

# Aus zwei mach eins



Quelle: sewcream – stock.adobe.com

**WÄSSRIGE BESCHICHTUNGSSTOFFE // NEUE SILIKONTENSIDE KOMBINIEREN  
ENTSCHÄUMENDE UND SUBSTRATBENETZENDE EIGENSCHAFTEN UND BIETEN  
EINE NEUE MÖGLICHKEIT ZUR FORMULIERUNG VON BESCHICHTUNGEN FÜR  
DEN BEREICH DER ALLGEMEINEN INDUSTRIELACKE.**

Sven Tenbusch, Carina Schepers und Andrea Foites, Byk-Chemie

Wässrige Beschichtungsstoffe sind bereits seit vielen Jahren im Einsatz, jedoch haben sie im Bereich der allgemeinen Industrielacke ein großes Wachstumspotenzial, da immer noch ein Großteil der Beschichtungsstoffe konventionell formuliert ist. Die Entwicklung von wässrigen Beschichtungsstoffen wird vor allem durch die Erfüllung von Low-VOC-Verordnungen vorangetrieben. Dieser Trend sorgt dafür, dass wässrige und High-Solid-Formulierungen einen steigenden Anteil im Markt haben. [1]

Dabei haben wässrige Formulierungen nach wie vor einen schweren Stand, da die Formulierung solcher Beschichtungsstoffe gegenüber lösemittelhaltigen Systemen deutlich herausfordernder ist. Gerade die Benetzung von Untergründen ist dabei ein wichtiger Aspekt, der besondere Aufmerksamkeit verlangt. Wegen der hohen Oberflächenspannung von Wasser muss durch die Zugabe von Additiven die Oberflächenspannung des wässrigen Lackes herabgesetzt werden, damit eine ausreichende Benetzung sichergestellt wird. Neben der Benetzung ist auch die Entschäumung von wässrigen Beschichtungsstoffen viel anspruchsvoller, da wässrige Bindemittel freie Tenside enthalten und diese den Schaum stabilisieren. [2]

Durch eine perfekte Entschäumung und Benetzung wird sichergestellt, dass Lacke den technologischen Anforderungen – wie Applizierbarkeit oder Korrosionsschutz – gerecht werden. Zudem müssen auch die optischen Eigenschaften – zum Beispiel der Verlauf – nach der Applikation in diversen Schichtdicken die verschiedensten Anforderungsprofile erfüllen.

Vor allem im Bereich der allgemeinen Industrielacke, wo verschiedenste Substrate – seien es Kunststoffe, Metalle oder Glas – zum Einsatz kommen, sind die Anforderungen an die Lacke besonders vielfältig. Auf Kunststoffen, die im Allgemeinen einen sehr unpolaren Charakter haben, ist es notwendig, eine starke Reduzierung der Oberflächenspannung zu erreichen. Nur dadurch kann eine gute Benetzung in niedrigen Schichtdicken sichergestellt werden. Diverse metallische Substrate sind oft durch Fette oder Öle verunreinigt, wodurch die Benetzung deutlich schwieriger zu erreichen ist. In Klarlacken werden höchste Ansprüche an die Verträglichkeit der jeweiligen Additive gestellt. Weder im flüssigen Lack noch nach der Aushärtung dürfen Additive eine Trübung verursachen.

### Diskussion der Chemie

Um eine optimale Benetzung von wässrigen Systemen auf diversen Untergründen zu erzielen, werden üblicherweise Silikontenside eingesetzt. Silikontenside stellen – chemisch gesehen – organisch modifizierte Dimethylsiloxane dar, die aus einem kurzen hydrophoben Siloxan-Grundgerüst, modifiziert mit einer hydrophilen Seitenkette, bestehen.

In den meisten Fällen besteht die Modifikation aus Polyetherketten (Abb. 1), welche eine verbesserte Verträglichkeit mit Wasser bewirken. Die Verträglichkeit kann über das Verhältnis der Dimethylsiloxan-Einheiten zu der Anzahl der Polyether-Seitenketten gesteuert werden. Dies hat auch eine substantielle Auswirkung auf den Einfluss auf die Oberflächenspannung. Vereinfacht kann gesagt werden, dass je mehr Dimethylsiloxan-Einheiten zum Einsatz kommen desto stärker reduziert das Silikontensid die Oberflächenspannung. Weiterhin kann die Polarität des Polyethers unterschiedlich eingestellt werden. Je nachdem, ob mit hydrophilen (polaren) Ethylenoxid-Einheiten (EO-Einheiten) oder hydrophoben (unpolaren) Propylenoxid-Einheiten (PO-Einheiten) gearbeitet wird, ergibt sich ein individuelles Eigenschaftsbild. Ein größerer Anteil EO-Einheiten erhöht die Polarität und das Additiv ist in größerem Maße wasserlöslich. PO-Einheiten reduzieren sowohl die Wasserlöslichkeit als auch die Schaumstabilisierung. Standard-Silikontenside für wasserbasierte Systeme enthalten hauptsächlich

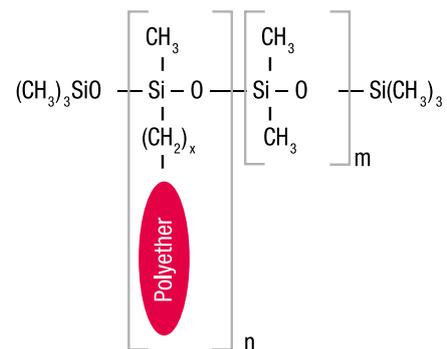


Abb. 1 // Chemisches Grundgerüst eines Silikontensids für wässrige Systeme.

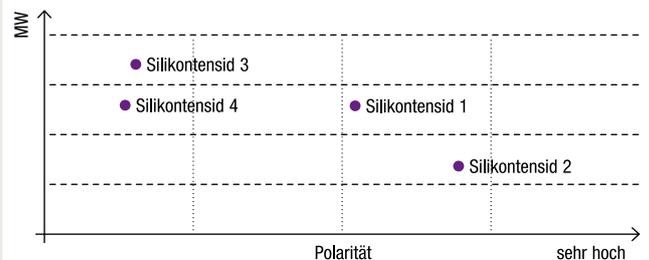


Abb. 2 // Vergleich der verschiedenen Silikontenside.

### Ergebnisse auf einen Blick

- Die neuen Silikontenside repräsentieren maßgeschneiderte Lösungen für wässrige Systeme bei allgemeinen Industrielackanwendungen.
- Die perfekte Balance aus Aktivität und kontrollierter Unverträglichkeit bietet ein abgestimmtes Eigenschaftsprofil, das mehrere Additiv-Gruppen miteinander vereint.
- Die neuen Additive bewirken nicht nur eine starke Reduzierung der Oberflächenspannung und einen verbesserten Verlauf, sondern auch eine sehr gute Entschäumung des Lackes.
- Die neuen Silikontenside stellen Produkte dar, die für den Einsatz in allgemeinen Industrielacken und in einer Vielzahl von Systemen und Applikationsmethoden perfekt geeignet sind.



Abb. 3 // Mischbarkeit der neuen Oberflächenadditive in Wasser.



Abb. 4 // Mischbarkeit der neuen Oberflächenadditive in einer Mischung aus Wasser: BG = 80:20.

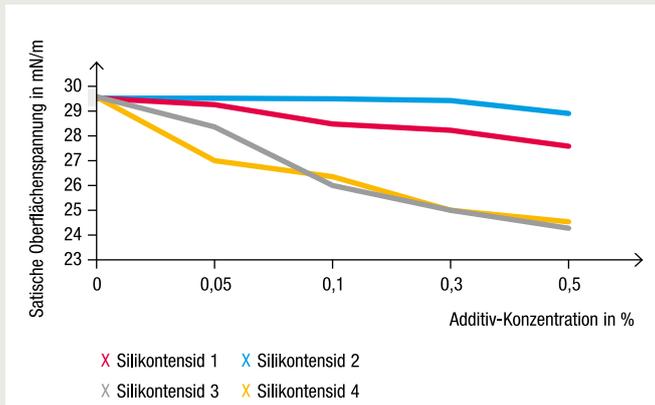


Abb. 5 // Einfluss der verschiedenen Oberflächenadditive auf die statische Oberflächenspannung eines wässrigen 2K-Klarlackes auf Basis einer Polyurethan-Dispersion.

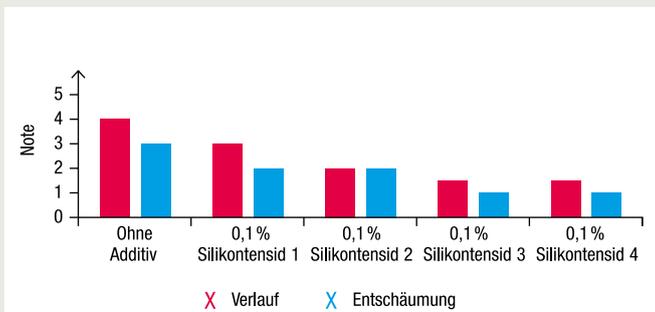


Abb. 6 // Einfluss der verschiedenen Oberflächenadditive auf Verlauf und Entschäumung eines wässrigen 2K-Klarlackes auf Basis einer Polyurethan-Dispersion.

EO-basierte Polyether, die für eine gute Wasserlöslichkeit sorgen. Silikontensid 1 (Standard-Silikontensid) und Silikontensid 2 (Trisiloxan) haben im Vergleich zu Silikontensid 3 und Silikontensid 4 ein niedrigeres Molekulargewicht (Abb. 2). Die Siloxankette ist kurz und mit nur wenigen Polyetherseitenketten modifiziert. Beide Produkte werden eingesetzt, um die Oberflächenspannung von wässrigen Systemen zu reduzieren. In wässrigen Systemen, die einen hohen Co-Löser-Anteil haben, sind diese Produkte nicht effektiv.

In Systemen mit höherem Co-Löser-Anteil zeichnen sich die neuen Silikontenside 3 und 4 durch eine Orientierung nicht nur in der Grenzfläche Lack/Substrat, sondern auch in der Grenzfläche Lack/Luft aus. Dadurch bewirken diese Additive sowohl eine verbesserte Benetzung als auch einen verbesserten Verlauf. Ein höheres Verhältnis von Dimethylsiloxan-Einheiten zu Polyether-Modifikationen und ein höheres Molekulargewicht führen zu einer kontrollierten Unverträglichkeit und daraus resultieren zusätzlich entschäumende Eigenschaften.

**Oberflächenadditive im Vergleich**

In Wasser sind die Silikontenside 3 und 4 nicht löslich (Abb. 3). Die Mischungen weisen eine starke Trübung auf. Silikontenside 1 und 2 sind leicht trüb.

Durch das höhere Verhältnis von Dimethylsiloxan zu Polyether und das höhere Molekulargewicht sind die beiden neuen Silikontenside 3 und 4 in Wasser nicht löslich. Wohingegen Silikontenside 1 und 2 durch den größeren Anteil Polyether besser in Wasser löslich sind. Anders verhält es sich in der Mischung Wasser : BG (Butylglykol) = 80 : 20 (Abb. 4). Hier sind die neuen Silikontenside 3 und 4 löslich. Die Mischungen sind transparent und bleiben auch über einen Zeitraum von sieben Tagen stabil. Damit entsprechen die neuen Additive exakt dem Anforderungsprofil.

Bei Wasserlacken für den allgemeinen Industrielackbereich kommen in der Regel organische Lösemittel als Co-Löser zum Einsatz. Sowohl Substratbenetzung als auch Entschäumung werden sehr stark von der Polarität des entsprechenden Lackes beeinflusst. Es erfordert genau abgestimmte Additive, um ein perfektes Eigenschaftsbild zu erzielen.

**Benetzung und Verlauf eines wässrigen 2K-Polyurethan-Klarlackes**

Im weiteren Verlauf der Studie wurde die Auswirkung der verschiedenen Additive auf die statische Oberflächenspannung eines typischen wässrigen 2K-Polyurethan-Klarlackes für allgemeine Industrielackan-

wendungen überprüft. Dazu wurden die verschiedenen Additive in vier verschiedenen Dosierungen mittels eines Dissolvers mit Zahnscheibe bei 3 m/s in den wässrigen Klarlack eingearbeitet (0,05 %, 0,1 %, 0,3 % und 0,5 % bezogen auf den Stammlack). Dieser Wasserlack hat einen Co-Löser-Anteil von 3 %. Die statische Oberflächenspannung wurde mit dem „Krüss K100“ nach der Du-Noüy-Ringmethode gemessen. Es kam ein Platin-Iridium-Ring zum Einsatz.

In Abb. 5 ist die statische Oberflächenspannung in Abhängigkeit von der jeweiligen Additiv-Konzentration dargestellt. Bereits in sehr niedrigen Konzentrationen von 0,05 % zeigen beide neuen Silikontenside eine sehr starke Reduzierung der Oberflächenspannung. Dieser Trend setzt sich mit steigender Dosierung fort, sodass bei einer Dosierung von 0,5 % 24,3 mN/m mit Silikontensid 3 bzw. 24,5 mN/m mit Silikontensid 4 erreicht werden. Durch die höhere Anzahl von Dimethylsiloxan-Einheiten zeigen die neuen Silikontenside im Vergleich zu den beiden übrigen Produkten eine deutlich stärkere Reduzierung.

Allgemein gilt, dass für eine gute Benetzung die Oberflächenspannung des Lackes niedriger sein sollte als die Oberflächenenergie des Untergrundes. Schlechte Benetzung, d. h. ein Zusammenziehen und Abperlen des Lackes, ist zu erwarten, wenn die Oberflächenspannung des Lackes höher liegt als die des Untergrundes. Die neuen Additive eignen sich hervorragend für Anwendungen, die eine gute Benetzung auf kritischen Untergründen erfordern, da sie bereits in niedrigen Dosierungen die Oberflächenspannung stark reduzieren. Beispielsweise weisen viele Kunststoffe meist eine sehr unpolare Oberfläche auf, die kaum beschichtbar ist. Hier ist eine solche starke Reduzierung nötig, um eine gute Benetzung eines Wasserlackes zu erzielen.

Neben dem Einfluss auf die Oberflächenspannung wurden auch der Verlauf und die Benetzung auf Polymethylmethacrylat (PMMA) über-



Ohne Additive

0,1 % Silikontensid 3 0,1 % Silikontensid 4

**Abb. 7 //** Einfluss der verschiedenen Oberflächenadditive auf Substratbenetzung und Verlauf eines wässrigen 2K-Klarlackes auf Basis einer Polyurethan-Dispersion, appliziert auf PMMA.

prüft. Dazu wurden die Proben mit einer HVLP-Pistole (High-Volume-Low-Pressure-Pistole) bei einem Druck von 2,5 bar und einer Trockenschichtdicke von 40 µm appliziert. Die Entschäumung der Proben wurde ebenfalls getestet. Dazu wurden die Proben eine Minute bei 4 m/s mit einer Zahnscheibe aufgeschäumt und anschließend auf eine Folie aufgegossen. Die Entschäumung wurde nach dem Schulnotenprinzip beurteilt, wobei die Note „Eins“ eine gute Entschäumung be-



# MEHR LEISTUNG & WENIGER VOC

mit

## K-FLEX® 188

**K-FLEX 188** ist ein einmaliges Polyester-Diol, das hilft, VOC zu reduzieren und die Filmeigenschaften von Polyurethan- und Melamin-Systemen zu verbessern.



Erlaubt einen höheren Füllgrad



Erhöht Flexibilität unter Erhaltung von Härte

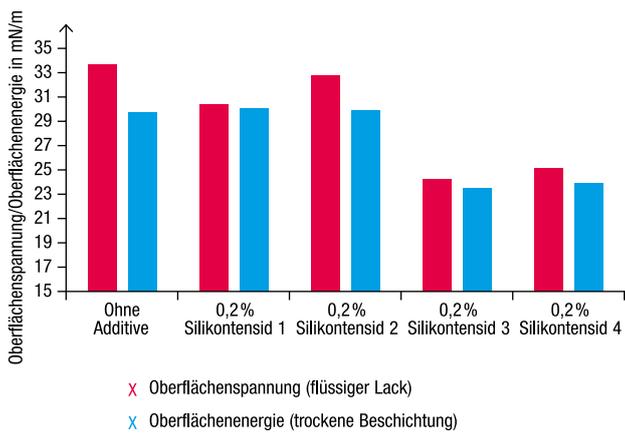


Verbessert Widerstandsfähigkeit und Filmeigenschaften

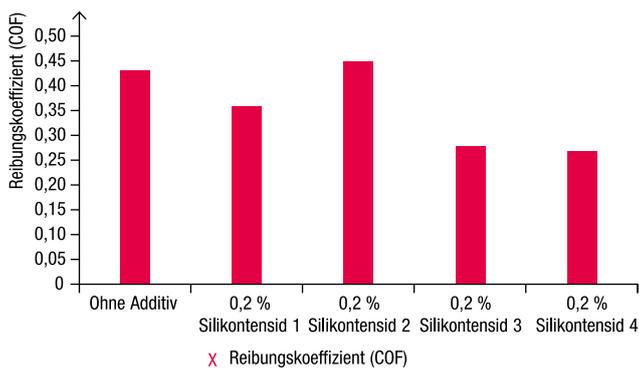


Verbessert Haftung auf Kunststoff-Substraten

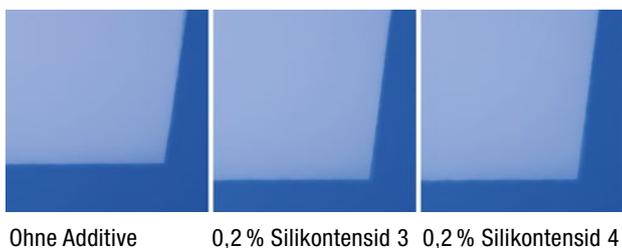
[www.kingindustries.com](http://www.kingindustries.com)



**Abb. 8 //** Einfluss der verschiedenen Oberflächenadditive auf die Oberflächenspannung und Oberflächenenergie eines wässrigen 2K-Decklackes auf Basis einer Polyacrylat-Dispersion.



**Abb. 9 //** Einfluss der verschiedenen Additive auf den Reibungskoeffizienten eines wässrigen 2K-Decklackes auf Basis einer Polyacrylat-Dispersion.



**Abb. 10 //** Einfluss der neuen Additive auf den Verlauf eines wässrigen 2K-Decklackes auf Basis einer Polyacrylat-Dispersion.

deutet und die Note „Fünf“ für eine schlechte Entschäumung steht. Der Verlauf wurde nach dem gleichen Prinzip beurteilt.

Die Probe ohne Additiv zeigt einen schlechten Verlauf und eine starke Schaumentwicklung (Abb. 6). Durch die Zugabe von Silikontensid 1 und Silikontensid 2 kann sowohl der Verlauf als auch die Entschäumung leicht verbessert werden. Aber erst durch die Zugabe von Silikontensid 3 oder Silikontensid 4 wird sowohl eine gute Entschäumung als auch ein guter Verlauf erzielt.

Um die Eigenschaften der Additive bildlich zu verdeutlichen, wurden drei mit Klarlack lackierte Substrate fotografiert (Abb. 7). Der mangelhafte Verlauf der Probe ohne Additiv ist deutlich in der Spiegelung der Deckenleuchte zu erkennen. Beide Proben mit den neuen Oberflächenadditiven zeigen hingegen einen gleichmäßigen Verlauf ohne Kraterneigung. Die Abbildung der gespiegelten Lampe ist deutlich klarer und die Konturen sind gleichmäßiger.

### Oberflächenorientierung in einem wässrigen 2K-Decklack

In einem wässrigen 2K-Decklack wurde die Orientierung der verschiedenen Additive miteinander verglichen. Dazu wurde zum einen wiederum die statische Oberflächenspannung der flüssigen Muster miteinander verglichen. Zum anderen wurden die Oberflächenenergien der ausgehärteten Beschichtungen bestimmt. Dazu wurden die Kontaktwinkel mit fünf Testflüssigkeiten mit dem Kontaktwinkelmessgerät „Krüss DSA100“ gemessen und die Oberflächenenergie nach Owens, Wendt, Rabel und Kaelble berechnet (OWRK-Verfahren).

Weitere Aussagen über die Orientierung von Oberflächenadditiven lassen sich über die Messung des Reibungskoeffizienten treffen (Abb. 8). Dazu wird ein Gewicht mit einer definierten Masse bei konstanter Geschwindigkeit über einen Beschichtungsstoff gezogen. Die dazu nötige Kraft wird aufgenommen und ergibt den Reibungskoeffizienten (engl.: coefficient of friction – COF). Der Reibungskoeffizient wurde mit einem Ein-Kilogramm-Gewicht gemessen. Als Gerät kam ein „Altek 9505“ zum Einsatz.

Sowohl die statische Oberflächenspannung als auch die Oberflächenenergie werden durch beide neuen Produkte stark reduziert. Silikontensid 3 und Silikontensid 4 haben ein höheres Molekulargewicht im Vergleich zu den beiden übrigen Tensiden. Durch das höhere Molekulargewicht ergibt sich eine stärkere Migration in die Grenzfläche Lack/Luft. Dort sorgt die Polysiloxan-Komponente, die im Vergleich zu den beiden anderen Tensiden höhermolekular ist, für eine starke Reduktion der Oberflächenenergie. Die Orientierung in der Grenzfläche zeigt sich auch, wenn der Reibungskoeffizient der Proben miteinander verglichen wird (Abb. 9).

Das höhere Molekulargewicht und die Orientierung in der Grenzfläche ergeben im Vergleich mit den übrigen beiden Tensiden einen niedrigeren Reibungskoeffizienten. Die sich dadurch ergebende höhere Oberflächenglätte des ausgehärteten Lackfilmes kann zu einer besseren Kratzbeständigkeit beitragen und die Blockneigung verringern.

Mehr zum Thema!



460 Ergebnisse für Additive!  
Jetzt testen: [www.farbeundlack.de/360](http://www.farbeundlack.de/360)

Neben den physikalischen Messgrößen fließt auch das Gesamterscheinungsbild der Proben mit in die Bewertung ein. Auch diese Proben wurden mit einer HVLP-Pistole appliziert, um eine realistische Aussage treffen zu können. *Abb. 10* zeigt, dass beide Proben mit den neuen Additiven einen deutlich besseren Verlauf als die Probe ohne Additiv zeigen. Dies ist besonders an den Rändern der Spiegelung der Deckenleuchte zu erkennen. Auch zwischen den beiden neuen Tensiden ist ein Unterschied zu erkennen. Silikontensid 3 zeigt eine deutlichere Spiegelung als Silikontensid 4. Durch das höhere Molekulargewicht ist Silikontensid 3 aktiver und bewirkt in dem pigmentierten System einen besseren Verlauf.

Alles in allem ergibt sich so ein Lack, der einen perfekten Verlauf mit einer hohen Abbildeschärfe (engl.: distinctness of image – DOI) zeigt. Die perfekte Balance aus Oberflächenspannungsreduktion und Verlaufsverbesserung durch gezielten Einsatz der neuen Oberflächenadditive resultiert in einem Lack, der auch auf kritischen Substraten ein perfektes Erscheinungsbild zeigt.

### Danksagung

Die Autoren danken Wolfgang Griesel und seinem Team sowie Dr. Guillaume Jaunky für die maßgebliche Mitwirkung an der Entstehung dieses Artikels.

### Literatur

- [1] Menukhin, O.: Aussicht auf mehr Wasser. Farbe und Lack 12/2019, S. 13–15  
 [2] Dören, K.; Freitag, W.; Stoye, D.: Wasserlacke: Umweltschonende Alternative für Beschichtungen. TÜV Rheinland GmbH, Köln, 1992

#### CARINA SCHEPERS

Seit dem Abschluss ihres Chemieingenieurwesens/Lacktechnik-Studiums an der Hochschule Niederrhein in Krefeld im Jahr 2009 arbeitet Carina Schepers bei Byk in Wesel. Zu Beginn ihrer Laufbahn bei Byk war sie im Bereich des anwendungstechnischen Kundenservices für Automobillacke tätig. Seit 2016 leitet sie das anwendungstechnische Servicelabor für den Bereich Special Coatings, welcher die Anwendungen für Coil und Can Coatings sowie allgemeine Industrielacke beinhaltet.



#### ANDREA FOLTES

Andrea Foltes startete 2008 im anwendungstechnischen Labor für allgemeine Industrielacke bei Byk in Wesel. Seit 2015 arbeitet sie im anwendungstechnischen Servicelabor Special Coatings. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit liegt vor allem im Bereich der wässrigen Industrielacke.



#### SVEN TENBUSCH

Sven Tenbusch studierte Chemieingenieurwesen/Lacktechnik an der Hochschule Niederrhein in Krefeld. Seit 2016 ist er als Spezialist für Special Coatings bei Byk tätig. Sein Aufgabengebiet beinhaltet die weltweite technische Betreuung von Kunden in den Bereichen Can und Coil Coatings sowie allgemeine Industrielacke, was sowohl die Durchführung von Kundenprojekten als auch eine weltweite Reisetätigkeit mit Kundenbesuchen beinhaltet.



**heubach**

COMPETENCE IN COLOR

## Im Fokus: Ihr brillantes anorganisches Pigment

**VANADUR® 2108**, ein grünstichiges Bismuthvanadatpigment, vereint die bei der Entwicklung der weltweit bekannten **VANADUR®**-Produktreihe erzielten Kenntnisse in ein Produkt:

**VANADUR® 2108** zeichnet sich aus durch eine ausserordentliche Farbstärke bei sehr gutem Deckvermögen kombiniert mit hoher Brillanz, exzellenter Dispergierbarkeit und hoher Beständigkeit.

Basierend auf einer zinkfreien Stabilisierungstechnologie kann es signifikant zur Herstellung ökologisch-ökonomisch ausgewogener Farben und Lacke beitragen.

[www.heubachcolor.com](http://www.heubachcolor.com)