



Fachbeitrag:

## Reflexionsoptimierte Pulverlacke für die Leuchtenindustrie

*Licht bestimmt entscheidend das Leben der Menschen, da unsere Umwelt zum größten Teil mit den Augen wahrgenommen wird. Sobald nur wenig oder kein Licht zur Verfügung steht, kann die Umgebung durch das Auge nur noch schemenhaft oder gar nicht wahrgenommen werden. Aus diesem Grunde nimmt sich der Mensch seit der Entdeckung des Feuers künstliche Beleuchtungen zur Hilfe, um auch im Dunkeln sehen zu können.*

Heute ist die Beleuchtung mit künstlichem Licht aus unserem Alltag nicht mehr weg zu denken, da eine Beleuchtung in allen Lebens- und Arbeitsbereichen notwendig oder gewünscht ist. Die Sehauflage ist jedoch nicht bei jeder Tätigkeit gleich. So ist beispielsweise beim Lesen eine andere Beleuchtung erforderlich, als beim Autofahren oder bei mikroskopischen Analysen. Deshalb muss die Beleuchtung auf die Sehauflage angepasst werden. Diese Beleuchtungsqualität wird durch die Faktoren Sehkomfort, Sehleistung und das visuelle Ambiente beeinflusst. Diese wiederum von weiteren Faktoren wie Farbwiedergabe, Helligkeitsverteilung, Beleuchtungsniveau, Blendungsbegrenzung, Schattigkeit, Lichtrichtung und Lichtfarbe.



Abb. 1: Leuchte ONDARIA der Firma Zumtobel, [www.zumtobel.com](http://www.zumtobel.com), beschichtet mit dem reflexionsoptimierten Pulverlack PP6001DF2004 von FreiLacke



Aufgrund dieser Komplexität wurde für einige Bereiche die Beleuchtungsqualität normiert, wie zum Beispiel bei Arbeitsplätzen, Sport- und Veranstaltungshallen oder Straßen. Dies soll eine einheitliche Beleuchtungsqualität in diesen Bereichen gewährleisten.

Ein Teil dieser Normierung umfasst die lichttechnischen Eigenschaften einer Leuchte, wie die Lichtstärkenverteilung, Leuchtdichtenverteilung und Leuchtenbetriebswirkungsgrad, welche hier näher betrachtet werden. Diese Werte werden durch die Leuchtenhersteller angegeben, um die Planung von Lichtenanlagen durch Architekten möglich zu machen.

Zur Beurteilung der räumlichen Verteilung der Lichtstärke wird von jeder Leuchte eine Lichtstärkenverteilung angefertigt, meist in einem Polardiagramm. Die Angabe wird in der Einheit cd/klm (Candela pro Kilolumen) angegeben und ist für den besseren Vergleich der Leuchten in der Regel auf 1000 lm (Lumen) bezogen.

Eine Lichtstärkenverteilungskurve gibt an, wie viel Licht in den unteren und oberen Halbraum der Leuchte abgegeben wird. Zum Beispiel wird zum Erzeugen eines diffusen Lichtanteils der über die Decke reflektierte Indirektanteil einer Leuchte verwendet.

Die Sinneswahrnehmung des Auges wird überwiegend durch die Leuchtdichtenverteilung beeinflusst, da diese den Helligkeitseindruck in Lichtstärke pro Flächeneinheit ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) erfasst. Deshalb ist diese Größe besonders wichtig als Planungsgröße für die Außenbeleuchtungen, um zum Beispiel Helligkeitsunterschiede bei Straßenbeleuchtungen so gering wie möglich zu halten.

Der Leuchtenbetriebswirkungsgrad gibt Auskunft über die Energiewirtschaftlichkeit einer Leuchte. Bei der Messung dieses Leuchtenbetriebswirkungsgrad wird das Verhältnis vom abgegebenen Lichtstrom der Leuchte zum Lichtstrom des im Betrieb befindlichen Leuchtmittels (Glühlampe, Leuchtstoffröhre, etc.) gemessen. Je höher dieser Wert ist, desto höher ist die Effizienz der Leuchte und das Verhältnis des Leuchtenlichtstromes zur eingesetzten Energie.

Besonders das „Innenleben“ des Leuchtenkörpers beeinflusst den Leuchtenbetriebswirkungsgrad einer Leuchte, da konventionelle Leuchtmittel, wie zum Beispiel eine Glühlampe oder eine Leuchtstoffröhre, das Licht diffus abgeben. Somit ist es wichtig, dass das Innenleben des Leuchtenkörpers das Licht zum offenen Teil der Leuchte hin reflektiert, um den Leuchtenbetriebswirkungsgrad zu erhöhen. Hier spielt neben der Geometrie des Leuchtenkörpers und der Reflektoren besonders die Reflexionseigenschaften der eingesetzten Materialien (Spiegel, Lack, Kunststoffabdeckungen, etc.) eine Rolle.



Vor diesem Hintergrund sind verschiedene Leuchtenhersteller an FreiLacke herangetreten, einen Pulverlack zu entwickeln, welcher besonders hohe Reflexionseigenschaften aufweist, um einen möglichst hohen Leuchtenbetriebswirkungsgrad zu erreichen. Außerdem mussten noch folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Vergilbungsstabile Bindemittel
- Glanzgrad von 25 GE im Winkel 60°
- sehr guter Verlauf
- gleichmäßiges Erscheinungsbild
- sehr gutes Applikationsverhalten aufgrund geometrisch schwieriger Lackierobjekte, besonders in Ecken
- gute Überbrennstabilität beim Einbrennen des Pulverlackes von 30 Minuten bei 200 °C, Farbtonabweichung dE <1

Aufgrund der vorgegebenen Eigenschaften fiel die Wahl des Bindemittels auf Polyester. Durch die geringe Glanzgradvorgabe musste die Mattierung über einen Dry-Blend (Trockenmischung) erfolgen.

Dry-Blend-Pulverlacke bestehen aus zwei separat produzierten Pulverlacken, welche im Anschluss trocken, also ohne erneute Extrusion, zusammen gemischt werden. Nach der Applikation des Pulverlackes auf das Werkstück wird dieser in einem Umluftofen bei 180 °C Objekttemperatur 10 Minuten eingearbeitet. Bei dem Einbrennvorgang schmelzen die zwei Pulverlacke auf und beginnen mit der Härterkomponente zu reagieren. Die Reaktivität der beiden Pulverlacke ist unterschiedlich eingestellt, wodurch sich eine Mikrostruktur an der Oberfläche bildet (vgl. Abb. 2). Diese Mikrostruktur reflektiert das auftreffende Licht diffus und lässt die Oberfläche matt erscheinen.

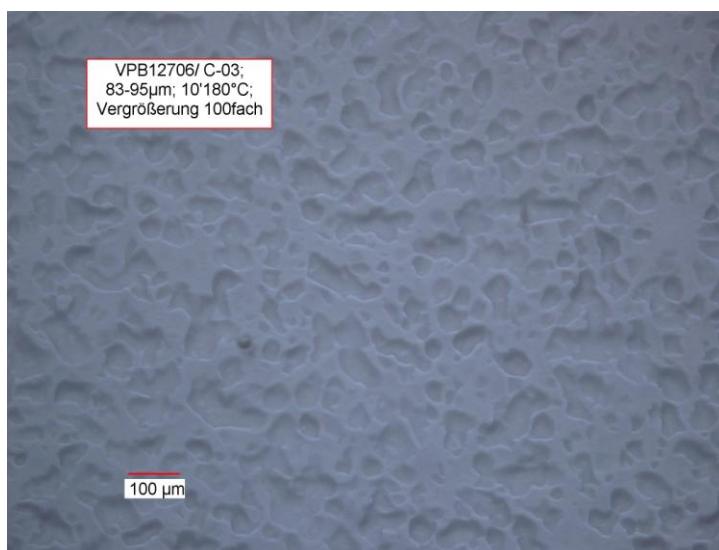


Abb. 2: Mikroskopaufnahme der Mikrostruktur von Dry Blend Pulverlacken



Je nach eingesetzten Bindemittelkomponenten kann eine sogenannte Pixelung bei Dry-Blend-Pulverlacken entstehen. Dies bedeutet, dass die einzelnen Pulverlacke im Lackfilm mit bloßem Auge sichtbar sind. Dieser Effekt ist meistens nicht gewünscht, da kein einheitliches Erscheinungsbild des Pulverlackes erzielt wird (vgl. Abb. 3). Zur besseren Veranschaulichung wurde im Farnton RAL9005 eine starke und geringe Pixelung dargestellt, da hier der Unterschied am deutlichsten ausfällt.

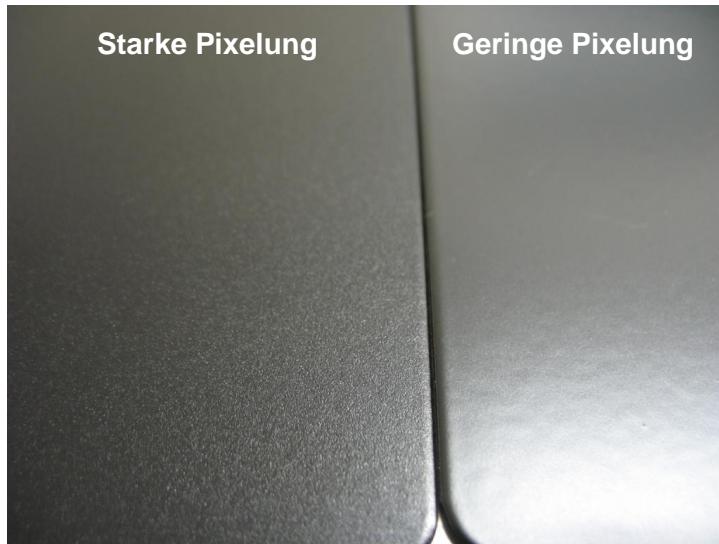


Abb. 3: Unterschied der Pixelung von Dry-Blend-Pulverlacken

Durch verschiedene Versuche konnte eine Bindemittelkombination in den einzelnen Pulverlacken festgelegt werden, welche eine sehr geringe Pixelung aufweist und somit eine homogene Oberfläche zeigt.

Eine weitere Herausforderung der Leuchtenhersteller war der sehr gute Verlauf des Dry-Blend-Pulverlackes. Dieser wird durch die Viskosität des Pulverlackes während dem Aufschmelzvorgang stark beeinflusst. Je niedriger die Viskosität (dünnflüssiger), umso besser der Verlauf. Bei einer zu geringen Viskosität beginnt der Pulverlack jedoch vom Werkstück zu fließen und bildet Tropfen an Kanten und Ecken.

Da die Reflexionseigenschaften des Pulverlackes bei der Entwicklung eine große Rolle spielten, musste eine geeignete Messmethode definiert werden. Zur Beurteilung der Reflexionseigenschaften der Pulverlacke wurde der diffuse Reflexionsgrad ( $\rho_{\text{dif}}$ ) gewählt, welcher den gesamten von der Oberfläche reflektierenden Lichtstrom berücksichtigt. Die Messung erfolgt nach DIN 5036 Teil 3 mit einer Ulbricht'schen Kugel, einem Leuchtmittel mit konstantem Lichtstrom bei 25 °C und einem kalibrierten Reflexionsnormal mit bekanntem Reflexionsgrad.



Es konnten zwei verschiedene Pulverlackqualitäten definiert werden.

Die Standard-Qualität für die reflexionsoptimierten Pulverlacke zeichnet sich durch sehr gute Reflexionseigenschaften und hohe optische Ansprüche bei einem sehr guten Preis-/Leistungsverhältnis aus. Der Verlauf ist hervorragend und die Pixelung wurde auf ein Minimum reduziert, wodurch nur durch sehr nahe Betrachtung erkannt werden kann, dass es sich um einen Dry-Blend-Pulverlack handelt. Außerdem zeigt er eine sehr gute Verarbeitung, auch bei geometrisch komplexen Teilen.

Für einen höchst möglichen Reflexionswert wurde eine zweite Pulverlack-Qualität definiert, bei der spezielle Bindemittel notwendig waren, um die Reflexion nochmals zu erhöhen. Auch diese Qualität entspricht den hohen optischen Anforderungen und zeigt eine sehr gute Verarbeitung. Aufgrund des höheren Preises der speziellen Bindemittel erhöht sich auch der Pulverlackpreis. In Abbildung 4 ist der Unterschied des Reflexionsgrades ( $\rho_{dif}$ ) von verschiedenen Pulverlacken sowie eines Spiegelreflektors, welcher in der Leuchtenindustrie verwendet wird, aufgezeigt.

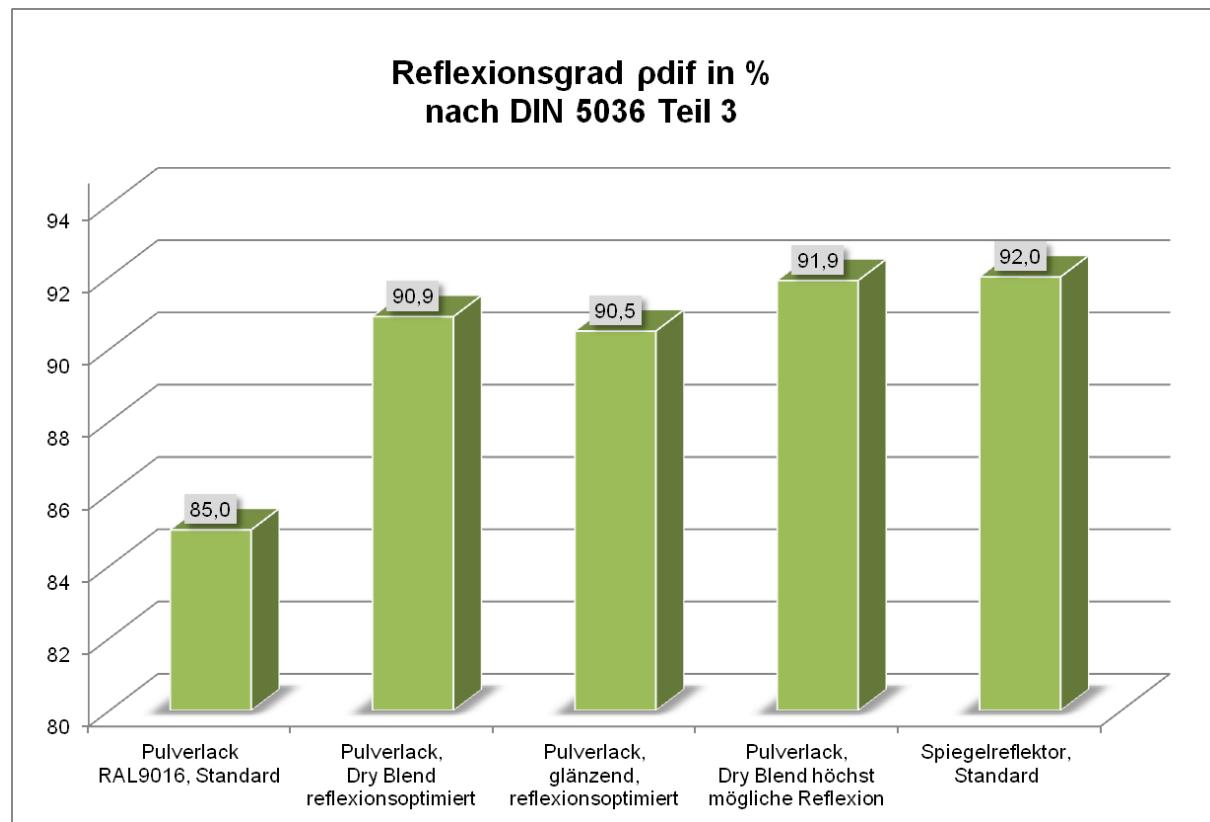


Abb. 4: Unterschiedlicher Reflexionsgrad von Pulverlacken

Der Einsatzbereich von reflexionsoptimierten Pulverlacken liegt besonders bei Leuchten, welche einen hohen Leuchtenbetriebswirkungsgrad aufweisen müssen. Weitere denkbare Einsatzgebiete der reflexionsoptimierten Pulverlacke sind Deckenplatten und Metallwände, wodurch ein helleres Erscheinungsbild von Räumen erzielt werden kann bzw. eine Reduktion der Leuchten bei gleichbleibend hellem Erscheinungsbild.



Zukünftig werden nicht nur Pulverlacke in niedrigen Glanzgraden und Dry-Blend-Optik zur Verfügung stehen, da die Entwicklungsergebnisse bereits auch auf glänzende Pulverlacke umgesetzt werden konnten. Lediglich am Farbton weiß muss bei reflexionsoptimierten Pulverlacken festgehalten werden, da andere Farbtöne bestimmte Wellenlängenbereiche des Lichts absorbieren.

### Der Autor:



Tobias Kehl  
Systemkoordinator Branchen  
Tel. +49 7707 151 284  
[t.kehl@freilacke.de](mailto:t.kehl@freilacke.de)