-Technik ist, wie sie bei unbewitterten Vergleichsproben zu beobachten war, dann nicht mehr vollständig möglich. Allerdings ist im

oberflächennahen Bereich der Probekörper noch ausreichend Material vorhanden, sodass ein Eindringen der Farbmittel vermieden werden kann. Das Reinigungsergebnis bei Verwendung von chemischen Graffitientfernern ist daher für die meisten dieser Systeme immer noch sehr gut, wenn man die Resultate mit den Reinigungsergebnissen von unbehandelten Originalprobekörpern vergleicht [9].

Oberflächen, die mit Anti-Graffiti-Systemen auf Wachsbasis behandelt wurden, verhalten sich stark unpolar, was im direkten Zusammenhang mit den langen gesättigten, nichtfunktionellen Kohlenwasserstoffketten steht. Dies steht im Einklang mit den bestimmten, relativ großen statischen Kontaktwinkeln von Wasser [10] vor einem Reinigungszyklus. Vollzieht man einen Reinigungszyklus (hydrothermisch bzw. durch chemische Nachreinigung) verliert man diese Eigenschaft bei Wachssystemen mit einem unteren Schmelzbereich. Höher schmelzende Wachse verbleiben dagegen auf den Probekörpern, was sich an den weiterhin verhältnismäßig großen messbaren statischen Kontaktwinkeln von Wasser festmachen lässt. Die Eigenschaft einer besseren Stabilität der höher schmelzenden Wachsbeschichtungen ist demnach offenbar mit der Einbuße einer hohen Reversibilität bei der Reinigung der Oberfläche verbunden.

4.1.2 Nicht-Opfersysteme

Die Verwendung von Beschichtungen aus der Klasse der Nicht-Opfersysteme für die Graffitiprophylaxe hat folgende Vorteile:

- Erzielung eines definierten Schichtaufbaus durch Applikation mehrerer Anstriche einschließlich der Vorlage einer Tiefengrundierung zum Ausgleich von Oberflächendefekten
- Verwendung von pigmentierten Systemen, deren Funktionalität für die Graffitientfernung sich durch nachträgliche Vernetzungsreaktionen während der natürlichen Bewitterung in den ersten Jahren ihrer Standzeit häufig verbessert
- Erzielung eines optisch ansprechenden Erscheinungsbildes durch die Auswahl der Pigmentierung
- Herstellung von einheitlichen, wenig rauen Oberflächen, die eine Anhaftung von Farbmitteln erschweren und damit für die Farbentfernung günstig sind

- Verwendung von Deckschichten mit besonderen Zusätzen, die zu einer Verringerung der Oberflächenspannung führen und somit wiederum die Anhaftung von Farbmitteln erschweren

Durch die Aufbringung eines Trennschichtbildners zur Graffitiprohylaxe entsteht eine geschlossene Schutzschicht mit Schichtdicken größer 100 μm . Ein wesentlicher Aspekt für die Bewertung einer derartigen Maßnahme ist daher die Untersuchung des Einflusses auf Feuchteausstauschprozesse. Anti-Graffiti-Systeme auf der Basis von lösungsmittelbasierten 2K Polyurethanen zeigen nach ihrer Aushärtung auf einer intakten Oberfläche praktisch keine Aufnahme von Regenwasser. Der aus dem Innern des Baukörpers stammenden Feuchtigkeit setzen diese Beschichtungen einen erheblichen Widerstand entgegen, der sich bezogen auf den Wasserdampf in der bekannten Berechnung der s_D -Werte aus Schichtdicke und μ -Wert quantifizieren lässt. Anwendungstechnisch sind in diesem Zusammenhang unbedingt die konkreten Bedingungen am mit der Anti-Graffiti-Beschichtung zu behandelnden Baukörper zu klären. Schadensbilder wie das Abplatzen von Beschichtungen, wie sie an einigen WDVS-Fassaden aufgetreten sind, sind damit vermeidbar.

4.2 Imprägnierungen

4.2.1 Sol-Gel-Technologie

Die Systematik der Bezeichnung von Bautenschutz- und hier insbesondere Graffitiprohylaxemaßnahmen ist mit dem Aufkommen von wasserbasierten Fluoralkylsilanen [11] erheblich durcheinandergbracht worden. Der prominenteste Vertreter dieser Produktgruppe ist PROTECTOSIL Antigraffiti. Dieses Material verleiht der Oberfläche mineralischer Baustoffe durch eine Sol-Gel-Technologie bisher nicht erreichbare hydrophobe und oleophobe Eigenschaften. Messbar sind diese Eigenschaften z. B. durch die Bestimmung des statischen Kontaktwinkels von Wasser oder unter praktischen Bedingungen bevorzugt durch die Prüfung der Benetzbarkeit mit verschiedenen Wasser-Isopropanol-Gemischen [12]. Der Einsatz von Fluoralkylsilanen als Anti-Graffiti-System wird von manchen Verwendern kritisch betrachtet, da die Verfahrensweise bei sehr saugfähigen Untergründen zur Kostenbegrenzung eine Vorimprägnierung mit einem zweiten Material erfordert und die notwendigen praktischen Fähigkeiten zur Ausführung manchmal fehlen.

Die Ausbildung von hydrophoben bzw. oleophoben Eigenschaften einer Baustoffoberfläche ist mit einer signifikanten Verringerung der Oberflächenspannung verbunden. Dies führt direkt zu einer geringeren Benetzbarkeit von glatten Baustoffoberflächen durch z. B. wasserbasierte Farbmittel. Ob ein Farbmittel eine hydrophobe bzw. oleophobe Baustoffoberfläche benetzen kann, hängt aber auch von der Beschaffenheit der Oberfläche ab. Eine Einflussgröße ist hierbei z. B. die Rauigkeit. Auf ausreichend rauen, senkrechten hydrophoben bzw. oleophoben Baustoffoberflächen ist aus diesem Grund leider das oft gewünschte Abperlen von Graffiti-Farbmitteln nicht zu erwarten.

In der Laborprüfung von mit Fluoralkylsilanen behandelten Betonprobekörpern zeigte sich, dass auch nach einer fünfmaligen Wiederholung des Reinigungszyklus die geringe Oberflächenspannung der Probekörper erhalten bleibt. Offenbar wurde in diesem Fall die Anbindung des Schutzsystems an die Oberfläche durch die Reinigungstechnologie nicht beeinträchtigt. Allerdings waren vereinzelt Farbreste im Porenbereich der strukturierten Oberfläche feststellbar. Dies belegt die Problematik der Oberflächenstruktur bei der Graffitientfernung. Verbleiben aber Farbreste bilden sie Bereiche, wo die bei folgenden Reinigungszyklen verwendeten Farbmittel gleich einer Grundierung fest anhaften können und somit sukzessive das Reinigungsergebnis verschlechtern.

Bei der praktischen Graffitientfernung wird beim Auftreten von Farbresten häufig als letzte Möglichkeit auf eine abrasive Reinigung zurückgegriffen. Dies kann aber einerseits zu einer weiteren Aufrauung der Oberfläche führen. Andererseits ist der mechanische Verlust von Partikeln der unmittelbaren Baustoffoberfläche kaum zu vermeiden. Dies wiederum legt unbehandelte, also nicht hydrophob bzw. oleophob ausgestattete Oberflächenbereiche frei.

4.2.2 Anti-Graffiti-Imprägnierungen

Die Verwendung von fluorhaltigen Polymeren ist seit längerer Zeit auch für die Graffitiprophylaxe bekannt. Die ersten Systeme waren Reinacrylatemulsionen, denen Polytetrafluorethylen(PTFE)-Emulsionen beigegeben wurden [13]. Öl- und wasserabweisende Effekte wurden später an fluorhaltigen, nicht filmbildenden Acryl-

Copolymeren bzw. fluorierten Polymerdispersionen beschrieben [14]. Einige dieser fluorhaltigen Acryl-Copolymere besitzen die Eigenschaft sich durch die Funktionalisierung an mineralischen Oberflächen chemisch anzubinden [15].

Die Untersuchung eines praktisch häufig verwendeten Systems in Bezug auf seine Anti-Graffiti-Eigenschaften zeigte, dass eine signifikante Verringerung der Oberflächenspannung nach der Applikation auf einen Betonprobekörper messbar war [10]. Ähnlich wie bei den Fluoralkylsilanen wurde die erzielbare Reinigungsleistung bei wiederholten Reinigungszyklen von der Oberflächenstruktur (Rauigkeit) beeinflusst. Wieder waren nach einigen Reinigungszyklen partiell Farbreste erkennbar. Zusätzlich nahm die Oberflächenspannung der Probekörper nach einigen Reinigungszyklen wieder zu, was auf einen Abbau der wirksamen Imprägnierung schließen ließ. Eine weitere Untersuchung eines vom Hersteller allgemein als Imprägnat auf Fluorpolymerbasis bezeichneten Anti-Graffiti-Systems erbrachte ein ähnliches Resultat. Die vom Hersteller im Technischen Datenblatt geschilderte Einlagerung des Produktes in den Kapillargängen wird durch mehrere Reinigungszyklen derart strapaziert, dass zwischen der erreichbaren Reinigungsleistung eines behandelten Probesteins im Vergleich zu einem unbehandelten Probestein kein signifikanter Unterschied besteht.

5 Beschichtung oder Imprägnierung ?

Die Verwendung von Trennschichtbildnern bei der Graffitiprohylaxe ist zu favorisieren, wenn

- unebene Flächen ausgebessert und definierte Schichtaufbauten eventuell pigmentiert mit ansprechender Optik erzielt werden sollen (Nicht-Opfersysteme)
- eine Schutzwirkung zeitlich begrenzt erforderlich ist und eine möglichst große Reversibilität der Maßnahme gewünscht wird (Opfersysteme)

Imprägnierungen

- reduzieren die Oberflächenspannung und erleichtern dadurch bei gering strukturierten Oberflächen die Graffitientfernung

- beeinflussen kaum die Wasserdampfdurchlässigkeit und sind deshalb gegenüber von Feuchte aus dem inneren Bereich des Baustoffs (bezogen auf Wasserdampf) unempfindlich

6 Qualitätssicherung bei der Graffitibekämpfung

Prüfvorschriften für Technologien zur Graffitibekämpfung [4] sind seit 2001 zur Grundlage der Vergabe von RAL-Gütezeichen durch die Gütegemeinschaft Anti-Graffiti e.V. [16] sowie seit 2003 für die gegenwärtige Listung bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (Materialien für die Anwendung auf Betonoberflächen [nicht geschützt nach den ZTV-ING bzw. ZTV-SIB] an Bauwerken und Bauteilen der Bundesverkehrswege) geworden.

Durch die Anpassung bestehender sowie der Entwicklung zusätzlicher neuer Prüfverfahren wurde unter der Bezeichnung LABKUPFER® die Methodik zur Bewertung von Anti-Graffiti-Systemen erweitert [5]. Im Mittelpunkt stand dabei unter Einbeziehung der bei den Laborprüfungen gewonnen Erkenntnisse das Ziel, den Zustand von mit Anti-Graffiti-Systemen an Bauwerken qualifiziert bewerten zu können.

Das in diesem Zusammenhang entwickelte Verfahren zur Bestimmung des Imprägnierwertes [17] erlaubt durch eine vergleichende Messung des unbehandelten und des mit dem Anti-Graffiti-System behandelten Baustoffs eine Qualifizierung des Anti-Graffiti-Systems, eine Aussage über den Zustand sowie eine Prognose in Bezug auf die erreichbare Funktionalität bei der Graffitientfernung.

Quellenverzeichnis

1. Kupfer, M., *Beton und Farbe. Farbsysteme - Ausführung - Instandsetzung* ed. F. Kind-Barkauskas. 2003: DVA.
2. Kupfer, M., I. Jurk und B. Linke, *Vergleich der Effektivität von Reinigungstechnologien bei der Farbentfernung von unbehandelten Untergründen (Beton, Klinker, Fliese)* 2007, Labor Dr. Kupfer : unveröffentlichte Resultate.
3. *ASTM D 7089 – 06: Standard Practice for Determination of the Effectiveness of Anti-Graffiti Coating for Use on Concrete, Masonry and Natural Stone Surfaces by Pressure Washing.* 2006.
4. Kupfer, M., *Regelwerk für die Bewertung von Verfahren, Technologien und Materialien zur Graffitientfernung und Graffiti prophylaxe (ReGG).* 2000, Berlin: Gütegemeinschaft Anti-Graffiti e.V.
5. Kupfer, M., *Technisches Regelwerk für die Untersuchung und Bewertung von Anti-Graffiti-Systemen (LABKUPFER®).* 2008, Labor Dr. Kupfer : unveröffentlichte Ergebnisse.
6. Kupfer, M., *Vortrag : Graffitischutz als Vandalismusprophylaxe*, in *Baustoffforschung.* 2007: Berlin.
7. *Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton Deutsche Fassung EN 1504-2:2004*, in *DIN EN 1504-2 : Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität.* 2005.
8. *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING).* 2003, VkbI (2003).
9. Kupfer, M., *Grundprüfung von Anti-Graffiti-Systemen : Emcephob Nanowax (Prüfzyklus 2).* 2006, Labor Dr. Kupfer Bericht-Nr. 06-1769: Berlin. p. 1-5.
10. Kupfer, M., *Bestimmung von statischen Kontaktwinkeln an beschichteten Betonoberflächen vor und nach einem chemischen Reinigungszyklus*, in *Untersuchung von Anti-Graffiti-Systemen.* 2008, Labor Dr. Kupfer : unveröffentlichte Resultate.
11. Weißenbach, K., B. Standke, and P. Jenkner, *Water-Borne Fluoroalkylsilanes: a New Family of Products for Surface Modification*, in *Organosilicon Chemistry V: From Molecules to Materials* J. Weis and N. Auner, Editors. 2003, Wiley-VCH. p. 551-556.
12. Giessler, S. and B. Standke, *Unter Verschluss : Saubere Oberflächen dank organofunktioneller Silansysteme.* Farbe & Lack, 2005(4): p. 134-136.
13. Kupfer, M., *Grundprüfung des Anti-Graffiti-Systems CURATON CC (Prüfzyklus 2).* 2002, Labor Dr. Kupfer Nr. 02-1473.
14. Stempf, A. und P. Muller. *Fluorinated Acrylics as an alternative for hydrophobic and oleophobic coating for stone and concrete.* in *Proceedings of Hydrophobe II.* 1998. Zürich.
15. *faceal oleo HD® : APPLICATION IN BUILDINGS*, Technische Information der PSS Interservice AG : http://www.allremove.no/pdf/facealHDtestrapport_hd.pdf.
16. Gütegemeinschaft Anti-Graffiti e.V. . www.anti-graffiti-verein.de.
17. Kupfer, M., *Verfahren zur Bewertung des Zustands von mit Anti-Graffiti-Systemen behandelten Baustoffen (Patent beantragt).* 2007.