



Campus Fichtenhain 11
D-47807 Krefeld

FRT-Information

Werkseitig nano-funktionalisierte Oberflächen

Eigenschaften, Reinigung, Werterhalt

Sanitärarmaturen und –ausstattungen;
Keramik: Fliesenmaterialien (Wand- und Bodenfliesen);
Sanitärkeramik;
Fensterscheiben/Glasflächen
Kunststoffe;
Teppichböden

Oktober 2007

Tel.: (0 21 51) 77 80 42

Fax: (0 21 51) 82 10-199

info@frt.de

www.frt.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	5
1. Begriffsbestimmungen	5
2. Zusätzliche Informationen	8
3. Problematik und Empfehlungen	10
3.1 Sanitärarmaturen und -ausstattungen	10
3.2 Keramik: Fliesenmaterialien (Wand- und Bodenfliesen); Sanitärkeramik	11
3.3 Fensterscheiben/Glasflächen	13
3.4 Kunststoffe	14
3.5 Teppichböden	14
Anhang 1 Schadensbilder	15
Anhang 2 Mitglieder des <i>FRT</i> -Arbeitskreises	20

Vorwort

In letzter Zeit ist sehr viel über den Begriff „Nanotechnologie“ geschrieben und diskutiert worden. Im Rahmen dieser Informationsschrift soll deshalb nur ein sehr kurzer einleitender Überblick über diese Thematik gegeben werden. Von den Mitgliedern des FRT-Arbeitskreises, die an der Erstellung dieser Informationsschrift beteiligt waren, wurde als sehr guter Einstieg in die Nanotechnologie die interne Bestandsaufnahme der DECHEMA und des VCI („Neue Materialien für die Nanotechnologie: Anwendung und sicherer Umgang - eine interne Bestandsaufnahme vom 25.01.2005“) angesehen. Kapitel der folgenden Informationsschrift, die sich auf die o.g. Quelle beziehen, sind mit einem * gekennzeichnet.

An der Erstellung dieser Information waren Experten u.a. aus dem Kreis der Hersteller von Reinigungs- und Pflegemitteln, Hersteller von Reinigungstextilien, Gebäudereiniger und Sachverständige unter Einbezug der Hersteller/Anbieter von werkseitig nano-funktionalisierten Oberflächen beteiligt.

Die vorliegende Information entspricht dem Stand der Technik und dem Wissensstand der Teilnehmer und gilt für **werkseitig nano-funktionalisierte** Oberflächen.

Das Merkblatt kann mit weiterem Informationsmaterial bei der Geschäftsstelle der FRT bezogen werden und ist für FRT-Mitglieder ab November 2007 direkt im Internet verfügbar (<http://www.frt.de>).

Zur Werterhaltung nano-funktionalisierter Oberflächen sind bestimmte Voraussetzungen unabdingbar.

Generell ist zu beachten, dass nano-funktionalisierte Oberflächen, wie auch alle anderen Oberflächen, zum Werterhalt sachgerecht gereinigt werden müssen. In der Regel können handelsübliche Produkte zur Reinigung eingesetzt werden. Bei der Reinigung und Pflege können gleiche/ähnliche Probleme auftreten, wie bei den nicht-modifizierten Oberflächen. Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass Verschmutzungen unter optimalen Bedingungen von einigen nano-funktionalisierte Oberflächen leichter zu entfernen sind. Allerdings ist in der Praxis oft beobachtet worden, dass je nach Ort/Einsatz von nano-funktionalisierten Oberflächen z.B. ein stärkeres Anschmutzverhalten/erhöhter Verschleiß etc. aufgetreten ist.

Insbesondere sind die Hersteller der o.g. Oberflächen gefordert, praktikable und professionelle Reinigungsempfehlungen zu erstellen, u.a. um kostenintensive Folgeschäden zu vermeiden. Weiterhin wäre eine dauerhafte Kennzeichnung dieser Materialien sehr hilfreich.

Nach heutigem Kenntnisstand können werkseitig nano-funktionalisierte Oberflächen nicht saniert oder repariert werden. Aus diesem Grunde werden sich zukünftige FRT-Forschungsarbeiten mit der Erneuerung funktionaler Eigenschaften im Rahmen von Reinigungs- und Pflegeverfahren beschäftigen.

Langzeiterfahrungen mit nano-funktionalisierten Oberflächen liegen z.Zt. nicht vor. Die Lebensdauer von z.B. Sanitärarmaturen liegt je nach Nutzung bei ca. 10 Jahren .

Einleitung

- * Die Nanotechnologie ist eine moderne und zukunftsweisende Querschnittsdisziplin, die in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat.
- * Die chemische Industrie stellt schon heute viele Produkte in Teilchengrößen bzw. Strukturierungen her, die kleiner als 100 Nanometer (nm) sind und z. B. als Kugeln, Plättchen, Röhren oder Schichten vorliegen. Optische, elektrische und magnetische Eigenschaften, aber auch Härte, Zähigkeit und Schmelzverhalten von nanoskaligen Teilchen unterscheiden sich deutlich von herkömmlichen Materialien. Ihr Einsatz eröffnet die Möglichkeit, völlig neuartige Materialien zu schaffen, die exakt auf die jeweiligen Einsatzbedürfnisse zugeschnitten sind. Keramiken, Metalle oder Kunststoffe, die nanoskalige Produkte enthalten oder mit ihnen beschichtet wurden, sind beispielsweise kratzfester, entspiegelt, bzw. Wasser, Fett und Schmutz abweisend. Auch Oberflächen, die Bakterien abtöten oder chemische Reaktionen katalysieren, werden durch nanoskalige Produkte ermöglicht.
- * Ein sicherer Umgang mit nanoskaligen Produkten bei der Herstellung, dem Einsatz beim Verbraucher oder der Entsorgung ist Voraussetzung für ihren kommerziellen Erfolg und für eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung. Wie im Falle anderer Zukunftstechnologien zeichnet sich auch bei der Nanotechnologie eine gesellschaftliche Debatte über Nutzen und Risiken ab.

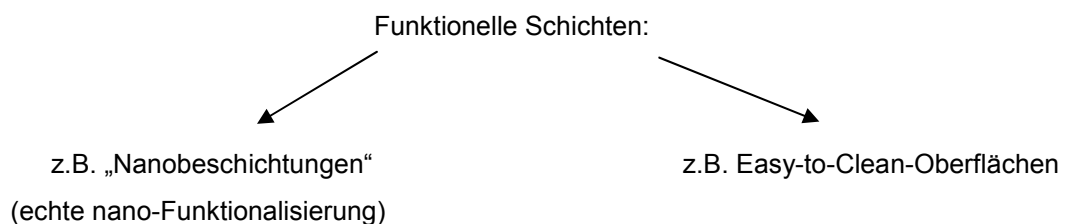
In und an Gebäuden findet man vermehrt nanostrukturierte Oberflächen bzw. Oberflächen, die als „Nano“ ausgelobt werden aber keine Nanostruktur aufweisen. Im Rahmen der FRT-Information soll der Unterschied aufgezeigt werden und Empfehlungen zur Handhabung und insbesondere zur Reinigung und Pflege dieser nano-funktionalisierter Oberflächen gegeben werden.

1. Begriffsbestimmung

- * Es ist wichtig, in der Diskussion klar zwischen dem übergeordneten Begriff „Nanotechnologie“ und den „Nanopartikeln“, „nanoskaligen Produkten“ und „Nanomaterialien“ zu unterscheiden. Allgemein verbindliche Definitionen werden z.Zt. im ISO Technical Committee 229 „Nanotechnologies“ entwickelt.
- * Unter der Bezeichnung „**Nanotechnologie**“ wird eine Vielzahl von verschiedensten Innovationen und Entwicklungen zusammengefasst.
- * Unter „**Nanopartikeln**“ versteht man in der Regel Teilchen (mit etwa kugelförmiger Geometrie), die in allen Dimensionen eine Größe von 1-100 nm haben.

* Der Begriff „**Nanomaterialien**“ wird für Werkstoffe nanoskaliger Strukturierung oder Dimensionierung benutzt. Diese Materialien bestehen in der Regel aus in einer Matrix gebundenen „Nanopartikeln“ sowie aus mechanischen oder elektronischen Bauteilen mit Strukturelementen im Nanometerbereich.

* Als „**nanoskalige Produkte**“ werden Nanomaterialien - also z.B. Aggregate und Agglomerate von (primären) Nanopartikeln mit Strukturen von 1-100 nm bezeichnet. Viele der in der Öffentlichkeit bekannten „Nanomaterialien“ bestehen genau aus diesen Aggregaten: Es sind nicht einzelne Nanopartikel, sondern fest miteinander verbundene „Anhäufungen“ dieser kleinen Teilchen. Die Größe der Teilchen vieler nanoskaliger Produkte ist vergleichbar mit herkömmlichen Produkten, der innere Aufbau unterscheidet sich allerdings – und folglich auch die Eigenschaften.



Chemisch modifizierte Schichten

adhesiv / mechanisch modifizierte Schichten

Pseudo- Nano-Beschichtungen

Easy-to-Clean (ETC)

ETC-Systeme basieren in der Regel auf anorganisch-organischen Materialien. Die Wirkung beruht auf der geringen Adhäsion von Schmutz auf glatten hydrophoben, teilweise zusätzlich oleophoben Oberflächen. Diese transparenten Coatings erzielen eine niedrige Oberflächenenergie mit ausgeprägter Antihafwirkung und einem Benetzungswinkel von über 100°.

Solche Systeme sind bereits seit einigen Jahren im industriellen Einsatz z.B. in Sanitärkeramik. Neben der hydrophoben Ausrüstung von Oberflächen sind durch Modifikation der Ausgangsverbindungen hydrophile Oberflächen mit „Anti-Fog“-Eigenschaften (Anti-Beschlag) erzielbar.

Lotus-Effekt®

Die Lotusblume gilt in asiatischen Regionen als Symbol der Reinheit. Die Blätter dieser Pflanze entfalten sich trocken und sauber aus dem Schlamm der Gewässer. Dieses Phänomen der „Selbstreinigung“ haben Wissenschaftler der Universität Bonn im Detail bei Pflanzen, wie z.B. Lotusblume, Kohl, Schilf und Kapuzinerkresse untersucht. Dabei stellten die Botaniker um Prof. Barthlott fest, dass dieses Phänomen immer mit einem wasserabstoßenden Mikrorelief – einer wasserabstoßenden und einer ganz bestimmten nano-Struktur - auf diesen Oberflächen verbunden ist. Diese „Selbstreinigungsfähigkeit“ nannte Prof. Barthlott Lotus-Effekt®.

Auf der Oberfläche des Lotusblattes drängen sich mit Wachsen beschichtete hügelförmige Ketten. Schmutz und Wasser bleiben auf den Spitzen der Hügel liegen, auf vielen Noppen wie ein Fakir auf einem Nagelbrett (die mikroskopisch kleinen Erhebung dienen gewissermaßen als Schmutzabweiser). Die Kontaktfläche ist minimiert, reduziert um ca. 90 %; gleichzeitig werden auch die Adhäsionskräfte reduziert, Luft wird zwischen den Mikrostrukturen und dem Wassertropfen eingeschlossen. Die „runden“ Wasserperlen rollen schon bei geringer Neigung ab und schwemmen dabei Schmutzpartikel mit. So können Wasserperlen beim Abrollen schon bei geringer Neigung Schmutzpartikel binden und entfernen.

Der synthetisch erzeugte Lotus-Effekt® ist eine Weiterentwicklung der Strukturforschung. Die „Selbstreinigung“ basiert auf einer mikro- und nanostrukturierten extrem hydrophoben Oberfläche, wobei mit bewegtem Wasser der Schmutz abgewaschen wird. Der Kontaktwinkel eines Wassertropfens auf einer Oberfläche mit Lotus-Effekt beträgt mehr als 140°.

Der Lotus-Effekt® kann sich überall dort einsetzen lassen, wo verschmutzte Flächen dem Regen ausgesetzt sind oder mit viel Wasser abgespült werden können. Beispiele von Produkten bei dem der aus der Natur bekannte Effekt in die Technik übertragen wurde, sind z.B. die Fassadenfarbe „Lotusan“ (Fa. ISPO) und Dachziegel mit Lotus-Oberfläche etc.. Von einer umfassenden Verfügbarkeit

verschiedenster Produkte mit Lotus-Effekt®, die den Namen zu Recht tragen, kann derzeit nicht die Rede sein.

Photokatalytisch aktive Systeme

Photokatalytisch aktive Systeme basieren auf mit nanoskaligem TiO_2 (Titandioxid) dotierten Beschichtungsmaterialien. Hierbei werden TiO_2 Nanopartikel in eine Matrix eingebaut und eine hydrophobe oder hydrophile Schicht ausgebildet. Durch Licht werden bei photokatalytisch aktivem TiO_2 Elektronen auf ein höheres Energieniveau angehoben. Die entstehenden Redox-Reaktionen, beziehungsweise die dabei auftretenden hochaktiven freien Radikale, zerstören den aufliegenden organischen Schmutz, wenn dieser keine allzu große Schichtdicke besitzt, und andere organische Stoffe wie z.B. Gerüche. Das Wachstum von Bakterien kann unter optimalen Bedingungen sehr stark gehemmt werden. Beim nächsten Kontakt mit Wasser werden die zerstörten organischen Komponenten abtransportiert. Wesentliche Voraussetzung für die Funktion solcher Systeme ist die Notwendigkeit von Lichteinstrahlung, sowie die Begrenzung des Effektes auf den Abbau von organischen Ablagerungen.

Antimikrobielle Ausstattung

1.) Einsatz von Silber

Ein neu entwickelter Lack enthält mit Silber beschichtetes nanoskaliges Titandioxid, um Bakterien und Pilze abtöten zu können. Die für das sichtbare Licht durchlässige Nanobeschichtung kann u. a. auf Metall, Kunststoff oder Glas aufgebracht werden.

2.) Einsatz photokatalytisch aktiver Systeme

siehe oben

2. Zusätzliche Informationen

1.) Elastische Bodenbeläge mit Lotuseffekt als Marketingaussage:

Die bisher auf den Markt gebrachten elastischen Beläge erfüllten die in sie gesetzten Erwartungen nicht! Durch die mechanische Belastung im Laufstrassenbereich wurden die Oberflächenstrukturen innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit irreparabel geschädigt.

2.) Bodenbeläge, die Wachse enthalten

Hier beruht der ausgelobte Effekt auf einer Folie mit eingearbeiteten Wachsen, die ausdiffundieren können. Bei frisch verlegten Böden befinden sich deshalb Wachse auf der Oberfläche; im Rahmen einer Grundreinigung werden diese entfernt, diffundieren jedoch nach und die Oberfläche reagiert wiederum hydrophob. Die einzige Möglichkeit dem vorzubeugen ist es, die Folie mit den Wachsen abzuschleifen. Bei bereits vorhandenen Laufstraßen mit entfernter Folienschicht kann der

zurückbleibende Rest ebenfalls abgeschliffen und der Boden anschließend neu beschichtet werden. Schäden treten hier bereits nach kurzer Zeit auf.

3.) Kratzfeste Oberflächen

Kratzfest-Systeme basieren auf dichten meist glasartigen Nanokomposit-Materialien, welche über gebundene ungesättigte organische Restgruppen in der Regel strahleninduziert oder thermisch ausgehärtet werden. Durch die gezielte Modifikation und Auswahl der System lassen sich Oberflächen herstellen, welche eine gute chemische Stabilität, hohe Transparenz (Schichtdicke einige μm) und extreme Abriebfestigkeit aufweisen.

Durch eine sehr dichte, hoch anorganische Matrix entsteht eine kratzfeste Schicht wie z.B. transparente Kunststoffe wie Acrylglas, Polycarbonat etc., die empfindliche Werkstoffe vor abrasivem Verschleiß schützt.

Entwickelt wurden Autolacke mit Nanopartikeln, die weniger empfindlich gegenüber Kratzern, z.B. Waschbürsten, sind. Die Lackformulierungen sind so eingestellt, dass der Lack einerseits hart und chemisch beständig ist, andererseits aber auch flexibel ist.

3. Problematik und Empfehlungen

3.1 Sanitärarmaturen und -ausstattungen

Tabelle 1		
Problem	Ursache	Empfehlung/Hinweis
Korrosion	Saurer Bereich kann kritisch werden, wenn z.B. Salzsäure, Essigsäure und bestimmte Tenside (z.B. Nicht-ionische Tenside) vorhanden sind. Im alkalischen Bereich durch die Anwesenheit von Ammoniak.	Nur kurze Einwirkzeit, Produkte nicht eintrocknen lassen, gereinigte Flächen sehr gut nachspülen.
Korrosion ,innerhalb' der Armaturen	Sprühreinigung.	Direkte Sprühreinigung vermeiden, Aerosole können in unvorhergesehene Bereiche eindringen.
Beschädigung der Oberfläche (resultiert Korrosion)	Einsatz von abrasiven Reinigungsmitteln bzw. Hilfsmitteln. Unsachgemäßer Einbau der Armaturen.	Nur geeignete (nicht abrasive) Reinigungsmittel und –Textilien einsetzen, Reinigungstextilien häufig ausspülen bzw. auswechseln. Auf sachgemäßen Einbau achten, nur unbeschädigte Armaturen einbauen.
	Beschädigung der Oberfläche durch weitere mechanische Einflüsse (Schmuckstücke, hineinfliegende Gegenstände etc.).	Derartige Beschädigungen sind unvermeidbar.

Beschädigte Armaturen können auf Dauer nicht zerstörungsfrei gereinigt werden!!

3.2 Keramik: Fliesenmaterialien (Wand- und Bodenfliesen); Sanitärkeramik

a.) Hydrophil modifizierte Oberfläche (keine Beschichtung)

Anm.: derzeit ist keine permanent hydrophil modifizierte Sanitärkeramik im Handel.

Tabelle 2		
Problem	Ursache	Empfehlung/Hinweis
Verkratzungen, Zerstörung der Oberfläche/Keramik	Abrasives Reinigungsutensilien/Einsatz von aggressiven Chemikalien (z.B. Flusssäure und deren Verbindungen).	Einsatz von weichen, sauberen Reinigungsutensilien und geeigneter Reinigungschemie.
Angetrocknete, hartnäckige, säurelösliche Verschmutzungen	Wasserhärte (Kalkrückstände). Urstein, Braunstein, Rost	Einsatz von handelsüblichen, sauren Sanitärreinigern, Reiniger einwirken lassen.
Angetrocknete, fettige Verschmutzungen	Seifenreste, Kalkseife, Hautfett, Kosmetikrückstände, Haarspray.	Einsatz von Sanitärreinigern sowie neutral- bzw. leicht alkalischen Reinigern.
Kein Reinigungserfolg sichtbar	Zerstörte Oberfläche (evtl. verursacht durch zu abrasive Reinigungsutensilien). Inaktivierte Oberfläche (z.B. Silikonreste, Reste von Pflegemitteln, Zementschleier).	Irreparabel, nicht zu beheben!!! Austausch. Verschmutzungsspezifische Reinigung.

b.) Hydrophob modifizierte Oberfläche (keine Beschichtung)

Tabelle 3		
Problem	Ursache	Empfehlung/Hinweis
Verkratzungen, Zerstörung der Oberfläche/Keramik	Abrasive Reinigungsutensilien/ Einsatz von aggressiven Chemikalien (z.B. Flusssäure und deren Verbindungen).	Irreparabel, nicht zu beheben!!! Austausch. Einsatz von weichen, sauberen Reini- gungsutensilien und geeigneter Reinigungschemie.
Angetrocknete, hartnäckige, säurelösliche Verschmutzungen	Wasserhärte (Kalkrückstände).	Einsatz von handelsüblichen, sauren Sanitärreinigern, Reiniger einwirken lassen.
Angetrocknete, hartnäckige, fettige Verschmutzungen	Seifenreste, Kalkseife, Hautfett, Kosmetikrückstände, Haarspray.	Einsatz von Sanitärreinigern sowie neutral- bzw. leicht alkalischen Reinigern.
Kein Reinigungs- erfolg sichtbar	Matte, raue Oberfläche (evtl. verursacht durch fehlerhafte Reinigung: zu alkalische Reinigungsmittel, zu abrasive Reinigungsutensilien).	Irreparabel, nicht zu beheben!!! Austausch.

3.3 Fensterscheiben/Glasflächen

Sonderfall: Kunststoffscheiben (s. Kunststoffe)

Eine hydrophile Eigenschaft einer Glasscheibe kann ein Hinweis für eine aktive Nanobeschichtung sein!! Das Fehlen dieser hydrophilen Eigenschaft schließt das Vorhandensein einer Oberflächenvergütung nicht aus!!

Tabelle 4		
Problem	Ursache	Empfehlung/Hinweis
Kratzer etc.	Einsatz von Klingen, scharfen Gegenständen, abrasiven Produkten.	Es handelt sich um irreparable Schäden, die nicht mehr behoben werden können. Einsatz von geeigneten, sauberen Reinigungsmitteln und Reinigungshilfsmitteln. Insbesondere ist darauf zu achten, dass Einwascher und Tücher keine Verunreinigungen (Sandkörner!!) enthalten.
Hartnäckige Verschmutzungen	Bauphase: Mörtelspritzer, Farbreste, Silikonreste, Etikettreste, Filzschreiber, Wachsstifte; Reste von Windowcolor.	Möglichst diese Verschmutzungen vor der Reinigung anzeigen, da eine Schädigung der Oberfläche bei dieser Reinigung nicht immer ausgeschlossen werden kann (s.o.). Mörtel kann aufgrund des hohen pH-Wertes das Glas verätzen. (Hinweis: Merkblatt zur Glasreinigung vom Bundesverband 'Flachglas' Troisdorf). Farbreste etc. können i.d.R. mit Lösemitteln entfernt werden. Beständigkeiten der Oberflächenvergütung und Fensterrahmen müssen beim Auftraggeber erfragt werden.
Vergrauung	z.B. Rückstände von Wasserhärte.	Einsatz eines sauren Reinigers in angepasster Dosierung.
Überproportionale Wiederanschmutzung der Oberfläche	z.B. Ausbildung eines Silikonfilms (aus Dichtstoffen etc.).	Durch Silikonentferner oder Lösemittel begrenzt entfernbar.

Zur Reinigung sind handelsübliche Universal- und Glasreiniger zu verwenden. Nachträglich aufgebraute Beschichtungen weisen i.d.R. nur eine geringe Lebensdauer auf, die nicht dem Gebäudereiniger angelastet werden kann. In diesem Fall ist auf die Empfindlichkeit derartiger Oberflächen bei der Auftragsannahme schriftlich hinzuweisen.

3.4 Kunststoffe

Kunststoffe gewinnen durch eine Nanobeschichtung an Oberflächenhärte, sind aber auch weiterhin mechanisch empfindlich. Zur Vermeidung von Beschädigungen z.B. durch Sandkörner, muss die Reinigung mit reichlich Wasser und sauberen Reinigungstextilien erfolgen. Die eingesetzten Reinigungsmittel sollten keine extremen pH-Werte aufweisen und frei von abrasiven Inhaltsstoffen sein.

Das Aufbringen einer Nanobeschichtung kann eine bessere Reinigungsfähigkeit, erhöhte UV-Beständigkeit und eine größere Kratzfestigkeit bewirken.

3.5 Teppichböden

Faserausrüstung, antisoiling: abtragbar, nach mehreren Reinigungszyklen (Intensivreinigung) bzw. nach längeren Begehungen durch mechanischen Abtrag kein Effekt mehr vorhanden.

Anhang 1:

Allgemeine Schadensbilder (Sanitärarmaturen)



Abbildung 1: Mischgrundkörper: Messing/Nickel/Chrom-Beschichtung zerfressen und teilweise abgelöst bis aufs Grundmaterial. Hier wurde mit einem aggressiven Medium gearbeitet und schlecht mit Wasser nachgespült. Oberfläche auch mechanisch beschädigt, Kratzer deutlich sichtbar.



Abbildung 2: Auslaufrohr: Messing/Nickel/Chrom Spannungsriss ausgelöst durch ein aggressives Medium; Oberfläche auch mechanisch beschädigt, Kratzer deutlich sichtbar.

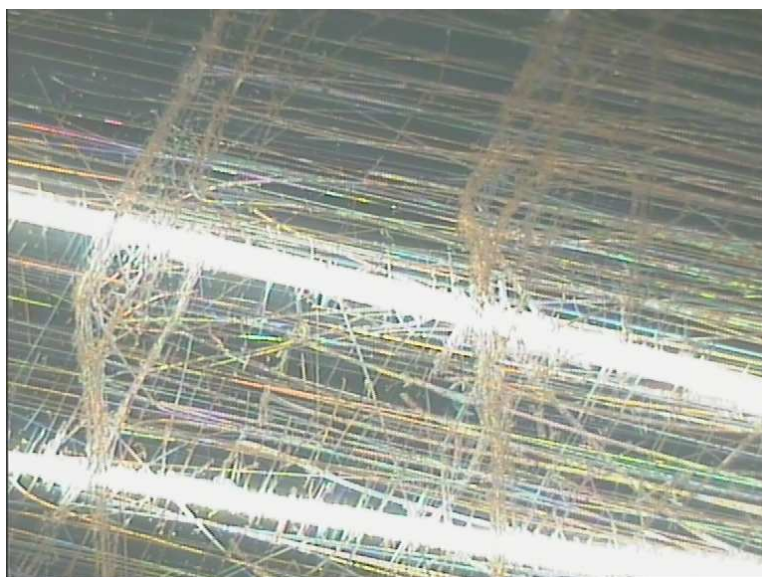


Abbildung 3: Mischergrundkörper: Messing/Nickel/Chrom Beschichtung durch ein abrasives Reinigungstextil teilweise bis aufs Grundmaterial abgetragen.



Abbildung 4: Mischergrundkörper: Messing/Nickel/Chrom Beschichtung wurde durch ein aggressives Medium abgelöst bis aufs Grundmaterial (Entzinkung erkennbar).

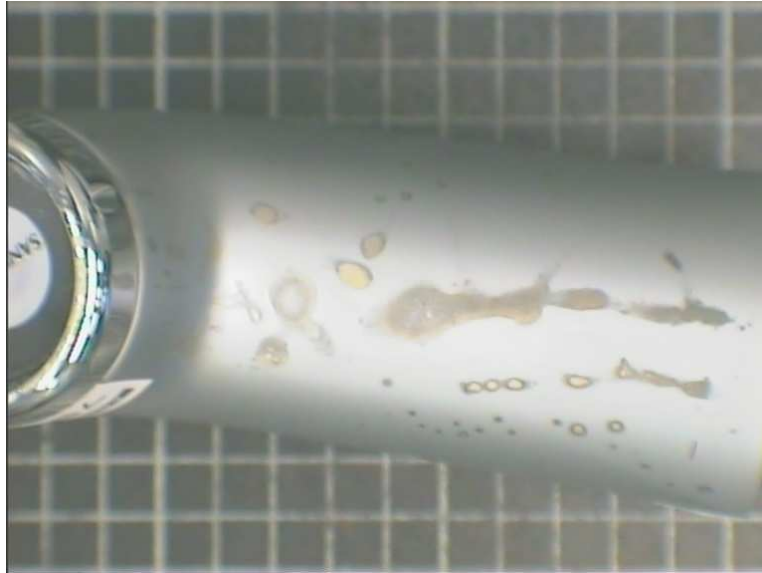


Abbildung 5: Brausearm: Messing/Nickel/Chrom - Oberfläche Edelmatt die Beschichtung wurde teilweise durch ein aggressives Medium bis auf das Nickel abgelöst.

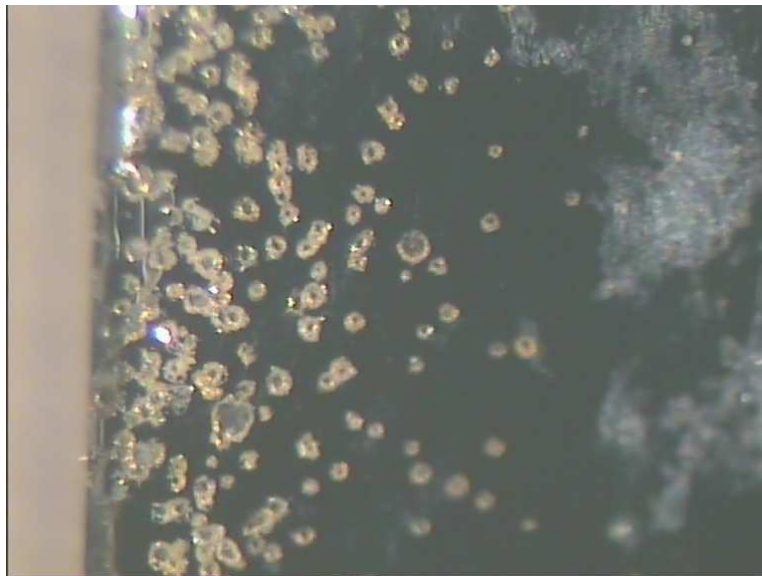


Abbildung 6: Rosette: Messing/Nickel/Chrom - Beschichtung durch ein aggressives Medium zerfressen und teilweise bis auf das Grundmaterial abgelöst.



Abbildung 7: Stahlscheibe: POM (Polyoxymethylen) Spannungsrisse, ausgelöst durch ein aggressives Medium.

Schadensbilder (Sanitärkeramik; Laborsimulation)

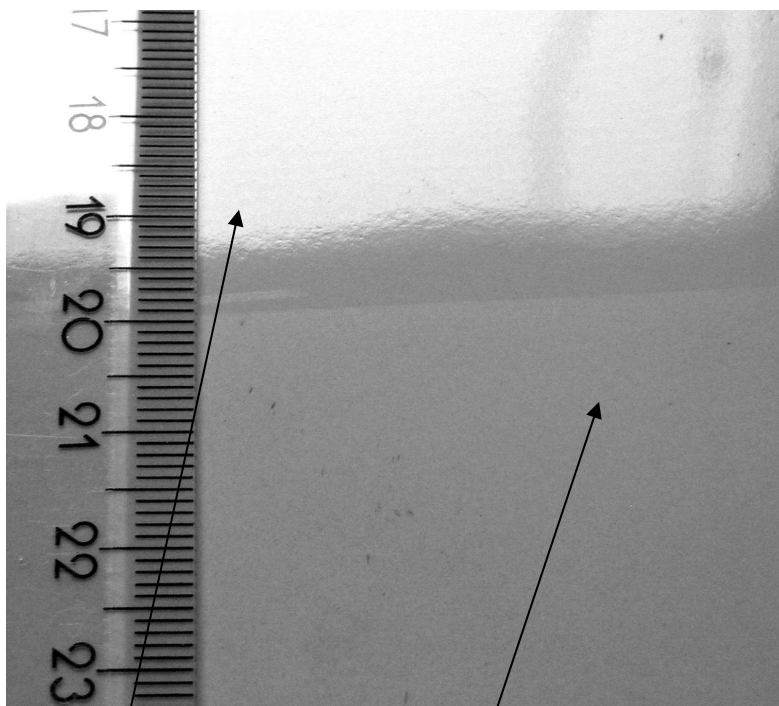


Abbildung 8: Oben: unbeschädigte Sanitärglasur; unten: irreparabel, geschädigte Glasur mit verstärkter Anschmutzung; URSACHE: unsachgemäßer, häufiger Gebrauch von starken Laugen (z.B. enthalten in Rohrreinigern)

Anhang 2:

Mitglieder des FRT-Arbeitskreises

Allen ehrenamtlichen Mitarbeitern an dieser Informationsschrift sei auf diesem Wege gedankt. An der Erstellung waren beteiligt:

Ansprechpartner	Adresse
Thomas Agné	Villeroy & Boch AG Postfach 1230 D-66689 Mettlach
Ulrich Baum	Cray Valley Kunstharze GmbH Mühlenstr. 153-167 D-47908 Tönisvorst
Ulrike Baumeister	ISS Facility Services Carl-Benz-Str. 35 D-60386 Frankfurt am Main
Heinz Michael Desch	LIP G.D.S Lehrinstitut f. Innovative Projektarbeit der Gebäudereinigung, Desinfektion und Schädlingsbekämpfung Heinz-Michael Desch D-65520 Bad Camberg
Rudolf Fackler	Buzil-Werk Wagner GmbH & Co. Fraunhoferstr. 17 D-87700 Memmingen
Josef Feuerstein	Dr. Schnell Chemie GmbH Taunusstr. 19 D-80717 München
Gerhard Gradtke	ISS Deutschland GmbH Bundesallee 247 D-41103 Wuppertal
Monika Haas (Vorsitz 2005-2007)	Werner & Mertz GmbH Ingelheimstr. 1-3 D-55033 Mainz
Josef Jans	JohnsonDiversey Europe B.V. Utrecht, Zweigniederlassung Münchwilen Eschlikonerstrasse CH-9542 Münchwilen
Horst Kufner (Vorsitz 2004/2005)	Hochschule Albstadt-Sigmaringen Anton-Günther-Str. 51 D-72488 Sigmaringen
Schirin Kühnapfel	Werner & Mertz GmbH Ingelheimstr. 1-3 D-55033 Mainz
Christian Liko	Ecolab GmbH & Co. OHG Reisholzer Werftstr 38-42 D-40554 Düsseldorf

Ansprechpartner	Adresse
Tamara Neumann	wfk-Forschungsinstitut f. Reinigungstechnologie e.V. Campus Fichtenhain 11 D-47807 Krefeld
Marc Preußner	Piepenbrock Service GmbH & Co. KG Hannoversche Str. 91-95 D-49084 Osnabrück
Hedwig Reger	Deutsche Steinzeug Cremer & Breuer AG Verwaltung: Postfach 49 D-92515 Schwarzenfeld
Martin Reuter	Verband der chemischen Industrie e.V. Wissenschaft, Technik und Umwelt Mainzer Landstr. 55 D-60329 Frankfurt
Claudia Roth	Vermop Salmon GmbH Kiesweg 4-6 D- 97877 Wertheim
Hans Peter Schulz	Hans-Grohe AG Auestr. 5-9 D-77761 Schiltach
Jürgen Schmiegel	Piepenbrock Dienstleistungen GmbH & Co. KG Hannoversche Str. 91-95 D-49084 Osnabrück
Martin Schneider	B. Schneider GmbH Saarbrücker Str. 18 D-66130 Saarbrücken
Christine Sudhop	Bundesinnungsverband des Gebäudereinigerhandwerks Dottendorfer Str. 86 D-53129 Bonn
Frank Suthoff	Profine GmbH Zweibrücker Straße 200 D-66954 Pirmasens
Lars Schrubke	wfk-Forschungsinstitut f. Reinigungstechnologie e.V. Campus Fichtehein 11 D-47807 Krefeld
Christoph Troska	Pilkington Deutschland AG Hegestraße D-45966 Gladbeck
Stephan Uhl	Ecolab GmbH & Co. OHG Reisholzer Werftstr 38-42 D-40554 Düsseldorf
Anja Wrede	ISS Deutschland GmbH Keniastr. 24 D-47269 Duisburg