

Dr. Esther von Plehwe-Leisen
Diplomgeologin
Untersuchungslabor für Fragen der Natursteinerhaltung (LPL)

Markusstraße 68
D-50968 Köln

Tel: +49-221-3978942
Fax +49-221-3978943
E-mail: jach.leisen@t-online.de

Fluoromer® - Graffiti-Imprägnierung

(Name geändert – vorher: ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER)

Untersuchungen zu Veränderungen der Baustoffeigenschaften

Einführung

Das Graffiti-Schutz-System "ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER" des Herstellers Scheidel GmbH & Co. KG sollte in Hinblick auf seinen Einsatz an denkmalgeschützten Objekten aus mineralischen Baustoffen untersucht werden.

Nach Herstellerangaben ist das ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER eine wässrige Emulsion eines Fluorpolymers modifiziert mit einem Acrylat. Es hat hydrophobe und oleophobe Eigenschaften [1].

Neben optischen Veränderungen der Ausgangsmaterialien hervorgerufen durch eine Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER sowie eine nachfolgende Reinigung mit COCOpaste und Heißdruckwasser (< 800°C) sollte das Aufnahme- und Eindringverhalten, die Wasserabweisung und Trocknungsgeschwindigkeit getestet werden. Der Zustand des Schutzauftrags wurde mikroskopisch untersucht.

An Eifeltuff und Rotem Mainsandstein wurde der Aufbau der Hydrophobie nach einmaligem und zweimaligem Auftrag getestet. Zusätzlich wurden Wiederholungsbehandlungen mit Beschichtungs- und Reinigungszyklen an Rotem Mainsandstein durchgeführt, um die Entwicklung der Wasserabweisung und der Wasserdampfdurchlässigkeit bei Mehrfachbehandlung zu überprüfen. Simulationsversuche mit versalzten und behandelten Ziegelproben sollten Hinweise auf mögliche Schädigungspotentiale durch die Behandlung erbringen. Das Reinigungsverhalten der beschichteten Materialien nach Graffiti-Auftrag wurde nicht getestet.

Die Untersuchungen wurden, soweit vorhanden, nach bestehenden Normvorschriften durchgeführt. Die Referenzen sind bei der jeweiligen Beschreibung angegeben. In den Bericht wurden auch Ergebnisse des Kooperationsprojektes: "Untersuchungen der Langzeiteffekte von Anti-Graffiti-Mitteln auf Naturstein" der Fachhochschule Köln und des Instituts für Steinkonservierung in Mainz (IFS) mit aufgenommen.

Probenmaterialien

Da die Eigenschaften von Beschichtungen in hohem Maße von dem Substrat, auf dem sie aufgebracht werden, beeinflusst sind [2], wurden als Probenmaterialien verschiedene Natursteine, Ziegel und Putz in die Untersuchungen einbezogen. Bei den Natursteinen wurden bewußt die sehr unterschiedlichen, in Deutschland häufig verwendeten Bausteine: Roter Mainsandstein, Posta Sandstein, ein feiner Eifeltuff

ausgesucht. Die Steinmaterialien waren frisch und unverwittert. Bei dem Ziegel wurde auf altes und bereits längere Zeit bewittertes Material zurückgegriffen, um eine Vergleichbarkeit mit Ziegeln in historischen Bauwerken zu ermöglichen. Als Putze wurden, wie bei Denkmälern häufig, Kalkputze verwendet. Diese waren unverwittert und wurden zuerst nach Herstellervorschriften mit einer reiner Silikatfarbe (KEIM Purkristalat) [3] bzw. mit Dispersionssilikatfarbe (KEIM Granital) [4] gestrichen.

Behandlung und Reinigung der Proben

Nach Reinigung der Oberflächen erfolgte die Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz~POLYMER nach Vorschrift [1]. Der Auftrag auf dem Roten Mainsandstein und den gestrichenen Putzen erfolgte zweimal, die anderen Materialien wurden dreimal behandelt. Die Aufnahmemengen wurden gravimetrisch bestimmt und auf die behandelte Fläche umgerechnet. Zur Angabe in l/m^2 wurde eine Dichte von $1,024 \text{ g/ccm}$ [5] angenommen (Tab. I & Abb. 1). Die Eindringtiefen bei den einzelnen Materialien wurden anhand der hydrophoben Eigenschaften des Graffiti-Schutzsystems bestimmt (Tab. II).

In Abhängigkeit von der Saugfähigkeit der Materialien schwankten die Aufnahmewerte stark. Die geringsten Aufnahmewerte von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER zeigten die gestrichenen Putze und der Rote Mainsandstein mit ca. $0,13 - 0,16 \text{ l/m}^2$.

Bei ungehinderter Aufnahme zeigte der Posta Sandstein eine extreme Aufnahme von ca. 3 l/m^2 , die zu einer sichtbaren Eindringtiefe von $2,5 \text{ cm}$ führte. Da diese hohe Aufnahme weder vom wirtschaftlichen Aspekt noch von ihrer Auswirkung auf die bauphysikalischen Eigenschaften des Gesteinsmaterials wünschenswert ist, wurde in einer zweiten Untersuchung die im ersten Behandlungsgang angebotene Menge auf $0,7 \text{ l/m}^2$ (R1) bzw. auf $0,35 \text{ l/m}^2$ (R2) begrenzt und die weiteren Schichten erst nach Trocknung aufgebracht. Auch in den beiden weiteren Behandlungsgängen wurde auf sparsamen Auftrag geachtet.

ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER	
Mittelaufnahme	
Substrat	l/m^2
Roter Mainsandstein	0,16
Posta Sandstein (R1)	0,87
Posta Sandstein (R2)	0,56
Eifeltuff (fein)	0,62
Ziegel	0,35
Putz + Purkristalat	0,16
Putz + Granital	0,13
LPL 9/2000	

Tab I: Die Aufnahmemengen des ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMERS durch die Testsubstrate. Die Aufnahme des hochsaugfähigen Posta Sandsteins wurde im ersten Behandlungsgang auf $0,7 \text{ l/m}^2$ (R1) bzw. auf $0,35 \text{ l/m}^2$ (R2) begrenzt.

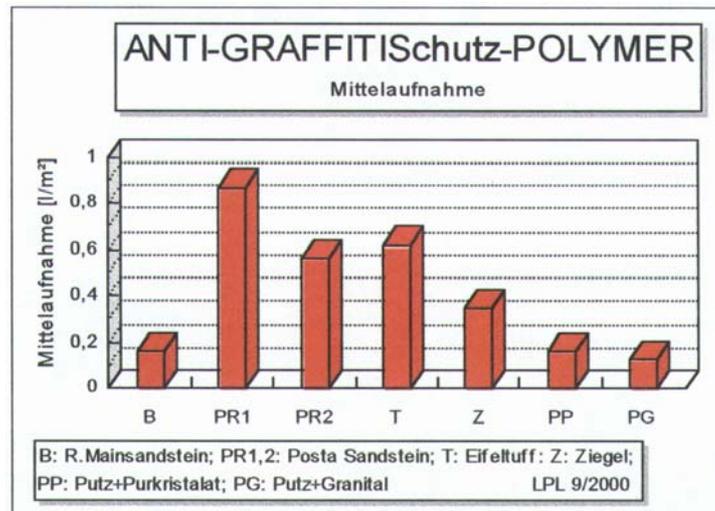


Abb. 1: Graphische Darstellung der Aufnahmemengen des ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMERS durch die einzelnen sehr verschieden saugfähigen Substrate.

ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER	
Material	Eindringtiefe [mm]
Roter Mainsandstein	<0,5
Posta Sandstein	20-25
Posta Sandstein (R1)	7-10
Posta Sandstein (R2)	4-7
Eifeltuff	1
Ziegel	3-4
Putz + Purkristalat	n.b.
Putz + Granital	n.b.
LPL Köln 9.2000	

Tab. II: Eindringtiefen des ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMERs bei den getesteten Materialien. (Erklärung Posta R1 und Posta R2 s. Tab. I, n.b.: nicht bestimmbar).

Die Putzproben wurden nach einer Wartezeit von 10 Tagen nach dem Aufbringen des Farbanstrichs mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER in zwei Auftragsgängen nachbehandelt.

Nach der Behandlung lagerten die Proben für eine Woche im Normklima 55 % r. F. und 21 °C [6]. Danach wurden die Probekörper für die Untersuchungen präpariert.

Die Reinigung erfolgte nach Angaben in den "Technischen Informationen" [1] mit Hilfe von COCOPaste [7]. Die Paste wurde aufgetragen, nach einer Einwirkungszeit von einer Stunde mit Druckheißwasser von 80°C (Geräteeinstellung 95°C) abgewaschen.

Optische Eigenschaften

Glanz

Die Glanz-Messung wurde mit Hilfe eines REFO 3D Reflektometers der Fa. Dr. Lange [8] durchgeführt (Abb. 2). Die Meßgeometrie war 85° . Der makroskopisch erkennbare leicht erhöhte Glanz der Proben nach der Behandlung zeigt sich in den Ergebnissen der Glanzmessung (Abb. 3). Durch eine Reinigung wird der Glanz meßbar reduziert auf Werte, die unterhalb des frischen unbehandelten Materials liegen. Bei den mit Farbe gestrichenen und anschließend behandelten Putzproben wurden keine Werte nach Reinigung gemessen.

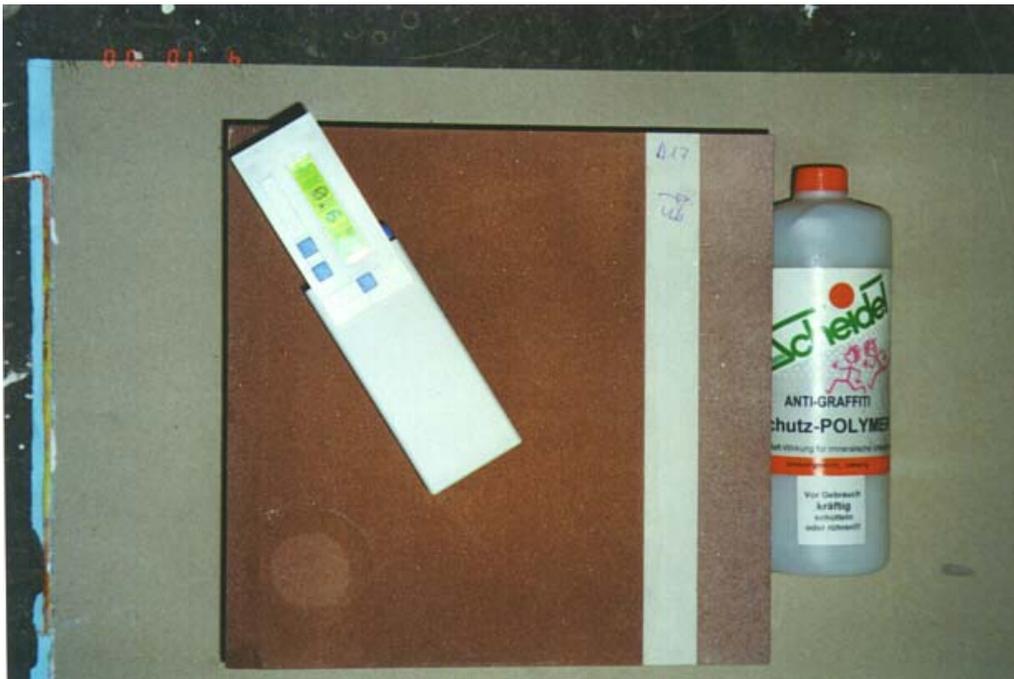


Abb. 2: Messung des Glanzes auf unbehandeltem (rechts) und behandeltem (links) Roten Mainsandstein.

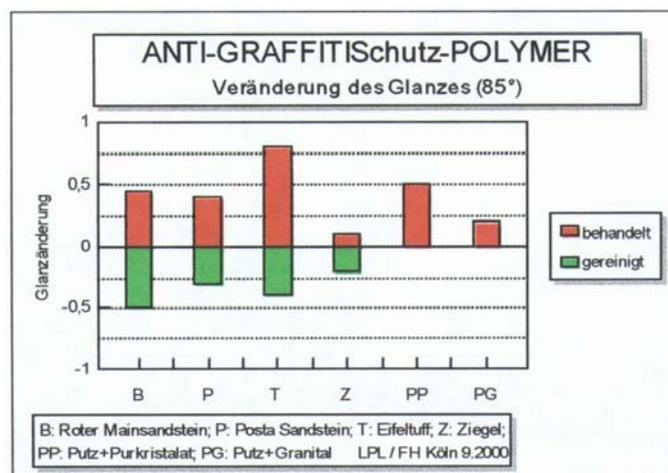


Abb. 3: Veränderung des Glanzes durch Behandlung und Reinigung. Die Null-Gerade repräsentiert die Ausgangswerte des unbehandelten Materials.

Farbe

Infolge der Behandlung der Proben mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER trat bei allen Proben eine makroskopisch wahrnehmbare leichte Farbintensivierung auf (Abb. 4).



Abb. 4: Farbintensivierung nach Auftrag und Trocknen des ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMERs auf Rotem Mainsandstein. Der kreisförmige hellere Bereich entstand durch die Berührung mit Wasser. Überprüfung der Hydrophobie mittels Wassertropfentest.

Diese Veränderungen wurden meßtechnisch mit einem Gerät SPM 100 der Fa. Gretag bei Normlicht D65 und 20° Normalbeobachter im CIE-L*a*b-System erfasst [9].

Gemessen wurde immer die Farbveränderung der Grundmasse, die der großen Einsprenglinge beim Tuff, oder größerer Komponenten beim Ziegel wurde nicht berücksichtigt. Hier wird der optische Eindruck bestätigt. Es tritt bei allen Materialien eine leichte Verringerung der L*-Werte auf (Abb. 5). Die L*-Werte geben die Helligkeit an, die Einteilung geht von 100 (weiß) bis 0 (schwarz). Die Verringerung der L*-Werte entspricht der individuell wahrnehmbaren Farbintensivierung. Durch die Reinigung kommt es wiederum zu geringfügigen Veränderungen.

Anhand der a*-Werte kann man außer bei dem hellen Posta Sandstein und den Putzen eine leichte Verschiebung in den roten Bereich erkennen (Abb. 6). Die a*-Werte geben den Rot-Grün-Anteil an, wobei eine Zunahme eine Erhöhung des Rotanteils, eine Abnahme eine Reduktion darstellt.

Außer bei Ziegel und dem Putz mit grauer Granitalfarbe zeigen die b*-Werte (Gelbblau-Anteil) eine leichte Zunahme des Gelb-Anteils (Abb. 7).

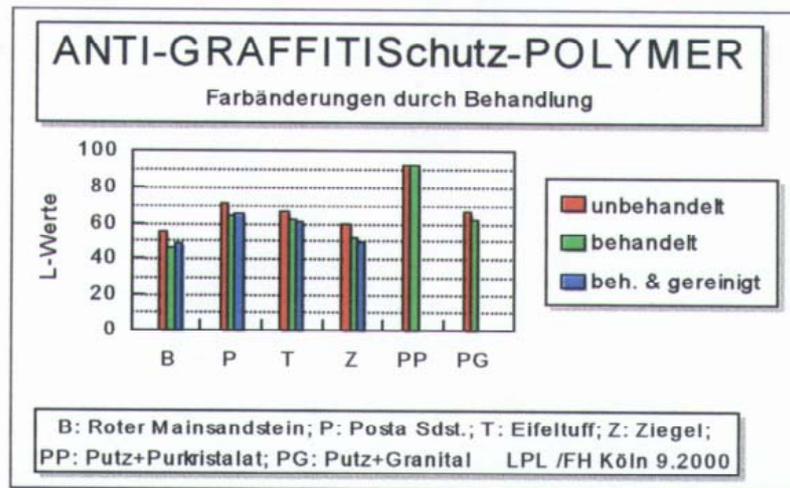


Abb. 5.- Die Veränderung der L*-Werte (Maß der Helligkeit) der Farbmessung zeigen teilweise eine leichte Reduzierung durch die Behandlung an, durch die Reinigung werden die Änderungen teilweise wieder rückgängig gemacht.

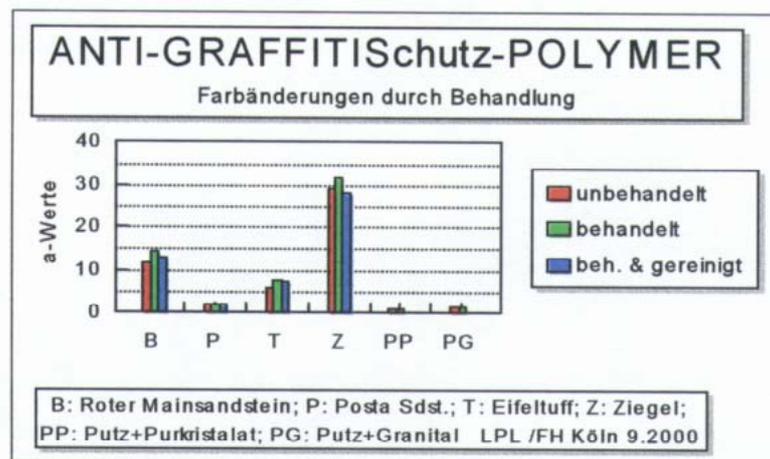


Abb. 6: Die teilweise auftretende positive Veränderung der a*-Werte zeigt eine Erhöhung des Rotanteils infolge der Behandlung. Bei der Reinigung nähern die Proben sich wieder dem Ausgangsmaterial.

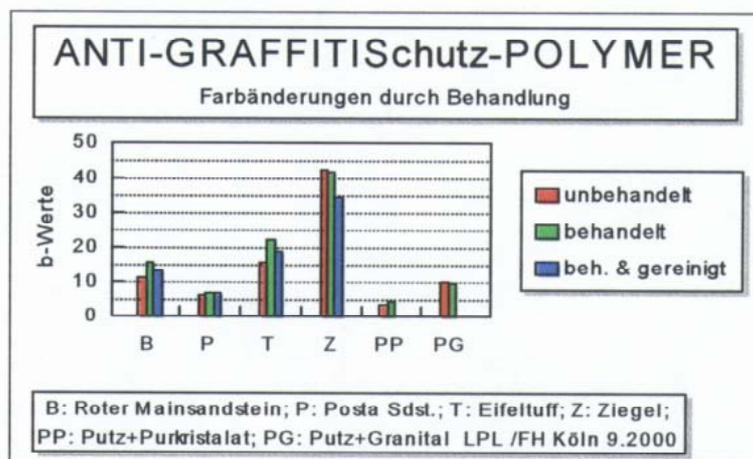


Abb. 7: Die positive Veränderung der b-Werte bei Rotem Mainsandstein und Tuff weist auf höhere Gelbanteile infolge Behandlung hin, die infolge Reinigung wieder verringert werden.

Infolge der Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER kam es zu leichten Änderungen der Farbeigenschaften der Materialien, die teilweise bei einer Reinigung wieder weiter an den Ausgangszustand angeglichen werden. Abb. 4 zeigt eine behandelte Probeplatte, an der nach einer Standzeit von 10 Tagen Wasseraufnahmeuntersuchungen durchgeführt wurden. Der von Wasser beaufschlagte Kreis zeigte nach Trocknung eine dem Ausgangsmaterial deutlich ähnlichere Farbe als die umgebenden Partien. Die Hydrophobie blieb dennoch erhalten, wie mittels Wassertropfentest nachgewiesen werden konnte. Hier könnten praktische Versuche zur Weiterentwicklung der Applikationstechnik durchgeführt werden.

Mikroskopische Untersuchungen

Die verschiedenen Materialien wurden als Aufsichten und im Profil mikroskopisch untersucht. Hierbei kam sowohl Auflicht- und Durchlicht- wie auch Rasterelektronenmikroskopie zum Einsatz.

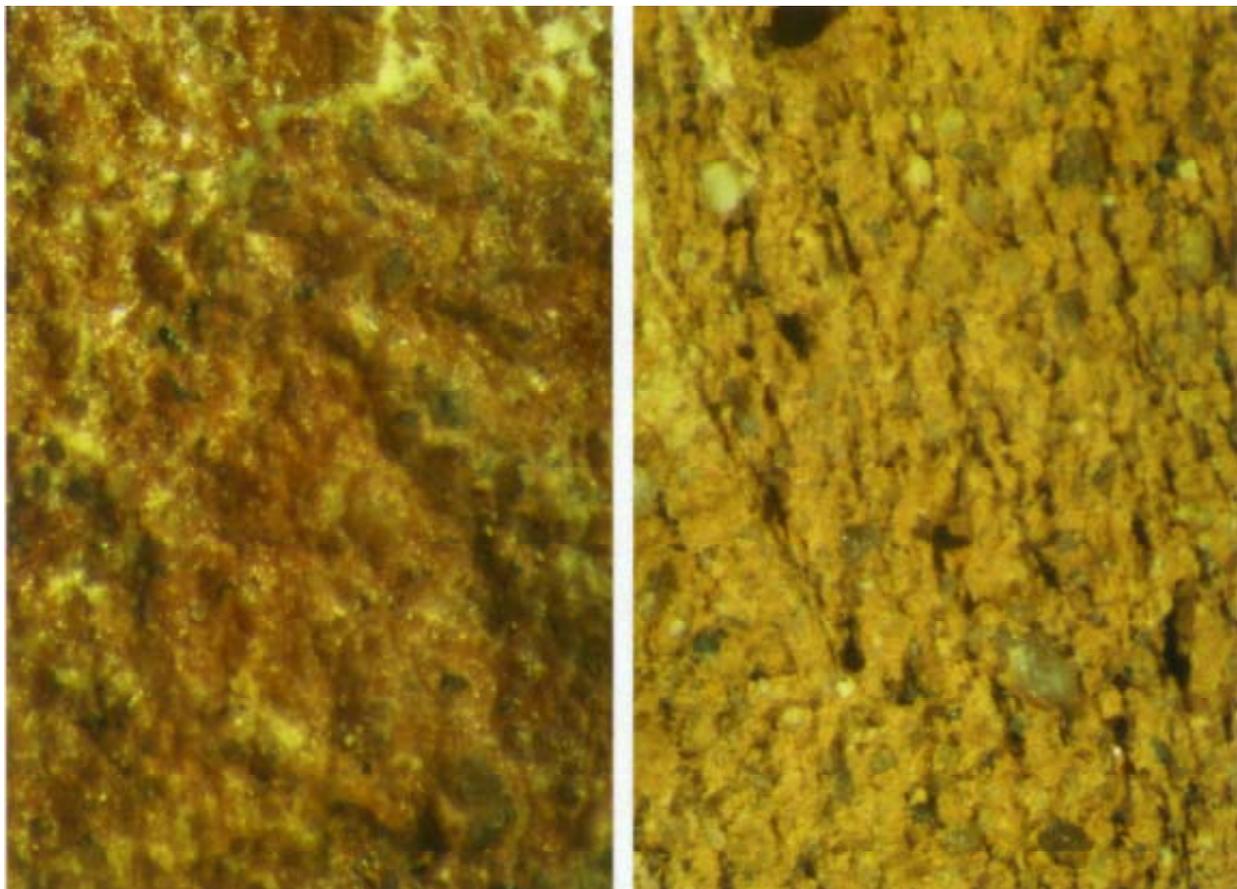


Abb. 8: Eine Ziegeloberfläche mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelt (links) und nach einer Reinigung (Auflicht 30x). Das Schutzsystem bildet einen abweisenden Überzug auf der Oberfläche, der durch eine Reinigung partiell entfernt wird.

Auch bei den mikroskopischen Untersuchungen war der optisch wahrnehmbare Glanz infolge des Schutzsystemauftrags wahrnehmbar (Abb. 8 & 9 links). Das Schutzsystem bildet einen abweisenden Überzug über die Gesteinsoberfläche. Dieser Überzug wird aber bei einer Reinigung wieder teilweise entfernt und hinterläßt eine Oberfläche ohne Glanz (Abb. 8 & 9 rechts). Durch die Reinigung mit Druckwasser ist die Oberfläche nach einer Reinigung etwas rauer. Vergleicht man aber dies mit der Rauigkeit einer vergleichbaren Oberfläche ohne Schutz nach einer Reinigung, so ist deutlich, daß durch den präventiven Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER bei einer Reinigung von Graffiti wesentlich substanzschonender gereinigt werden kann.

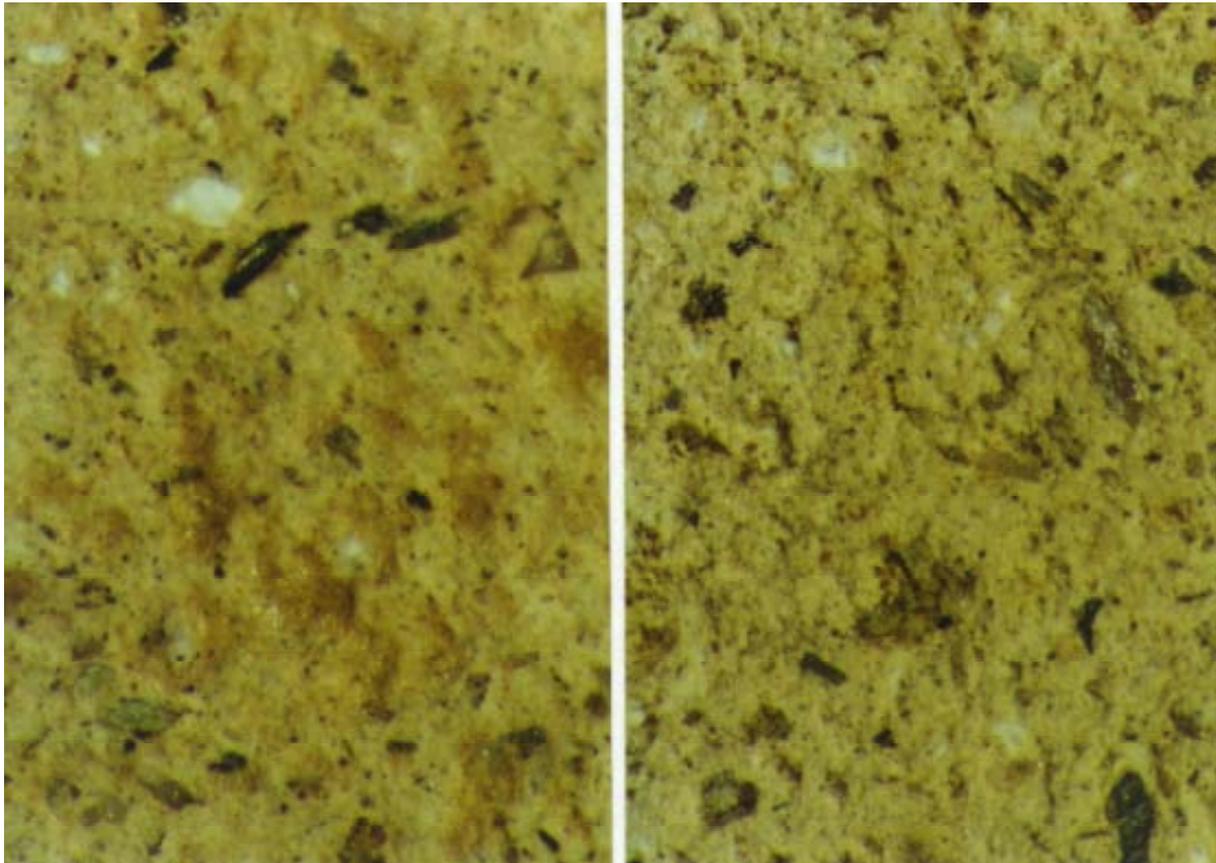


Abb. 9: Eine Eifeltuffoberfläche mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelt (links) und nach einer Reinigung (Auflicht 30x). Das Schutzsystem bildet auf der weichen Tuffoberfläche einen abweisenden Überzug, der durch eine Reinigung partiell entfernt wird.

Die Untersuchungen des Schutzauftrags mittels Rasterelektronenmikroskopie macht ebenfalls eine gut deckende Schutzschicht deutlich (Abb. 10). Die unregelmässige Gesteinsoberfläche ist meist lückenlos überzogen. Bei aufgeplatzten Blasen (untere Bildmitte) weist der Untergrund noch immer eine Schutzschichtüberdeckung auf. Dies wird anhand der EDX - Elementanalyse deutlich (Abb. 11). Ganz links im Spektrum ist der Peak für Fluor K_{∞} deutlich zu sehen, der ebenso wie Schwefel und Chlor nicht der Gesteinszusammensetzung zugeschrieben werden kann.

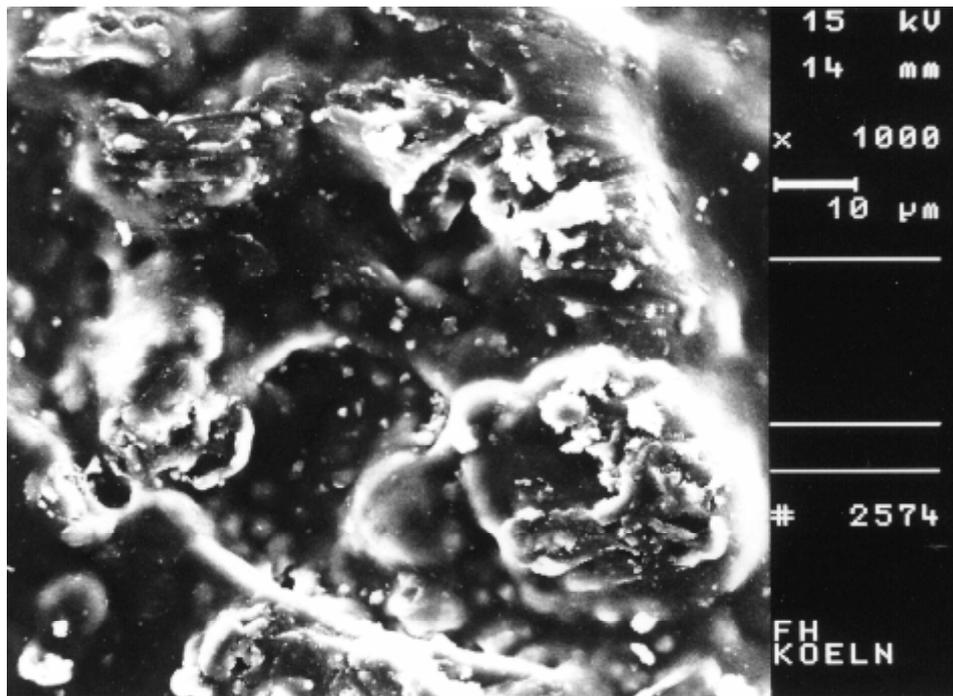


Abb. 10: Die Schutzschicht überdeckt die unruhige Gesteinsoberfläche. Bei auftretenden Blasen ist auf dem durch das Aufplatzen freiliegenden Untergrund auch das Schutzsystem nachweisbar.

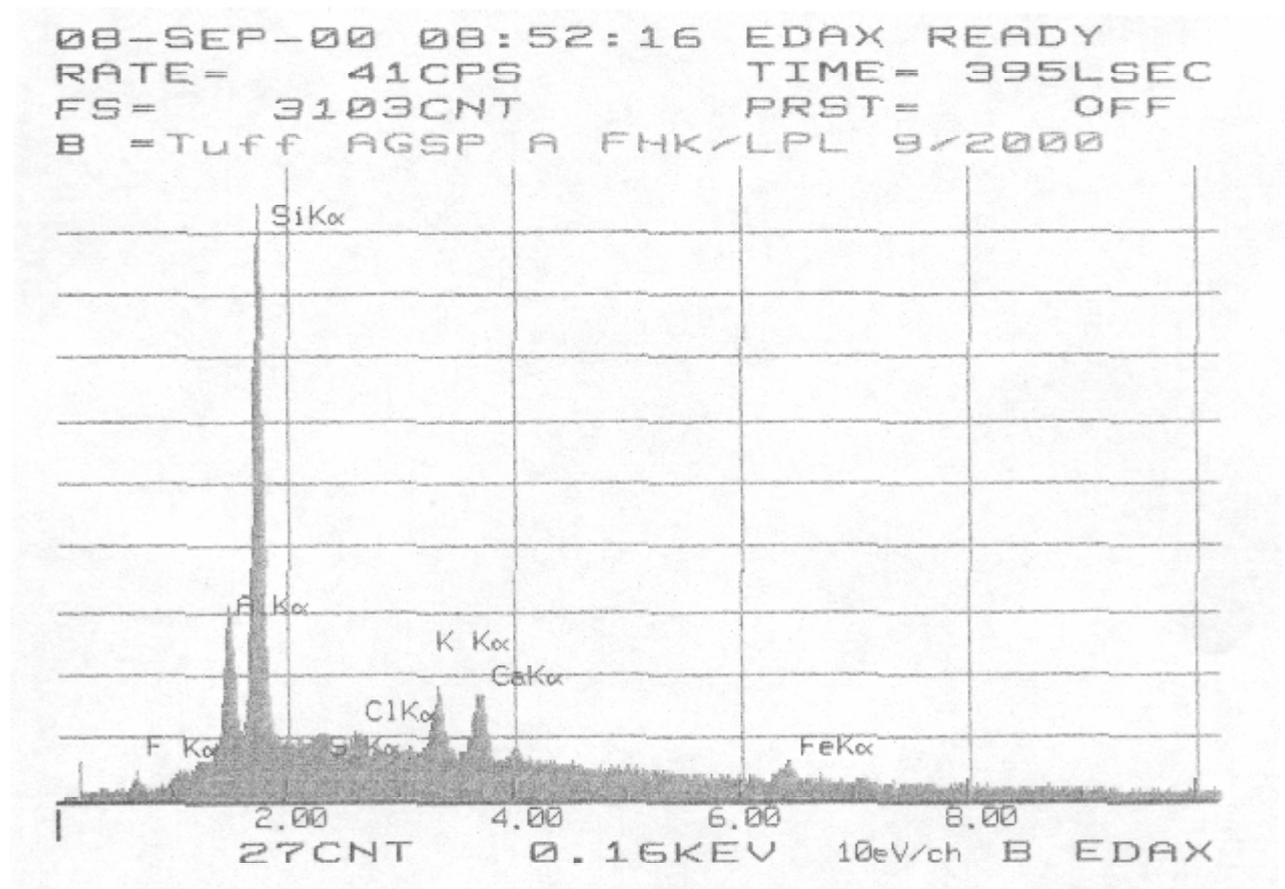


Abb. 11: Das Spektrum der EDX-Analyse zeigt deutlich die Anwesenheit von Fluor.

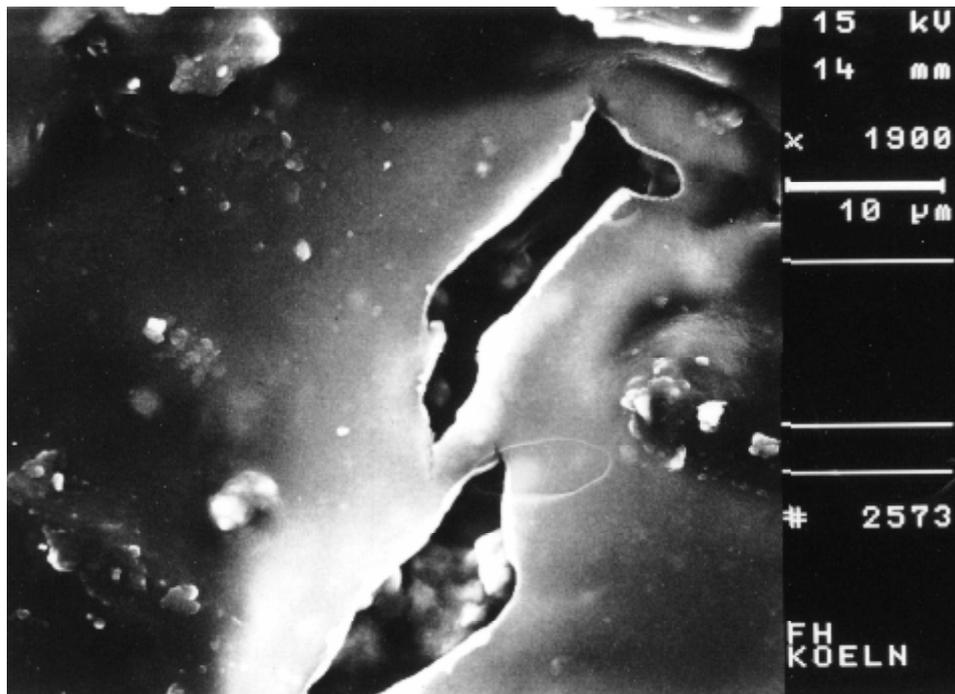


Abb. 12: Schrumpfrisse im Schutzanstrich können während des Auftrocknens entstehen.

In Abb. 12 sind Schrumpfrisse mit einer Rissbreite von ca. $4 \mu\text{m}$, also bereits im kapillaren Größenbereich, zu sehen. Die Anzahl beobachteter Risse ist aber gering. In einem Fall traten gesprungene Anstrichschollen, die aufgewölbt nach außen standen, auf. Es war auf den untersuchten Proben aber generell ein wenig gestörter, sich den unruhigen Oberflächen bestens anpassender, gut deckender Schutzfilm zu sehen.

Prüfung der Wasserabweisung

Die Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme der Materialien vor und nach der Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER sowie nach einer nachfolgenden Reinigung erfolgte an Bohrkernen in Anlehnung an [10].

Die Ergebnisse sind in Tab III. dargestellt. Die Proben zeigen nach der Behandlung eine sehr stark reduzierte kapillare Wasseraufnahme. Roter Mainsandstein, Eifeltuff und Ziegel zeigen unabhängig von ihrer Ausgangswasseraufnahme nach der Behandlung Wasseraufnahmekoeffizienten von $< 0,1 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$. Sie sind somit in Klasse III: niedrig wasserdurchlässig [10] einzuordnen. Bei dem extrem saugfähigen Posta Sandstein wurde bei der nicht reduzierten Behandlung (RO) die Wasseraufnahme von $24 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ auf $0,17 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ gesenkt. Bei den Putzproben wurde ebenfalls eine starke Reduktion der Wasseraufnahme durch die Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER erreicht. Die Wasseraufnahme des hochsaugfähigen Kalkputzes (w ca. $20 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$) wurde durch die Primärbeschichtung mit Purkristalfarbe (KEIM) bereits auf $3,5 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ herabgesetzt. Durch die zusätzliche Beschichtung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER verringerte sie sich weiter. Bei der Primärbeschichtung mit Granital (KEIM) wurde die kapillare Saugfähigkeit im Gegensatz zu den Herstellerangaben [4] nur auf $0,6 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$ abgesenkt, hier konnte keine weitere Verringerung durch den Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER erzielt werden.

Nach einer nachfolgenden Reinigung mit COCOpaste und Druckwasser von einer Temperatur von > 80°C blieb die verringerte Saugfähigkeit erhalten.

Veränderung der kapillaren Wasseraufnahme durch Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER			
Material	Wasseraufnahmekoeffizient w [kg/m ² √h]		
	unbehandelt	behandelt	gereinigt
Roter Mainsandstein	0,49	0,09	0,09
Posta Sandstein	24,21	0,17	0,16
Eifeltuff	15,31	0,05	0,06
Ziegel	10,85	0,05	0,04
Putz+Purkristalat	3,47	1,76	n.b.
Putz+Granital	0,6	0,6	n.b.

LPL Köln 9.2000

Tab. III: Die Abnahme der kapillaren Wasseraufnahme infolge der Behandlung ist durch eine Reinigung nur geringfügig zu beeinflussen.

Prüfung der Wasserabweisung nach nur einmaliger Behandlung

Bei der Behandlung von porösen Materialien mit hydrophobierend wirkenden Graffiti-Schutz-Produkten wird meist nicht vollflächig die gesamte Fassade behandelt. Diese partielle Hydrophobierung kann zu Problemen durch Feuchte-Hinterwanderung der wasserabweisenden Parteien führen. Dieses Risiko könnte durch eine Gesamtbehandlung z.B. der ganzen Fassade verkleinert werden. Hier stellt sich die Frage, in wie weit bereits bei einmaligem Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER die gewünschte wasserabweisende Wirkung erzielt wird. Die Prüfung dieser Frage wurde an den Materialien Eifeltuff und Roter Mainsandstein durchgeführt (Abb. 13).

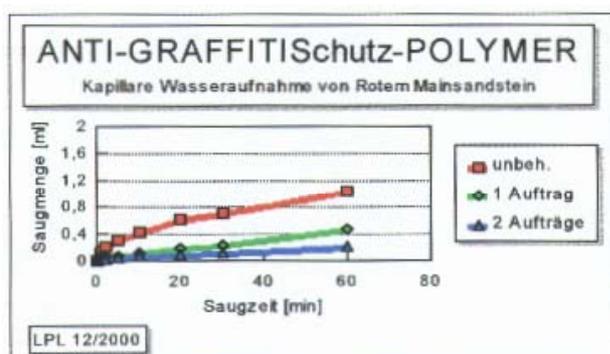


Abb. 13: Vergleich der Saugmengen von unbehandeltem Rotem Mainsandstein mit Proben mit ein bzw. zweimaligem Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER

Abb. 13 zeigt die kapillare Wasseraufnahme an Rotem Mainsandstein. Der unbehandelte Stein saugte über eine Fläche von 20 cm² innerhalb von 60 min. ca. 0,9 ml Wasser. Durch einen einmaligen Auftrag wurde diese Aufnahme auf 0,45 ml gesenkt. Erst durch zweimaliges Aufbringen wurde eine Wasserabweisung von < 0,1 kg/m²√h (Klasse III) erreicht.

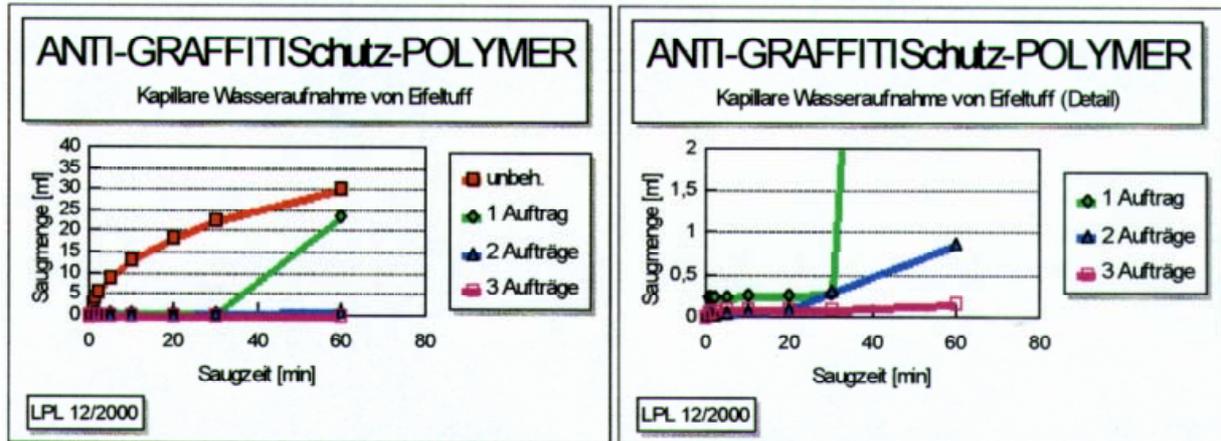


Abb. 14. Wasseraufnahmeverhalten des Eifeltuff bei ein-, zwei- und dreimaligem Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER im Vergleich mit unbehandeltem Eifeltuff (rechtes Diagramm: Gesamtsicht, links Detailvergrößerung)

Das Wasseraufnahmeverhalten des hochsaugfähigen Eifeltuffs (Abb. 14) zeigte bei einmaligem Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER bedingt gute wasserabweisende Eigenschaften während eines Zeitraums von ca. 30 min. Dann brach die Abweisung zusammen und nach einer Stunde war eine Wasseraufnahme annähernd in der Größenordnung des unbehandelten Gesteins zu verzeichnen.

Bei einer zweimaligen Aufbringung waren die wasserabweisenden Eigenschaften bereits besser entwickelt, aber auch hier kam es bei längerer Belastung zu einer verstärkten Wasseraufnahme. Nur die Probe mit dreimaliger Behandlung zeigte ein wirksame Hydrophobie.

Bei einer Abwägung von Hinterwanderungsgefahr, vollflächiger Behandlung und der Anzahl von Behandlungsgängen muß unbedingt das Substrat und die Belastung des Substrats mit Feuchtigkeit eine bestimmende Rolle spielen. Hier können Messungen der Wasseraufnahme an einer Musterfläche am Objekt Klarheit verschaffen.

Trocknungsverhalten

Um Informationen über das Trocknungsverhalten der Materialien zu erhalten, wurden Untersuchungen zur Trocknung von unbehandelten, von mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelten und von zusätzlich anschließend mit COCOpaste und Druckwasser mit einer Temperatur von > 80°C gereinigten Probekörpern durchgeführt. Trotz gut ausgeprägter Hydrophobie des Schutzsystems kann es an nicht mit Schutzsystem behandelten Gebäudepartien, an Fugen, Rissen und anderen Schwachstellen immer zu Wassereintritt kommen. Diese Feuchtigkeit kann dann geschützte Bereiche hinterwandern und muß die Möglichkeit der Trocknung haben.

Zur Bestimmung der Trocknungsgeschwindigkeit durch die unbehandelten, mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelten und die wieder gereinigten Flächen wurden 5 cm lange Bohrkern randlich an den Mantelflächen abgedichtet. Die Kerne wurden in 24 Stunden mit Wasser gesättigt und dann nach Verschließen der Unterseite in einem Klima von 50% r.F. und 200°C ohne Wind getrocknet. Anfänglich wurde die Trocknung stündlich, dann täglich durch Wiegen der Probekörper bestimmt und die Wasserabgabe in Gewichtsprozent des Ausgangswassergehaltes berechnet (Abb. 15).

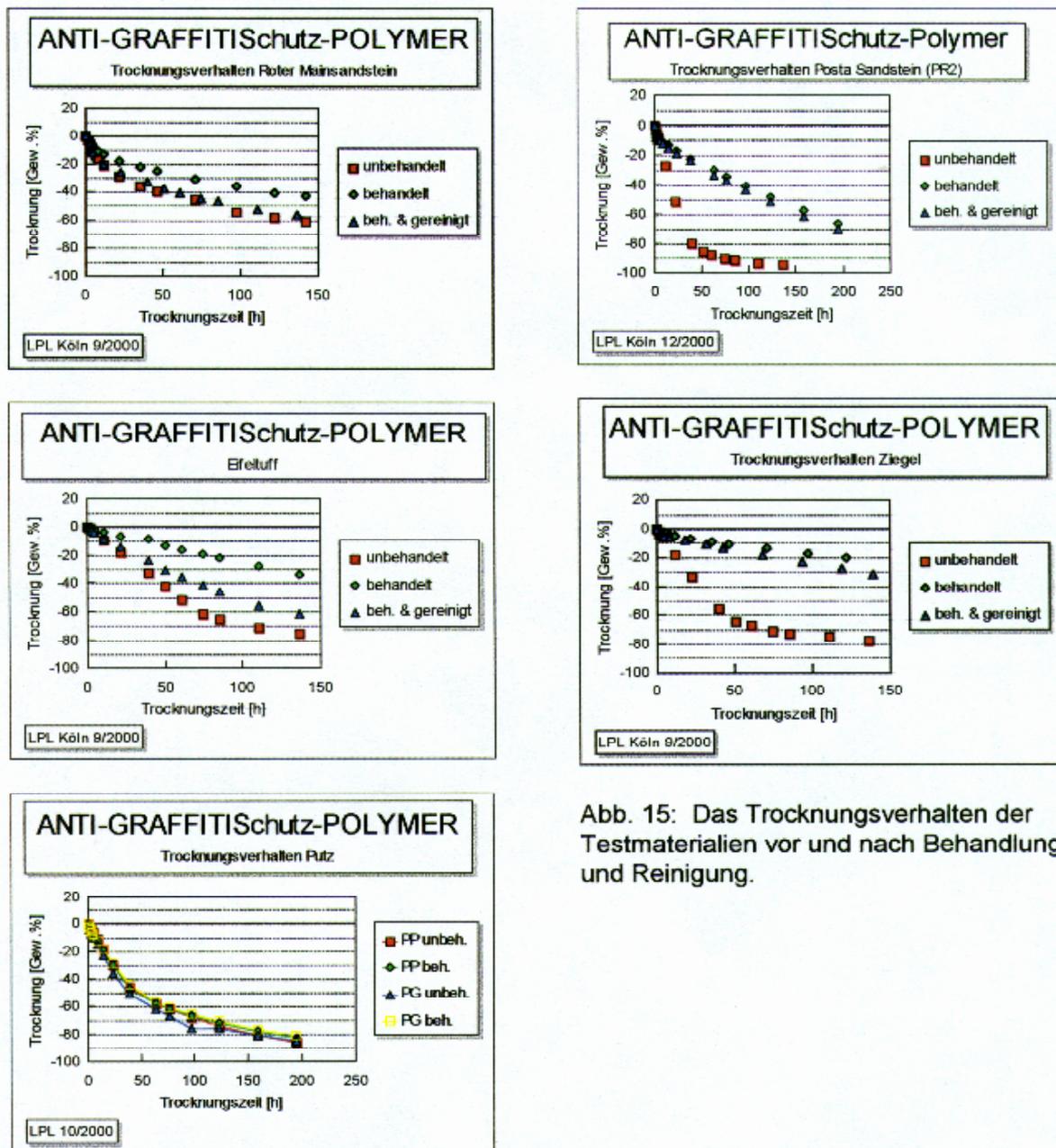


Abb. 15: Das Trocknungsverhalten der Testmaterialien vor und nach Behandlung und Reinigung.

Hierbei wird bei der Trocknung eine große Abhängigkeit von den Porenraumeigenschaften des trocknenden Materials deutlich. Beim Roten Mainsandstein ist die Trocknung durch die mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelte Fläche hindurch im Vergleich mit der frischen unbehandelten Probe leicht behindert. Durch eine nachfolgende Reinigung wird der Ausgangszustand aber fast

vollständig wieder erreicht. Auch bei dem Tuff aus der Eifel ist die durch das Aufbringen von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER verringerte Trocknung durch eine Reinigung wieder erleichtert. Beim Posta Sandstein konnte die Trocknung durch die Reduzierung der aufgetragenen Menge an Graffiti-Schutz-Mittel verbessert werden. Er und Ziegel zeigen aber dennoch eine weniger gute Trocknungsgeschwindigkeit infolge des Auftrags von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER, eine nachfolgende Reinigung erhöhte sie nur unwesentlich. Die Putze mit den Farbanstrichen dagegen trockneten mit und ohne ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER annähernd gleich gut.

Auswirkungen von Mehrfachbehandlungen

Proben von Rotem Mainsandstein wurden ein-, zwei- und dreimal behandelt mit dazwischengeschalteter Reinigung. An diesen Proben wurden anschließend die kapillare Wasseraufnahme [10] und die Wasserdampfdiffusionseigenschaften [11] untersucht, um Veränderungen, die aufgrund von Mehrfachbehandlungen auftreten können, zu detektieren.

Die Proben weisen nach der Behandlung- eine intakte Hydrophobie auf. Durch eine Reinigung wird diese nur unwesentlich beeinträchtigt (Abb. 16). Durch weitere Behandlungen wird die Wasseraufnahme von diesem niedrigen Niveau noch weiter abgesenkt.

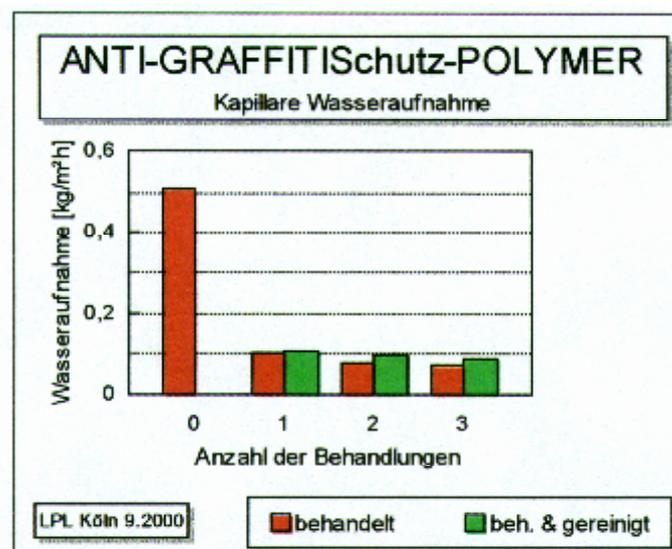


Abb. 16: Abnahme der kapillaren Wasseraufnahme infolge Behandlung und Entwicklung bei Mehrfachbehandlung.

Zur Wasserdampfdiffusionsmessung wurden die Proben zunächst vor der Behandlung und Reinigung gemessen und danach wieder mit der gewünschten Vorbehandlung. Dadurch ist ein direkter Vergleich möglich und Variationen innerhalb des natürlichen Substrats können so berücksichtigt werden. Die Differenz zwischen den sd-Werten der unbehandelten Proben und derselben Proben nach der Behandlung ergibt den sd-Wert der Beschichtung. Die Messungen zeigten, daß eine Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER die Dampfdiffusion auf diesem Substrat nicht wesentlich beeinträchtigt (Abb. 17). Für die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke sd der Beschichtung wurden Werte unter 0,14 m gemessen. Das heißt auch nach der dritten Behandlung waren die Proben noch in die Klasse I einzustufen. Durch weitere Behandlungen mit dazwischengeschalteten Reinigungsmaßnahmen mit COCOpaste und Druckheißwasser wird der Dampfdiffusionswiderstand leicht erhöht, erreicht dennoch nach der dritten Behandlung nicht ganz die Grenze zu Klasse II.

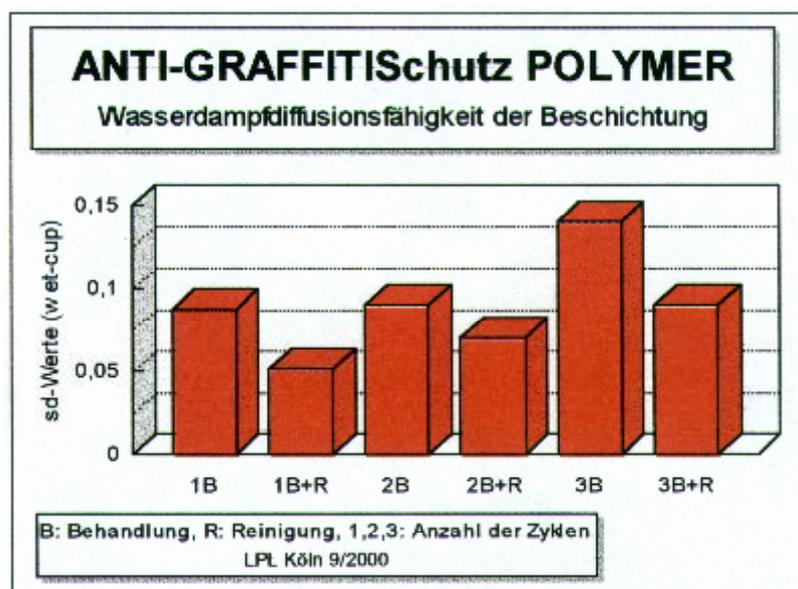


Abb. 17: Entwicklung der sd-Werte bei Mehrfachbehandlung und Reinigung

Frost-Tau-Wechsel-Versuch

Auf Proben von Ziegel mit und ohne zusätzliche, künstliche Versalzung mit NaCl wurde ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER aufgebracht. Diese Proben wurden einer Wechselbelastung mit Frost und Tauphasen unterworfen [12]. Hierzu wurden die Proben an den nicht mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER behandelten Seiten abgedichtet. Eine Seite wurde mit einer beweglichen Dichtung versehen. Die Proben wurden stark durchfeuchtet und dann vier Stunden bei -20°C gefroren. Die Tauphasen bei 20°C betragen eine Stunde.

Es wurden insgesamt 100 Frost-Tau-Durchgänge durchgeführt, das entspricht beispielsweise im Raum München der Anzahl von Frost-Tau-Wechseln in ca. 5 Jahren.

Nach 100 Frost-Tau-Wechseln konnte weder bei den versalzten noch bei den unversalzten Ziegelproben im Vergleich mit unbehandeltem Ziegelmaterial verstärkter Probenverlust festgestellt werden. Der Anstrich unterlag auch keinen optischen Veränderungen.

Zusammenfassung und Bewertung

Erwartungsgemäß zeigte das ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER auf den unterschiedlichen Substraten im Test z.T. sehr große Unterschiede im Verhalten.

Die Aufnahmemengen variierten von 0,13 l/m² (Putz mit Granital-Anstrich) und 0,16 l/m² (Roter Mainsandstein) bis zu 0,9 l/m² (Posta Sandstein mit Zwischentrocknung und reduziertem Mittelangebot). Dementsprechend unterschiedlich war die Eindringtiefe von ca. 0,3 mm (Roter Mainsandstein) bis 10 mm (Posta Sandstein).

Eine Behandlung mit ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER hat bei allen Materialien optische Veränderungen wie eine Farbintensivierung und leichte Glanzbildung hervorgerufen. Diese Veränderungen wurden aber bei nachfolgender Reinigung rückgängig gemacht oder abgemildert. Es hat sich gezeigt, daß bei Berührung mit Wasser nach beendeter Trocknungszeit die Farbintensivierung stark abgemildert wurde.

Die mikroskopischen Untersuchungen zeigten rißarme gut deckende Beschichtungen.

Durch die Behandlung der Proben wurde eine starke Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme erreicht. Durch eine Reinigung wurde dieser Wert nur unwesentlich wieder erhöht.

Eine nur einmalige oder bei stark saugenden Untergründen nur zweimalige Behandlung führte in den Untersuchungen nur zu einer Verringerung der Wasseraufnahme, nicht aber zu einer intakten Hydrophobie. Hier muß bei Gefahr von Feuchtigkeitshinterwanderung die Anzahl von Aufträgen von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER den Gegebenheiten des Objekts angepasst werden.

Die Trocknung war bei Posta Sandstein und Ziegel deutlich erschwert. Eine Reinigung verbesserte hier das Trocknungsverhalten nicht signifikant. Bei dem Roten Mainsandstein- und den Eifeltuffproben wurde das Austrocknen durch eine Reinigung deutlich erleichtert. Die Trocknung von Kalk-Putz mit Reinsilikat- und Dispersionssilikatanstrich wurde durch den Auftrag von ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER nicht verändert.

Bei Mehrfachbehandlung auf Rotem Mainsandstein wurde die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit nur leicht beeinträchtigt. Nach der dritten Behandlung zeigte das Material noch immer dampfoffene Eigenschaften. Die Wasserabweisung erhöhte sich leicht.

Der Frost-Tau-Wechsel-Versuch zeigte kein höheres Schadensrisiko der versalzten und nicht versalzten Ziegelproben durch das Schutzsystem als bei nicht behandelten Proben.

Nach dem bisherigen Stand der Untersuchungen ist zu sagen, daß das ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER ein wirkungsvolles Mittel zur Eindämmung von Schäden durch Graffiti darstellen kann, dort wo eine Hydrophobierung zulässig und eine ausreichende Trocknung gewährleistet ist.

Referenzen

- [1]Technische Information ANTI-GRAFFITISchutz-POLYMER (Fa. Scheidel) Stand Febr. 2000.
- [2] Plehwe-Leisen, E. von; Leisen, H. & Auras, M.: Untersuchung der Langzeiteffekte von Anti-Graffiti-Mitteln auf Naturstein. In :10 Jahre Institut für Steinkonservierung e.V.; Bericht Nr. 10 - 2000. ISSN 0945-4748
- [3] Technisches Merkblatt KEIM Purkristalat®-System (Fa. KEIM). Stand 03/00
- [4] Technisches Merkblatt KEIM Granital®-System (Fa. KEIM). Stand 06/00
- [5] Prüfinstitut Lacke Farben Köln Bericht - Nr. 991027-1 vom 27.10.1999
- [6] DIN EN ISO 1513: Vorprüfung und Vorbereitung von Proben für weitere Prüfungen (Okt. 1994)
- [7] Technische Information COCOpaste (Fa. Scheidel) Stand Jan. 2000
- [8] DIN EN ISO 2813: Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85° (Juni 1999)
- [9] DIN 5033: Farbmessung
- [10] DIN EN 1062-3: Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich. Teil 3: Bestimmung und Einteilung der Durchlässigkeitsrate für flüssiges Wasser (Permeabilität) (Febr. 1999)
- [11] DIN prEN 1062-2: Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für mineralische Untergründe und Beton im Außenbereich. Teil 2-. Wasserdampf-Diffusionsstromdichte - Bestimmung und Einteilung (Mai 1996)
- [12] DIN 52104-1: Frost-Tau-Wechsel-Versuch (Nov. 1982)

Köln, den 8.1.2001