

Maßgeschneidert gegen Rost



Quelle: Sergey – stock.adobe.com

KORROSIONSSCHUTZ // DIRECT-TO-METAL-BESCHICHTUNGEN MIT EINER GUTEN HAFTFESTIGKEIT, LAGERSTABILITÄT UND KORROSIONSSCHUTZ SIND FÜR JEDEN ENTWICKLER EINE BESONDERE HERAUSFORDERUNG, BESONDERS DANN, WENN VERARBEITUNGSANSPRÜCHE UND UMWELTASPEKTE ZUSÄTZLICH NOCH DAZUKOMMEN. HIERZU WURDE EIN NATÜRLICHER FUNKTIONELLER FÜLLSTOFF MIT EINEM NIEDRIGEN CO₂-FUSSABDRUCK ENTWICKELT, DER NICHT NUR DIE LACKEIGENSCHAFTEN VERBESSERT, SONDERN AUCH NOCH EINEN ERWEITERTEN KORROSIONSSCHUTZ BIETET.

Susanne Reiter, Barbara Mayer und Hubert Oggermüller, Hoffmann Mineral

Eine direct-to-metal-Beschichtung (DTM) soll die korrosionsschützende Wirkung einer Grundierung und die hohen optischen Ansprüche an einen Decklack verbinden und das alles in einer einzigen Schicht. Zusätzlich muss der Lack eine gute Lagerstabilität aufweisen und gute Verarbeitungseigenschaften haben, da zum Auftragen oftmals keine besondere Ausrüstung zur Verfügung steht. DTM-Beschichtungen bieten eine gute Haftung auf dem Substrat, das hierzu nicht vorbehandelt werden muss. Die gute Haftung sollte ebenfalls Korrosionseinflüssen widerstehen, und von der Beschichtung selbst wird erwartet, den Untergrund so lange wie möglich zu schützen. Darüber hinaus sollen dabei Umweltaspekte bezüglich Lösemittelgehalt bzw. weiterer Inhaltsstoffe berücksichtigt werden.

Diese vielfältigen Anforderungen stellen eine Herausforderung dar, weshalb gerade im Bereich der DTM-Beschichtungen hohe Entwicklungsaktivität gefordert ist. Ziel dieses Artikels ist es, die positive Wirkung des funktionellen Füllstoffes Neuburger Kieselerde (NKE) in einer wässrigen DTM-Acrylat-Korrosionsschutzbeschichtung aufzuzeigen und gleichzeitig den Entwicklungsaufwand zu reduzieren.

Experimentelles

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden mit der in Tab. 1 dargestellten schwarzen DTM-Acrylatrezeptur als Einschichtsystem gefunden. In der Kontrollrezeptur war ein natürliches Bariumsulfat in der Füllstoffpaste enthalten. Für die Neuburger-Kieselerde-Rezeptur wurde das gesamte Additivpaket der Kontrollrezeptur getauscht, weshalb die Summe zwischen den Rezepturen leicht variiert. Im neuen Additivpaket ist zusätzlich ein organischer Korrosionsinhibitor enthalten. Dafür wurde in der Rezeptur mit dem funktionellen Füllstoff kein Korrosionsschutzpigment eingesetzt. Details dazu folgen im nächsten Abschnitt. Die Untersuchung sollte bei gleicher Pigmentvolumenkonzentration (PVK) durchgeführt werden. Dadurch ergeben sich verschieden hohe Konzentrationen für die Füllstoffpaste in der Formulierung und eine Variation im massebezogenen Festkörpergehalt.

Pastenrezepturen

Für die Acrylatrezeptur wurde eine Paste Füllstoff und eine Paste Schwarz hergestellt, die Mengen dafür sind aus Tab. 2 zu entnehmen. Die Füllstoffpaste mit natürlichem Bariumsulfat enthält ein aktives Korrosionsschutz-

Tab. 1 // Rezeptur Lack.

		BaSO ₄	„Aktisil AM“
„Setaqua DTM 6851“	Acrylatdispersion	71,40	71,40
Ammoniak 25 %	Neutralisationsmittel	0,20	0,20
Paste Füllstoff		19,20	15,95
Paste Schwarz		8,45	8,45
Wasser demineralisiert		1,00	---
„flashproTAC C4E“	Flugrostinhibitor	0,20	0,10
„Byk 024“	Entschäumer	0,20	0,10
„Asconium 142 DA“	Korrosionsinhibitor, org.	---	2,00
„AMP 902“	Neutralisationsmittel	---	0,15
„Tego Wet KL 245“	Netzmittel	---	0,20
„Tego Glide 494“	Gleit- und Verlaufsadditiv	---	0,15
„Tafigel PUR 45“ (1:1 in H ₂ O)	Verdicker	---	1,00
„Additol VXW 6387“	Antiabsetzmittel	0,20	---
„Additol XW 6580“	Netzmittel	0,25	---
„Additol VXW 6388“ (1:10 in H ₂ O)	Verdicker	2,85	---
Summe		103,95	99,70
Pigmentvolumenkonzentration in %			12,3
Festkörpergehalt m/m in %		46,2	43,5

Tab. 2 // Pastenrezepturen.

	Füllstoff	BaSO ₄	NKE
Wasser demineralisiert		17,65	28,07
„Additol XW 6588“	Dispergiemittel	3,00	3,00
„Byk 024“	Entschäumer	1,60	1,60
„Dowanol DPM“		3,00	3,00
„Aerosil R 972“	Rheologieadditiv	0,20	---
Bariumsulfat natürlich	Füllstoff	55,10	---
„Aktisil AM“	Füllstoff	---	47,41
„Nubirox 102“	Korrosionsschutzpigment	17,70	---
„Additol VXW 6388“	Rheologieadditiv	0,25	---
„Rheobyk 7420 ES“	Rheologieadditiv	1,50	---
Summe		100,00	83,08
Schwarz			
Wasser demineralisiert		74,90	
„Surfynol 104 E“	Netzmittel	0,40	
„Colour Black 0E 430W“	Pigment schwarz	24,70	
Summe		100,00	

Ergebnisse auf einen Blick

- Der funktionelle Füllstoff erfüllt alle Umweltkriterien und bietet einen nachhaltigen Weg für die Entwickler.
- Eine maßgeschneiderte Rezeptur für eine DTM-Beschichtung verbessert die Lagerstabilität und den Glanz.
- Die oberflächenbehandelte Neuburger Kieselerde hat eine gute Haftung zum Substrat, sogar unter nassen oder ungeschützten Voraussetzungen.
- Die Formulierung mit der NKE erzielt eine hohe Leistung ohne Rheologieadditiv und Korrosionsschutzpigment.

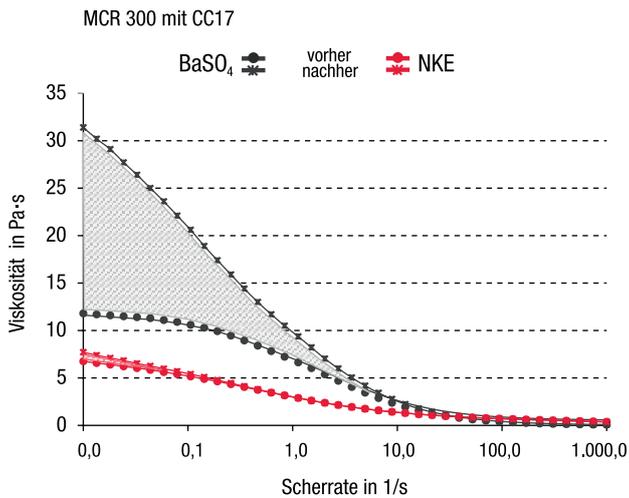


Abb. 1 // Lagerstabilität 8 Wochen bei 40 °C.

Gitterschnitt 2 mm mit Klebeband

Belastungsdauer	18 h	250 h
Regenerationszeit 23 °C, 50 % rel. F.	1 h	24 h
BaSO ₄		
Kennwert	5	1
NKE ohne Korrosionsschutzpigment		
Kennwert	0	0

Abb. 2 // Kondenswassertest Haftfestigkeit.

Gitterschnitt 2 mm mit Klebeband

Belastungsdauer	18 h	250 h	
Regenerationszeit 23 °C, 50 % rel. F.	1 h	1 h	24 h
BaSO ₄			
Kennwert	5	5	0
NKE ohne Korrosionsschutzpigment			
Kennwert	0	0	0

Abb. 3 // Salzsprühtest Haftfestigkeit.

pigment, das im Falle der NKE enthaltenden Rezeptur nicht benötigt und deshalb weggelassen wurde. Dafür wurde ein organischer Korrosionsinhibitor zugesetzt. Der Füllstoffaustausch erfolgte, wie schon erwähnt, mit dem Ziel einer konstanten PVK, was aufgrund des Dichtunterschiedes des funktionellen Füllstoffes zum natürlichen Bariumsulfat unterschiedliche Massenanteile bedeutet. Ebenso wurde das Korrosionsschutzpigment volumengleich durch die NKE ersetzt. Zum Herstellen der Paste wurde ein höherer Anteil an Wasser benötigt und dennoch war die NKE-Paste ohne Rheologieadditive über mehrere Monate lagerstabil und frei von Sedimentation oder Separation. Die Füllstoffpaste mit natürlichem Bariumsulfat war im Gegensatz dazu nur mit Hilfe von Rheologieadditiven lagerstabil. Beim verwendeten Pigment schwarz handelt es sich um eine besonders leicht dispergierbare Rußzubereitung für wässrige Systeme.

Füllstoffeigenschaften

Die klassische NKE ist ein in der Natur entstandenes Gemisch aus korpuskularer Neuburger Kieselsäure und lamellarem Kaolinit, ein loses Haufwerk, das durch physikalische Methoden nicht zu trennen ist. Der Kieselsäureanteil weist durch die natürliche Entstehung eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200nm großen, aggregierten Primärpartikeln. Durch diese einmalige Struktur ergeben sich die relativ hohe spezifische Oberfläche (9m²/g) und Ölzahl (ca. 45g/100g). Die mittlere Korngrößenverteilung beträgt 2,2µm und die Dichte ist 2,6g/cm³. Durch die Oberflächenfunktionalisierung der klassischen NKE mit Aminosilan entsteht daraus der funktionelle Füllstoff.

Präparatives und Applikation

Die Reihenfolge der Rohstoffzugabe entspricht ihrer Position in den entsprechenden Rezepturen. Für den Korrosionsschutzlack wurden zwei Pigmentpräparationen hergestellt. Die Füllstoffpaste wurde in einer am Dissolver adaptierten Perlmühle bei 6,0m/s für 10min an-geliefert. Das Volumenverhältnis Glasperlen zu Füllstoffpaste betrug 1:1. Die Pigmentpaste schwarz wurde durch Dispergierung mit einer Zahnscheibe bei 4,2m/s für 20min hergestellt. Am nächsten Tag wurde der Lack am Dissolver mit Zahnscheibe komplettiert. Nach Zu-gabe aller Komponenten wurde für 5min bei 2,5m/s gemischt und der fertige Lack anschließend in Metall Dosen abgefüllt. Die Applikation sollte bei einer Viskosität von 400 bis 500mPa·s bei 25s⁻¹ erfolgen. Dafür wurde die NKE-Formulierung vor dem Auftragen mit 10% deionisiertem Wasser verdünnt. Die Bariumsulfat-Rezeptur konnte unver-dünnt aufgetragen werden. Die kaltgewalzten Stahlbleche wurden mit Lösungsmittel gereinigt und anschließend die Lacke in einer Schicht aufgetragen. Die Trockenschichtdicke lag bei ca. 80µm. Als Trocknungsbedingungen wurden zwei Varianten gewählt. Sieben Tage Trocknung bei 23 °C und 50% relativer Feuchte für die Glanz- und Haftfestigkeitsprüfung und für die Korrosionsschutztests nach Staubtrockenheit bei Raumtemperatur im Anschluss eine forcierte Trocknung für 30min bei 60 °C. Zwischen forcierter Trocknung und Trocknung bei Raumtemperatur wurde in den Korrosionsschutztests kein signifikanter Unterschied gefunden.

Keine Viskositätsveränderung durch funktionellen Füllstoff

Die Lagerstabilität der Lacke wurde durch Rheologiemessung nach 8 Wochen Lagerung bei 40 °C in einem Rheometer mit Zylindersystem über eine logarithmische Scherrampe bestimmt (Abb. 1). Vor der Lagerung war die Viskositätskurve der Bariumsulfat-Rezeptur deutlich höher als die der Rezeptur mit dem funktionellen Füllstoff. Als Ursache hierfür kommen sowohl die benötigten Rheologieadditive zur Verhinderung der Sedimentation in der Füllstoffpaste des Bariumsulfats in Betracht als auch weitere Rezepturkomponenten wie beispielsweise

das Korrosionsschutzpigment. Beides wird in der NKE-Rezeptur nicht benötigt.

Nach 8 Wochen Lagerung bei 40°C konnte man einen extremen Anstieg der Viskosität bei der Bariumsulfat-Rezeptur feststellen. In Abb. 1 ist dieser Unterschied grau schraffiert. Im Gegensatz dazu zeigt die Rezeptur mit dem funktionellen Füllstoff, in der Abbildung rot schattiert, praktisch keine Änderung der Viskosität über den gesamten Messbereich und Zeitraum. Beide Lackformulierungen hatten zum Ende der Lagerung keinen Bodensatz oder Sediment.

Glanzerhöhung

Der Glanz wurde mit einem micro-TRI-gloss Gerät bestimmt. Die Bariumsulfat-Rezeptur liegt im seidenmatten Bereich im 20° Glanz bei 5 GU, im 60° Glanz bei 25 GU und im 85° Glanz bei 50 GU. Dagegen erzielt der funktionelle Füllstoff in der entsprechenden Formulierung eine Glanzerhöhung in allen drei Messwinkeln. Der 20° Glanz lag bei 7 GU, der 60° Glanz bei 36 GU und der 85° Glanz bei 75 GU.

Haftfestigkeit bleibt nach Kondenswassertest erhalten

Die Haftung der Beschichtung zum Substrat im unbelasteten Zustand wurde mittels 2 mm Gitterschnittprüfung mit Klebeband gemäß DIN EN ISO 2409 getestet. Beide Varianten erzielten den Gitterschnittkennwert 0 und somit hervorragende Haftung zum Substrat kaltgewalzter Stahl.

Die Prüfbleche wurden nach der forcierten Trocknung für 250h im Kondenswasser-Konstantklima (CH) bei 40°C nach DIN EN ISO 6270-2 belastet. Die Haftfestigkeitsprüfung wurde mittels 2 mm-Gitterschnittprüfung mit Klebebandabriss durchgeführt.

Während dem Kondenswassertest erfolgte eine frühe Zwischenbewertung der Haftfestigkeit. Dazu wurden die Bleche nach 18h Belastung aus dem Test genommen und nach 1h Regeneration bei 23°C und 50% relativer Feuchte im somit noch feuchten Zustand getestet. Die Beschichtung mit Bariumsulfat hatte zu diesem Zeitpunkt bereits keine Haftung mehr zum Substrat und wurde deshalb mit Kennwert 5 bewertet. Obwohl die Rezeptur mit NKE kein Korrosionsschutzpigment enthält, war die Haftfestigkeit vollständig vorhanden und wurde deshalb mit Kennwert 0 bewertet. Nach 250h wurde der Kondenswassertest beendet und wieder die Haftfestigkeit geprüft. Um diese im trockenen Zustand zu beurteilen, wurden die Bleche 24h regeneriert, auch hier erzielte der funktionelle Füllstoff einen Kennwert von 0 und hatte somit unverändert hervorragende Haftung zum Substrat. Die Beschichtung mit Bariumsulfat konnte die Haftfestigkeit nicht wieder vollständig herstellen und erreichte deshalb einen Kennwert von 1. Die Bilder der Gitterschnitte sind in Abb. 2 zu sehen.

Volle Haftfestigkeit nach Salzsprühstest

Es wurde die neutrale Salzsprühnebelprüfung (NSS) nach DIN EN ISO 9227 durchgeführt. Die Haftfestigkeit wurde an der unverletzten Beschichtung mittels Gitterschnitt geprüft. Zum Bewerten der von einer definierten Beschädigung ausgehenden Enthftung wurde auf weiteren Blechen mittig ein 10cm langer Ritz mit Ritzstichel nach Sikkens (Durchmesser 1 mm) angebracht.

Analog zum Kondenswassertest erfolgte auch beim Salzsprühstest eine frühe Zwischenbewertung der Haftfestigkeit nach 18h Belastung mittels 2 mm Gitterschnittprüfung mit Klebebandabriss.

Nach einer Regenerationszeit von 1h bei 23°C und 50% relativer Feuchte wurde noch im feuchten Zustand geprüft und das Ergebnis stellte sich wie beim Kondenswassertest dar. Die Bariumsulfat enthaltende Beschichtung hatte kompletten Haftungsverlust und somit Kennwert 5, wogegen der funktionelle Füllstoff ohne Korrosionsschutzpigment unverändert vollständige Haftung zum Substrat

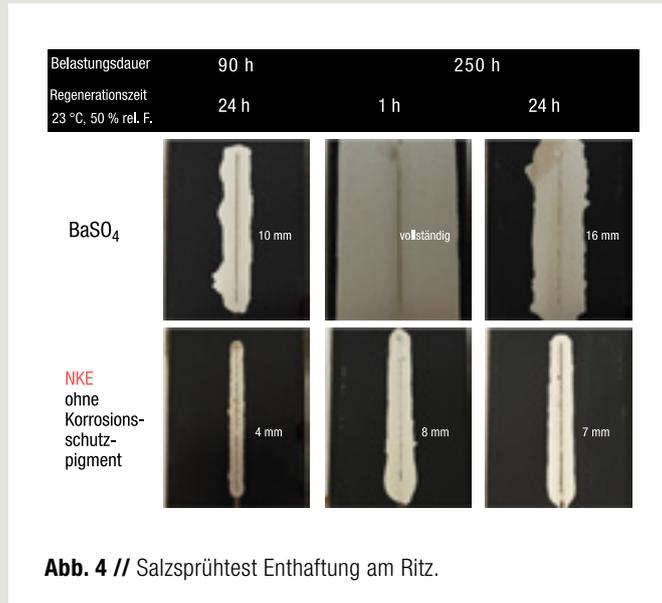


Abb. 4 // Salzsprühstest Enthftung am Ritz.

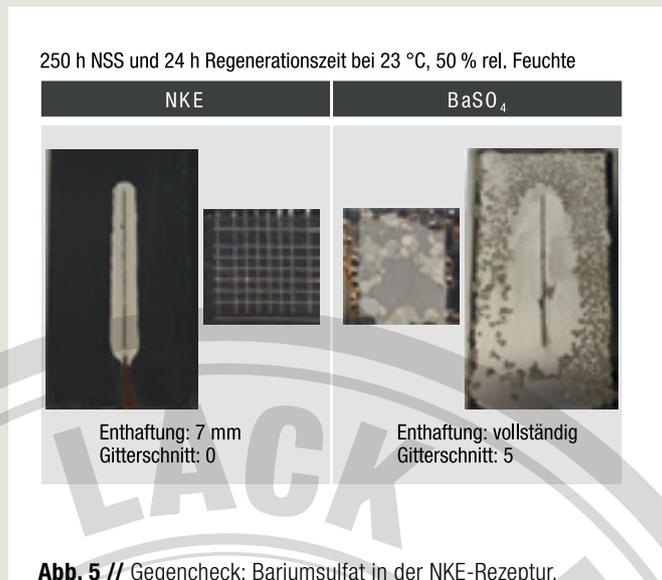


Abb. 5 // Gegencheck: Bariumsulfat in der NKE-Rezeptur.

Mehr zum Thema!



221 Ergebnisse für Füllstoffe!
Jetzt testen: www.farbeundlack.de/360

zeigte und deshalb Kennwert 0 erhielt. Nach 250h wurde die Salzsprühnebelprüfung beendet und die Haftfestigkeit nach 1h und 24h Regeneration geprüft. Auch nach 250h konnte für die NKE enthaltende Beschichtung unverändert die vollständige Haftung zum Substrat festgestellt werden. Der Bariumsulfat enthaltende Lack war nach 1h Regeneration unverändert schlecht, vergleichbar zur frühen Zwischenbewertung. Erst nach 24h Regeneration, wenn die Beschichtung rückgetrocknet ist, baute sich die Haftfestigkeit zum Substrat wieder auf. In Abb. 3 sind die Gitterschnittbilder zu sehen.

Haltbarkeit mit funktionellem Füllstoff verdreifacht

Nach Ende des Salzsprühtests wurde die enthaftete Beschichtung mechanisch mit Hilfe eines Cuttermessers entfernt. Abgetragen wurde dabei nur die lose Beschichtung bis zur Grenze, an der wieder Haftung zum Substrat vorhanden war. Wie bei der Haftung wurde auch bei der Enthftung am Ritz ein früherer Zeitpunkt für eine Zwischenbewertung gewählt. Nach 90h Belastung und 24h Regeneration bei Normklima wurde die nicht mehr auf dem Substrat haftende Beschichtung entfernt. Dabei zeigte sich, dass der enthaftete Bereich der Beschichtung bei der Bariumsulfat-Rezeptur mit 10mm doppelt so breit war als der des funktionellen Füllstoffes mit nur 4mm. Nach 250h wurde der Salzsprühtest beendet. Die frühe Enthftung nach nur 1h Regenerationszeit, welche in etwa den belasteten Zustand nachstellt, zeigte eine vollständige Enthftung des Lackes mit Bariumsulfat. Dagegen erzielte die NKE enthaltende Beschichtung nur 8mm Enthftung. Nach 24h Regeneration und somit im trockenen Zustand bewertet, zeigte sich, dass die Enthftung bei der Bariumsulfat enthaltenden Beschichtung 16mm betrug. Die NKE enthaltende Formulierung blieb mit 7mm Enthftung weiterhin auf ihrem guten Niveau wie in Abb. 4 dargestellt. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass bei Verwendung des funktionellen Füllstoffes eine dreifach höhere Lebensdauer erreicht werden kann.

Füllstoffspezifische Formulierungsabstimmung wichtig

Um auszuschließen, dass die Leistungssteigerung im Korrosionsschutz der NKE-Formulierung ausschließlich von der additivseitigen Rezepturänderung verursacht wird, wurde das Bariumsulfat auch in dieser Rezeptur geprüft. Das Ergebnis ist in Abb. 5 dargestellt. Die Fotos entstanden nach 250h neutralem Salzsprühtest und die Beurteilung erfolgte nach 24h Regeneration im trockenen Zustand. Trotz langer Regenerationszeit löste sich die Beschichtung bei der Gitterschnittprüfung mit Klebeband vollständig ab und erhielt den Kennwert 5. Ebenso stellte sich die vom Ritz ausgehende Enthftung der Beschichtung maximal verschlechtert dar. Das natürliche Bariumsulfat zeigte in der NKE-Rezeptur ohne Korrosionsschutzpigment damit sogar schlechtere Ergebnisse als in der Ausgangsformulierung. Dieser Gegencheck zeigt sehr anschaulich, wie wichtig eine auf den jeweiligen Füllstoff abgestimmte Formulierung ist.

Funktioneller Füllstoff zur Korrosionsschutzverbesserung

Durch abgestimmte Rohstoffauswahl und Verwendung der oberflächenbehandelten NKE wurde im hier getesteten Acrylat-Einschichtsystem ein Vielfaches der Korrosionsschutzdauer erreicht. Der natürliche und maßgeschneiderte Füllstoff berücksichtigt die Umweltaspekte und bietet einen nachhaltigeren Weg in die Zukunft. Mit dem funktionellen Füllstoff lässt sich eine lagerungsstabile Füllstoffpaste herstellen, die ohne Rheologieadditiv auskommt (keine Sedimentation) und auch die Herstellung eines wässrigen Lackes mit ausgezeichneter Rheologie und Stabilität ermöglicht. Neben höheren Glanzwerten ist die gute Haftfestigkeit zum Substrat sowie die Verbesserung der Enthftung am Ritz, auch während der Korrosionsbelastung, hervorzuheben.

Das Ergebnis ist eine leistungsstarke Beschichtung mit einem Korrosionsschutzpigment anstatt Korrosionsschutzpigment.

Kontakt // susanne.reiter@hoffmann-mineral.com

SUSANNE REITER

(geb. 1978) absolvierte ihr Abitur im Jahr 1997. Danach machte sie in der Unternehmensgruppe Hoffmann eine Ausbildung zur Chemielaborantin. Von 1999 bis 2021 arbeitete sie in der Anwendungstechnik bei Hoffmann Mineral im Bereich Coatings. Im Juli 2021 wechselte sie in den Vertrieb und ist dort als Gebietsverkaufsleiterin tätig.



HUBERT OGGERMÜLLER

(geb. 1964) ist seit dem Jahr 1988 bei Hoffmann Mineral tätig. Bis 1995 war er in der Anwendungstechnik als Leiter des Polymertechnikums für Elastomere und Thermoplaste zuständig. Seit 1995 umfasst sein Aufgabengebiet auch den Bereich Coatings einschließlich Reaktionsharze und Klebstoffe.



BARBARA MAYER

(geb. 1992) absolvierte in der Unternehmensgruppe Hoffmann eine Ausbildung zur Chemielaborantin. Seit 2012 ist sie in der Anwendungstechnik von Hoffmann Mineral im Bereich Coatings tätig.

