

sofw journal

Home & Personal Care Ingredients & Formulations

powered by **SOFW**



Effektiv Reinigen dank zweiter Haut – Wie Proteine die Reinigung verbessern

M. Reihmann, B. Köhler, N. Rittreiser, C. Yüce

Effektiv Reinigen dank zweiter Haut – Wie Proteine die Reinigung verbessern

M. Reihmann, B. Köhler, N. Rittereiser, C. Yüce

Abstract

Das innovative easy-to-clean Konzept mit hydrophilen Schutzschichten, die durch funktionelle Kollagenpeptide auf gereinigten Oberflächen gebildet werden, wird seit Längerem erfolgreich in der professionellen Fahrzeugreinigung eingesetzt. Dies ermöglicht die Neuformulierung von weniger alkalischen und umweltfreundlicheren Reinigungsmitteln. Neben einem überzeugenden Reinigungsergebnis sind verlängerte Reinigungszyklen und ein geringerer Wasserverbrauch bereits dokumentierte Vorteile. Mittlerweile werden die Proteinschutzschichten auch in Reinigern für harte Oberflächen verwendet.

Dabei liegt der aktuelle Fokus auf effektiven ready-to-use Produkten und vereinfachten und reduzierten Reinigungsprozessen selbst bei mild-alkalischen pH-Werten. Erstmals wurde die Wirkungsweise dieser Proteine durch Experimente mit einer Schwingquarzmikrowaage in Echtzeit gemessen. Die Daten legen nahe, dass sich während eines Reinigungsprozesses mehrere Schichten von Proteinen und Tensiden auf der Oberfläche bilden. Diese Schichten erzeugen einen easy-to-clean Effekt durch wiederholte Anwendung der Reinigungsformulierung. Auch nach ausgiebigem Spülen mit Wasser verbleibt eine kompakte Proteinschicht auf der Oberfläche, die als wirksame Barriere gegen Wiederanschmutzung wirkt. Die easy-to-clean Wirkung dieser Schutzschicht wurde zudem makroskopisch an mehreren beispielhaften Haushaltsreinigerformulierungen nach der IKW-Testmethode für Allzweckreiniger an einem Waschbarkeits- und Scheuerprüfgerät (TQC Sheen) bestätigt.

Reinigung dank zweiter Haut – Die Rolle der Proteine in der Formulierung

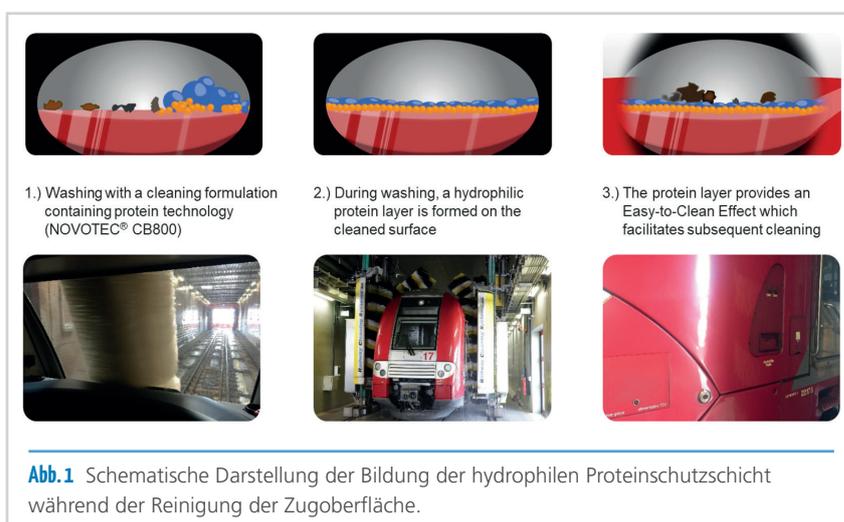
Viele Reinigungsformulierungen enthalten Additive zum Schutz gereinigter Oberflächen. Die meisten Oberflächenschutzadditive basieren auf wasserabweisenden Produkten wie Wachsen, Silikonen und anderen hydrophoben filmbildenden Molekülen. Das grundlegende Design solcher Produkte besteht darin, eine gereinigte Oberfläche wasserabweisend zu machen. Dies ermöglicht, dass Wasser von der gereinigten Oberfläche abperlt und dabei Verschmutzungen mitnimmt (z.B. werden Fahrzeuge nach der Reinigung oft einer Heißwachsbehandlung unterzogen, um einen Abperleffekt zu erzielen). Während dies für wasserlösliche Verschmutzungen gut funktionieren kann, ist es sehr schwierig, dispergierte wasserunlösliche Schmutze zu entfernen, sobald dieses

Material auf einer wasserabweisenden Oberfläche getrocknet ist.

Darüber hinaus basieren fast alle aktuellen Oberflächenschutzadditive auf petrochemischen Produkten, was dem Wunsch der Verbraucher nach Produkten mit erhöhter biologischer Abbaubarkeit und verringertem Mikroplastik-Fußabdruck stark widerspricht.

In der professionellen Reinigung von Schienenfahrzeugen konnten diese Verbraucherwünsche durch den Einsatz des proteinbasierten Additivs NOVOTEC® CB800 bereits erfüllt werden. Dessen Wirkung im Oberflächenschutz wurde in mehreren Veröffentlichungen beschrieben [1, 2]. NOVOTEC® CB800 ist eine konzentrierte wässrige Lösung spezifischer Kollagenpeptide mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von 3.000 Da und einer Prolinfrequenz von 14% sowie einer Hydroxyprolinfrequenz von 13%. Wenn eine Reinigungsformulierung mit NOVOTEC® CB800 ausgestattet ist, bilden die Polypeptidketten dieses Naturprodukts während der Reinigung eine schützende hydrophile Schicht durch Selbstorganisation.

Der vorgeschlagene Wirkmechanismus von NOVOTEC® CB800 in Kombination mit Reinigungsmitteln [3] ist in **Abb. 1** beispielhaft für die Reinigung eines Zuges dargestellt [4]:



Zunächst entfernen Tenside die Verschmutzungen (Schritt 1). Gleichzeitig bilden die Proteinmoleküle eine Schutzschicht auf der gereinigten Oberfläche. Dabei beginnen die Proteinmoleküle sich über polare Wechselwirkungen von Carboxyl- und Aminogruppen innerhalb der Aminosäurekette an die Oberfläche zu binden. Ein breites Spektrum an polaren und unpolaren Seitenkettenfunktionen hilft den Proteinmolekülen, auf einer Vielzahl von Oberflächen Schichten zu bilden.

Anschließend bilden die Proteine über Selbstorganisation ein stabiles Netzwerk (Schritt 2). Für diesen Zweck haben sich polare Proteine mit einem hohen Prolin- und Hydroxyprolinegehalt als sehr wirksam erwiesen. Des Weiteren absorbiert das Protein-Netzwerk Wasser aus der Reinigungsformulierung. Beim anschließenden Trocknen der Oberfläche liegt die Gleichgewichtsfeuchte des Proteinfilms typischerweise zwischen 8% und 12% [5].

Sobald sich die schützende Schicht gebildet hat, kann kein neuer Schmutz mehr direkt auf die gereinigte Oberfläche gelangen. Stattdessen fließt der Schmutz entweder entlang des durch den Proteinfilm gebundenen Wassers ab oder wird entfernt, wenn die Proteinschicht während der folgenden Reinigungen dynamisch aufgefüllt wird (Schritt 3). Dadurch sind die Oberflächen leichter zu reinigen.

Die Nationale Gesellschaft der Luxemburgischen Eisenbahnen (CFL) ermittelte eine Verkürzung der Waschzeit um 30% bei gleichzeitiger Reduzierung des Frischwasserconsums um 90% nach Verwendung von proteinhaltigen Reinigern in ihren Waschstraßen [6]. Die Reiniger wurden von Reinwerk Solutions in Bischheim (Deutschland) hergestellt. Eine Reduzierung der Gesamtkosten um 50% zeigte, dass die Verwendung dieser Reiniger auf Proteinbasis auch kommerziell sehr attraktiv ist [7].

Beispiel für den easy-to-clean Effekt auf einer Glasoberfläche

Um den durch die Proteinschutzschichten erzeugten easy-to-clean Effekt zu zeigen, wurde folgendes einfaches Experiment durchgeführt: Eine Glasplatte wurde mit der gleichen Glasreinigungsbasisformulierung – einmal mit und einmal ohne das proteinbasierte Additiv NOVOTEC® CB800 – gewaschen. Die linke Seite wurde dabei ohne Additiv behandelt, die rechte Seite mit Additiv. Die Zusammensetzung der verwendeten Reinigungsformulierung (einschließlich des Proteinadditives) ist in **Tab. 1** angegeben.

Anschließend wurde die Glasplatte mit verschiedenen Permanentmarkern verschmutzt (**Abb. 2**, Schritt 1). Als nächstes wurde die Platte 30 Sekunden lang mit 40 °C warmem Wasser gewaschen. Auf der rechten Seite, die mit der proteinbasierten Reinigungsformulierung vorgereinigt wurde, konnten die Marker leichter abgewaschen werden (**Abb. 2**, Schritt 2).



Abb. 2 Glasreiniger mit NOVOTEC® CB800 und dadurch erzeugtem easy-to-clean Effekt. Schritt 1: Mit verschiedenen Permanentmarkern verschmutzte Glasplatte vor dem Spülen mit Wasser; Schritt 2: Glasplatte nach dem Spülen mit 40 °C warmem Wasser.

Glass Window Cleaner (HCI/1001)

Hard Surface Cleaner with a good cleaning and wetting ability. Excellent skin mildness

Phase	Ingredient	INCI	% w/w	Function
A	Deionized water	Water	Qs	
	Carephos® N (ICL)	Sodium Polyphosphate	0.20	Complexing Agent
	GlucoPure® WET (Clariant)	N-C8/10-acyl-N-methyl-glucamin	1.00	Surfactant
	NOVOTEC® CB800 (Gelita AG)	Gelatin Hydrolyzate	2.00	Additive
	Phenoxetol™ (Clariant)	Phenoxyethanol	0.50	Preservative
B	Sodium Hydroxide 10%	Sodium Hydroxide	Qs	pH – Adjuster

Specification:

Appearance: clear liquid

pH-value: 9.20 – 9.80

Viscosity: N/A

Stability test: Stable for 3 months at 4°C, 20°C and 40°C, 1 month at 45°C

Procedure:

I. Mix the components of phase A at room temperature until you have a clear solution.

II. Set pH-value with phase B.

Tab. 1 Glasreiniger mit NOVOTEC® CB800 und dadurch erzeugtem easy-to-clean Effekt.

Echtzeit-Analyse der Proteinschichtbildung während der Reinigung

Um die Protein-Oberflächen-Wechselwirkung während der Reinigung genauer zu studieren, wurden Echtzeitmessungen mit einer Schwingquarzmikrowaage (QCM-D) durchgeführt. Dieses Gerät kann die Dicke der Proteinschicht und potenzieller anderer Schichten auf variablen Substratoberflächen durch Frequenzänderung (größere Schichtdicken entsprechen einer Frequenzverminderung) sowie deren viskoelastische Eigenschaften durch Ermittlung des Dissipationsfaktors messen (zunehmender Wert entspricht weicheren Schichten).

Die Experimente wurden sowohl mit reinen Goldsensoren (**Abb. 3**) als auch mit Kalknatronglas-gesputterten Goldsensoren durchgeführt. Nach dem Kalibrieren der Sensoren mit Luft (Schritt 1, **Abb. 3**) und Wasser (Schritt 2, **Abb. 3**) wurde die oben beschriebene, mit Protein ausgestattete, Glasreinigerbasisformulierung (**Tab. 1**) über den Sensor gepumpt. Dies führte zum sofortigen Aufbau einer relativ weichen Schicht mit einer berechneten Dicke von 20-30 nm (Schritt 3, **Abb. 3**). Es wird angenommen, dass diese Schicht aus der Proteinschicht auf der Sensoroberfläche und einer assoziierten Schicht absorbiertes Tenside besteht. Anschließend wurde der Sensor aus dem QCM-D-Instrument entnommen und mit einer mit Ethanol verdünnten Permanentmarker-Tinte mittels Spin-Coater beschichtet (Schritt 4, **Abb. 3**). Der mit Tinte verschmutzte Sensor wurde wieder in das QCM-D eingesetzt und die Glasreinigerbasisformulierung – nun ohne Proteinzusatz – wurde über den Sensor gepumpt. Der durch die Tinte verursachte Anteil an der Schichtdicke des verschmutzten Sensors verschwand innerhalb von Sekunden vom Sensor (Schritt 5, **Abb. 3**) und die Schichtdicke fiel auf rund 5 nm ab, gefolgt von der Wiederherstellung der anfäng-

lichen Schichtdicke von 20 nm. Es kann abgeleitet werden, dass die Tinte zusammen mit den zugehörigen Tensiden zu Beginn von Schritt 5 von der Proteinoberfläche abgewaschen wurde, gefolgt von der Bildung einer neuen Tensidschicht auf der Proteinoberfläche.

Im letzten Schritt des Experiments wurde lediglich Wasser über den Sensor gepumpt. Dabei verringerte sich die Schichtdicke wieder auf 5 nm (Schritt 6, **Abb. 3**), da vermutlich die Tenside abgewaschen wurden. Die Dimension des verbleibenden Proteinfilms auf der Oberfläche änderte sich durch das weitere Spülen mit Wasser nicht und blieb auf 5 nm-Niveau. Zusammenfassend legen die QCM-D-Echtzeitmessungen den folgenden Mechanismus für den proteininduzierten easy-to-clean Effekt nahe:

• Bei der ersten Reinigung bilden sich weiche Multilayer aus Protein und Tensiden
 • Das teilweise Auflösen der Schichten durch die Freisetzung von Tensiden erleichtert die Reinigung
 • Als Schutzschicht verbleibt eine dünne Proteinschicht auf der Oberfläche

Wechselwirkungen der Proteine mit Tensiden

Um die Wechselwirkungen von Tensiden mit dem Protein besser zu verstehen, wurden verschiedene Kombinationen von Tensiden mit NOVOTEC® CB800 hinsichtlich ihrer Oberflächenspannung und ihrem Kontaktwinkel auf gereinigten Substraten analysiert. Eine frühere Studie [8, 9] umfasste die folgenden Tenside [10, 11]: DODECYLDIMETHYLAMINE OXIDE, SODIUM 2-ETHYLHEXYL IMINO DIPROPIONATE, SODIUM N-LAUROYLSARCOSINATE, SODIUM ETHYLHEXYL SULFATE, SODIUM CAPRYLOYL GLUTAMATE, TIPA-LAURETH SULFATE, N-C8/10-ACYL-N-METHYL-GLUCAMIN, N-C12/14-ACYL-N-METHYL-GLUCAMIN, N-COCO-ACYL-N-METHYL-GLUCAMIN, C10-12 FATTY ALCOHOL EO/PO-ADDUCT, CO-CO-BETAINE, COCAMIDOPROPYL BETAINE, ALKYL HYDROXYETHYL DIMETHYL AMMONIUM CHLORIDE, SODIUM LAURETH SULFATE, SODIUM LAURETH SULFATE.

Unter all diesen Tensiden wurden synergistische Wechselwirkungen – d. h. eine geringere Oberflächenspannung mit zunehmender Menge an NOVOTEC® CB800-Protein – mit Tensiden auf Glucaminbasis und SODIUM CAPROYLOYL GLUTAMATE beobachtet. Für SODIUM 2-ETHYLHEXYL IMINO DIPROPIONATE wurde ein antagonistischer Effekt beobachtet. Die Oberflächenspannung der übrigen Tenside änderte sich in Kombination mit NOVOTEC® CB800 kaum. Untersucht wurden Konzentrationen von bis zu 2,5% Protein in einer 5%igen Tensidlösung.

Die synergistisch agierenden Tenside auf Glucaminbasis wurden für die weitere Analyse der Tensid-Protein-Wechselwirkung während der Reinigung ausgewählt.

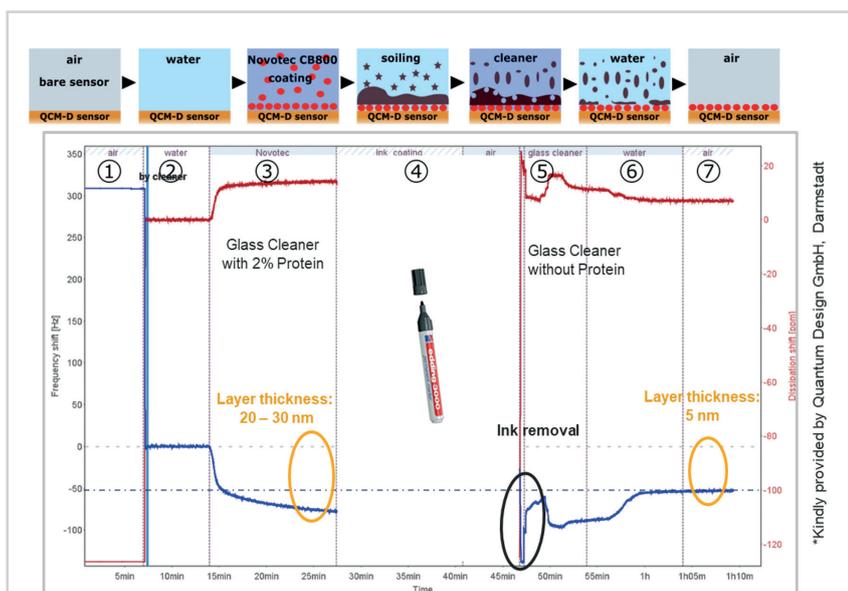


Abb. 3 Tintenentfernung von der mit NOVOTEC® CB800 beschichteten Goldoberfläche visualisiert durch QCM-D Echtzeitmessung. Ähnliche Ergebnisse konnten auch auf einem mit Glas gesputterten Goldsensor erzielt werden.

*Kindly provided by Quantum Design GmbH, Darmstadt

Einfluss von Protein- und Tensidkonzentration auf die Reinigungsleistung

Der Einfluss der Tensid- und Proteinkonzentration auf die Reinigungsleistung wurde untersucht, indem die Wirkung verschiedener Konzentrationen zweier Allzweckreinigungsformulierungen unter standardisierten Bedingungen verglichen wurde. Eine Formulierung enthielt NOVOTEC® CB800, für die andere Formulierung wurden das Additiv durch Wasser ersetzt, um den Gehalt der anderen Bestandteile aufrechtzuerhalten (Tab. 2). Oberflächenspannung und Kontaktwinkel wurden mit einem optischen Kontaktwinkelmess- und Kontaktanalysesystem (Dataphysics OCA 50) bestimmt, die angegebenen Werte sind der Mittelwert aus je 3 Messungen. Die Reinigungsleistung wurde unter Verwendung eines Waschbarkeits- und Scheuerprüfgerät (TQC Sheen) bewertet.

Für die Bewertung der Reinigungsleistung wurde die aktuelle Version des IKW-Prüfverfahrens für Allzweckreiniger [12] adaptiert. Zur Charakterisierung des NOVOTEC® CB800-induzierten easy-to-clean Effekts war es notwendig, die Oberfläche zunächst teils mit einem proteinhaltigen Reiniger und teils mit einem proteinfreien Reiniger vorzubehandeln. Dazu musste das etablierte IKW-Prüfverfahren um einen ersten Vorreinigungsschritt mit den beiden ausgewählten Formulierungen erweitert werden. Es wurde beschlossen, die Bedingungen des regulären Reinigungsschrittes für die Vorreinigung einfach zu übernehmen.

Nach dem IKW-Prüfverfahren für Allzweckreiniger bestand der Testschmutz aus 75% Erdnussöl (Mazola), 23% Kaolin und 2% Ruß. Das definierte Testsubstrat (Bodenfliesen von Villeroy & Boch 3135 30x30 cm) wurde mit Ethanol gereinigt und die Testreinigerformulierungen (5 ml) mit den definierten Tüchern (Wecovi 02010100, auf 13x10 cm geschnitten) auf die Oberfläche aufgetragen, indem ein Zyklus von 20 Hüben in einer Minute auf einem Waschbarkeits- und Scheuerprüf-

gerät (TQC Sheen) durchgeführt wurde. Im nächsten Schritt wurde der Testschmutz auf einer Fläche von 8x26 cm im Siebdruckverfahren aufgebracht. Der Schmutz wurde für 24 h bei 100 °C auf der Fliese eingebrannt, gefolgt von einer Konditionierung der Fliese für 24 h bei Raumtemperatur. Im letzten Schritt wurde die Fliese erneut mit den definierten Tüchern gereinigt, die mit 5 ml der jeweiligen Testreinigungsformulierung benetzt waren. Dieser Reinigungszyklus bestand wiederum aus 20 Hüben innerhalb einer Minute.

Die Anwendung der konzentrierten Reiniger zeigte keinen wesentlichen Unterschied in der Reinigungsleistung. Dies lag hauptsächlich daran, dass die Basisformulierung stark genug war, um den Testschmutz auch ohne Proteinvorbehandlung mit 20 Hüben effektiv zu entfernen (Abb. 4). Dieses Experiment bestätigte, dass die verwendete Reinigungsbasisformulierung für die Entfernung des Testschmutzes grundsätzlich geeignet war.

Während die Oberflächenspannung beider Reinigungsformulierungen nahezu gleich war (28,3 bzw. 28,9 mN/m), zeigten sich deutliche Unterschiede hinsichtlich des Kontaktwinkels der Reinigungsformulierungen auf einer mit Ethanol vorgeputzten, aber sonst unbehandelten Fliese. Der Reiniger auf Proteinbasis zeigte einen Kontaktwinkel von 6,6°, während die Formulierung ohne NOVOTEC® CB800 einen Kontaktwinkel von 11,7° aufwies (Abb. 4). Da aber die Oberflächenspannung beider Reiniger vergleichbar war, muss der niedrigere Kontaktwinkel der Reinigungsformulierung mit NOVOTEC® CB800 auf die spontane Bildung hydrophiler Proteinschichten bei Oberflächenkontakt zurückzuführen sein.

Die praktische Wirkung der Proteinschutzschichten beim Reinigen wird deutlich sichtbar, wenn die Reinigungsformulierungen mit Wasser verdünnt werden. Aus diesem Grund wurde das oben genannte Reinigungsexperiment wiederholt. Diesmal jedoch mit einer wässrigen 1:1-Verdünnung der Reinigungsformulierungen (mit und ohne NOVOTEC® CB800)

Kitchen Cleaner (HCI/1006)

Kitchen Cleaner against grease with an easy to clean effect. Excellent skin mildness.

Phase	Ingredient	INCI	% w/w	Function
A	Deionized water	Water	Qs	
	Carephos® N (ICL)	Sodium Polyphosphate	0.30	Complexing Agent
	GlucoPure® DEG (Clariant)	N-C12/14-acyl-N-methyl-glucamin	2.00	Surfactant
	NOVOTEC® CB800 (Gelita AG)	Gelatin Hydrolyzate	2.00	Additive
	Genaminox® CSL (Clariant)	Coco dimethyl amoneoxide	1.50	Surfactant
	Isopropanol	Isopropanol	1.00	Solubilizer
	Phenoxetol™ (Clariant)	Phenoxyethanol	0.50	Preservative
B	Sodium Hydroxide 10%	Sodium Hydroxide	Qs	pH – Adjuster

Specification:

Appearance: clear liquid

pH-value: 9.50 – 10.00

Viscosity: N/A

Stability test: Stable for 3 months at 4°C, 20°C and 40°C, 1 month at 45°C

Procedure:

I. Mix the components of phase A at room temperature until you have a clear solution.

II. Set pH-value with phase B.

Tab. 2 Allzweckreiniger mit NOVOTEC® CB800 und dadurch erzeugtem easy-to-clean Effekt.

wie in **Tab. 2** beschrieben. Der verdünnte Reiniger wurde für die Vorreinigung und den nachfolgenden Reinigungsschritt verwendet. Der Testschmutz wurde mit 20 Hüben von der NOVOTEC® CB800-Schutzschicht effektiv entfernt, obwohl der Vorreinigungsschritt zur Erzeugung der Proteinschutzschicht mit dem verdünnten Reiniger durchgeführt wurde. Die Seite der Fliese, die mit der Reinigungsformulierung ohne NOVOTEC® CB800 vorbehandelt wurde, blieb auch nach 20 Hüben verschmutzt (**Abb. 5**).

Die Analyse der Oberflächenspannung und des Kontaktwinkels ergab Werte, die den Ergebnissen der nicht verdünnten Reiniger sehr ähneln. Während die Oberflächenspannung beider Reiniger wieder annähernd gleich ausfiel (27,9 bzw. 27,7 mN/m), ergab die Kontaktwinkelmessung für den proteinhaltigen Reiniger 4,5° gegenüber 10° ohne Proteinzusatz auf der mit Ethanol gereinigten, aber sonst unbehandelten Fliese. Somit setzte offensichtlich auch der verdünnte Reiniger während des ersten Reinigungsschritts ausreichend Protein auf der Oberfläche der Fliese frei, um einen hydrophilen Schutzfilm zu bilden und dadurch die zweite Reinigung wirksamer zu machen.

Zusammenfassend zeigen diese Ergebnisse ein interessantes Verfahren zur Kostensenkung von Reinigungsformulierungen auf, insbesondere bei Anwendungen, bei denen Reinigungsmittel regelmäßig und/oder wiederholt angewendet werden.

Unterschiede zwischen Reinigung mit und ohne Proteinschutz zeigten sich auch bei hohen Verdünnungen (1:5). Wenn die Fliese mit den stark verdünnten Reinigungsformulierungen mit und ohne NOVOTEC® CB800 vorgereinigt wurde, waren nach 20 Hüben des zweiten Reinigungszyklus noch deutliche Unterschiede sichtbar. Das Endreinigungsergebnis war jedoch für beide Formulierungen nicht befriedigend (siehe **Abb. 6**), was darauf hinweist, dass weder die niedrige Proteinkonzentration im Vorreinigungsschritt noch der Tensidanteil im eigentlichen Reinigungsschritt ausreichen, um den gesamten Schmutz zu entfernen. Interessanterweise waren aber die ermittelten Kontaktwinkelwerte für den 1:5 verdünnten Reiniger auf der mit Ethanol vorgereinigten Fliese den für die 1:1 verdünnten Reiniger ermittelten Werten ziemlich ähnlich, was vermuten lässt, dass die hydrophilen Proteinschutzschichten auch bei stark verdünnten Reinigerformulierungen gebildet werden. Somit ist das unbefriedigende Reinigungsergebnis wohl in erster Linie der zu geringen Tensidkonzentration zuzuschreiben.

Schlussfolgerung

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Leistung von wasserbasierten Reinigern gesteigert werden kann, indem der Formulierung geringe Anteile des proteinba-



Abb. 4 Eine Fliese wurde mit konzentriertem Reiniger mit/ohne NOVOTEC® CB800 vorgereinigt und mit dem jeweiligen Reiniger nach der Verschmutzung erneut gereinigt. Es zeigen sich nur marginale Verbesserungen auf der mit Protein vorbehandelten Seite.

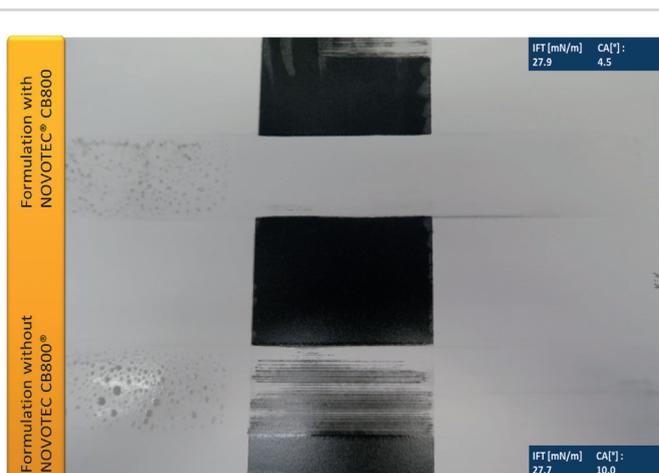


Abb. 5 Eine Fliese wurde mit 1:1 verdünntem Reiniger mit/ohne NOVOTEC® CB800 vorgereinigt und mit dem jeweiligen verdünnten Reiniger nach der Verschmutzung erneut gereinigt. Es zeigen sich signifikante Verbesserungen auf der mit Protein vorbehandelten Seite.

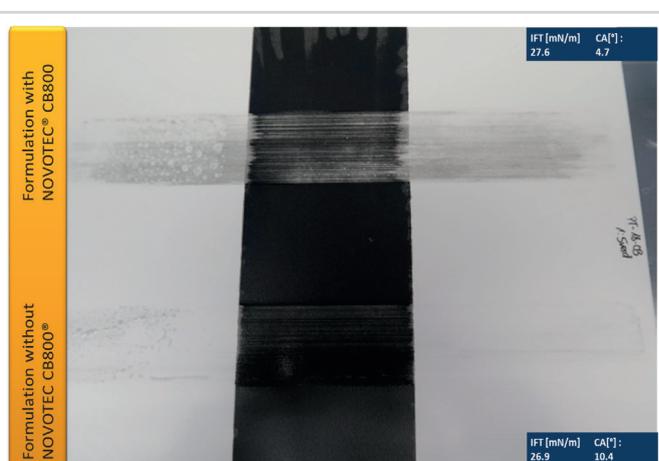


Abb. 6 Eine Fliese wurde mit 1:5 verdünntem Reiniger mit/ohne NOVOTEC® CB800 vorgereinigt und mit dem jeweiligen verdünnten Reiniger nach der Verschmutzung erneut gereinigt. Es zeigen sich nur geringe Verbesserungen auf der mit Protein vorbehandelten Seite, aber das Reinigungsgesamtergebnis ist nicht zufriedenstellend.

sierten Additivs NOVOTEC® CB800 zugesetzt werden. Während der Reinigung binden sich die Proteine an die Oberfläche und bilden durch Selbstorganisation stabile hydrophile Schichten. Diese Schichten absorbieren Wasser und sorgen für einen easy-to-clean Effekt. Neuverschmutzung kann von gereinigten Oberflächen einfacher und effektiver entfernt werden. QCM-D-Analysen legen nahe, dass bei Kombination von NOVOTEC® CB800 mit Tensiden beim ersten Reinigen relativ weiche Multilayer aus Protein und Tensiden aufgebaut werden. Diese Schichten lösen sich während nachfolgenden Reinigungen teilweise auf und setzen Tenside frei, welche die Reinigung erleichtern, während eine dünne Proteinschicht dauerhaft verbleibt.

Dies eröffnet neue Möglichkeiten, natürlichere Reiniger zu entwickeln und gleichzeitig Reinigungsformulierungen kostenseitig zu optimieren, indem Tensidkonzentrationen gesenkt werden.

Darüber hinaus ist das vorgestellte proteinbasierte Additiv NOVOTEC® CB800 als natürliches Polymer vollständig biologisch abbaubar, hat ein sehr geringes allergenes Potenzial, schützt die Haut und hat im Gegensatz zu synthetischen Polymeren keine Verbindung zum Thema Mikroplastik.

Danksagung

Die Autoren danken *Christopher Schmid*, Quantum Design GmbH für die QCM-D-Ergebnisse, *Stefan Wiemer*, Ter Ingredients GmbH & Co. KG für die Bereitstellung der Reinigungsformulierungen, *Dr. Paul Pawelzyk*, GELITA AG für Oberflächenspannungsmessungen, *Dr. Eric Yezdimer*, GELITA USA für seinen wissenschaftlichen Beitrag, *Selina Seip*, GELITA AG für die Arbeit mit dem Waschbarkeits- und Scheuerprüfgerät und *Marina Arnold*, GELITA AG für die Arbeit mit dem optischen Kontaktwinkelmess- und Konturanalysesystem.

Referenzen

- [1] *Becker, H.*, 2016. Nachhaltiger Lackschutz dank Proteinen. Eisenbahntechnische Rundschau, 3, 48-51
- [2] *Becker, H.*, 2016. Sauber bis in die Bilanz. Sauber, 1,22-24
- [3] Reiniger hergestellt und vertrieben von Reinwerk Solutions, Bischheim, Deutschland
- [4] Bildfreigabe durch CFL (Nationale Gesellschaft der Luxemburgischen Eisenbahnen)
- [5] *R. Schrieber and H. Gareis.*, 2007. Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice, Weinheim, Wiley-VCH, 107
- [6] *Tesch, D.*, 2018. Der perfekte Wasserkreislauf. Sauber, 3, 18-21
- [7] *Becker, H.* 2017. Proteine schonen Umwelt und Budget. Eisenbahntechnische Rundschau, 3, 20-21
- [8] *Reihmann, M.*, et al., 2018. Effective Cleaning with a Second Skin. SEPAWA Kongress, Berlin
- [9] *Reihmann, M.*, et al., 2019. Why Proteins Improve Cleaning. SEPAWA Kongress, Berlin
- [10] Freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Zschimmer & Schwarz GmbH & Co KG Chemische Fabriken
- [11] Freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Ter Ingredients GmbH & Co. KG
- [12] IKW-Empfehlung zur Qualitätsbewertung der Produktleistung von Allzweckreinigern 2014, Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V., Frankfurt, 2014

Kontakt

Dr. Matthias Reihmann | Head of Global Product Management Photo/Technical
Dr. Berthold Köhler | Manager Administration/Research & Business Development
Nina Rittereiser | Product Manager Photo/Technical Europe
Dr.-Ing. Ceren Yüce | Technical Specialist/Technical Product Management Photo/Technical

GELITA AG
 Uferstraße 7
 69412 Eberbach | Deutschland

Korrespondenzautor:
 matthias.reihmann@gelita.com