
Optimales Filterkonzept für Farbspritzkabinen: Die Voraussetzung für höchste Lackierqualität

Dipl. Ing. Jürgen Becker
Dipl. Ing. Markus Friedl

Präsentation anlässlich:
Internationaler Kongreß „Colors in Rome“,
06. - 08. Mai 2004, Rom

■ Einleitung

Ein altes, leider immer aktuelles Problem bei der Autolackierung sind Oberflächenstörungen durch Staubeinschlüsse. Sie sind vor allem ein optisches Ärgernis, können aber auch Ausgangspunkt für Korrosionsschäden sein. Da die Beseitigung dieser Schäden zeitaufwendig und damit teuer ist, sollte alles getan werden, um Staubeinschlüsse von vornherein zu vermeiden.

Neben anderen Faktoren spielt die Filtration der Zuluft eine entscheidende Rolle. Die angesaugte Frischluft enthält Staubpartikeln, die aufgrund ihrer Größe Lackschäden verursachen können.



■ Luftverschmutzung

Von großer Bedeutung für die Auslegung der Filtersysteme sind lufttechnische Parameter, wie Staubkonzentration und Korngrößenverteilung. Analysiert man die atmosphärischen Luftinhaltsstoffe in Bezug auf ihre Zusammensetzung und Teilchengröße, so erhält man typischerweise zwei Fraktionen:

- ▶ Der Bereich mit Teilchen unterhalb 5 μm
Die Stäube in diesem Korngrößenbereich stammen vor allem aus Verbrennungs- und anderen industriellen Prozessen. Als Hauptbestandteil findet man die Elemente Kohlenstoff (Ruß) und Schwefel (z. B. in Form von Sulfaten).
- ▶ Der Bereich mit Teilchen oberhalb 5 μm
Diese Stäube stammen überwiegend aus Erosionsprozessen der Erdrinde. Demgemäß findet man häufig die Elemente Silizium, Calcium, Aluminium und Eisen.

Der Anteil der einzelnen Staubfraktionen am Gesamtstaub ist von Ort zu Ort verschieden. In ländlich geprägten Gebieten besitzt der Staub eine andere Zusammensetzung als in industriellen Ballungsräumen. Hinzu kommt, dass die Staubzusammensetzung auch jahreszeitlichen und meteorologischen Einflüssen unterworfen ist.

Die Auswertung von in der Fachpresse veröffentlichten Da-

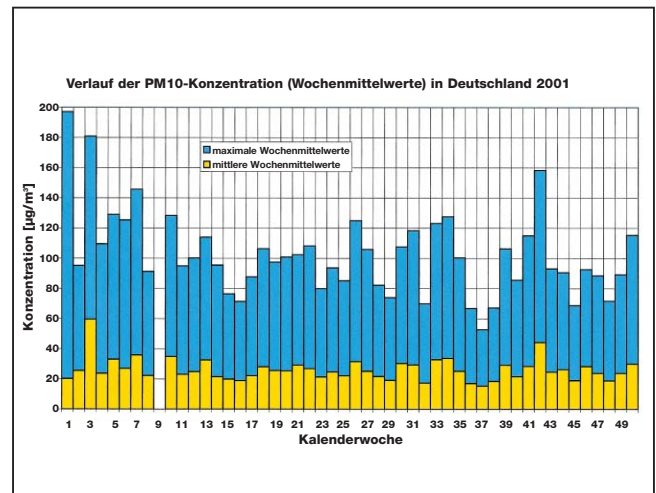


Abb. 1 Schwebstaubkonzentration in Deutschland in 2001

ten über die Immissionsbelastungen in Deutschland weisen bei der Schwebstaubkonzentration deutliche Schwankungen im Verlauf eines Jahres auf.

Saisonale Einflüsse werden besonders deutlich beim Auftreten von z.B. Sahara-Staub und starkem Pollenflug. Der Sandstaub, der in den oberen Luftschichten über tausende von Kilometern zu uns transportiert wird, besteht hauptsächlich aus den Elementen Silizium, Aluminium, Kalium, Calcium und Eisen. Sein Korngrößenspektrum umfasst den Bereich von etwa 50 μm bis unter 1 μm , wobei der Hauptanteil zwischen 20 und 5 μm liegt.

Auch Blütenstaub kann in so hohen Konzentrationen auftreten, dass sich auf allen Flächen, die der Umgebungsluft ausgesetzt sind, ein deutlich sichtbarer, gelber Belag bildet. Die rundlichen oder länglich-ovalen Pollenkörner sind je nach Herkunft zwischen 10 und 100 μm groß. Die Oberfläche ist meist artspezifisch ausgebildet (Wülste, Zäpfchen, Stacheln etc.).

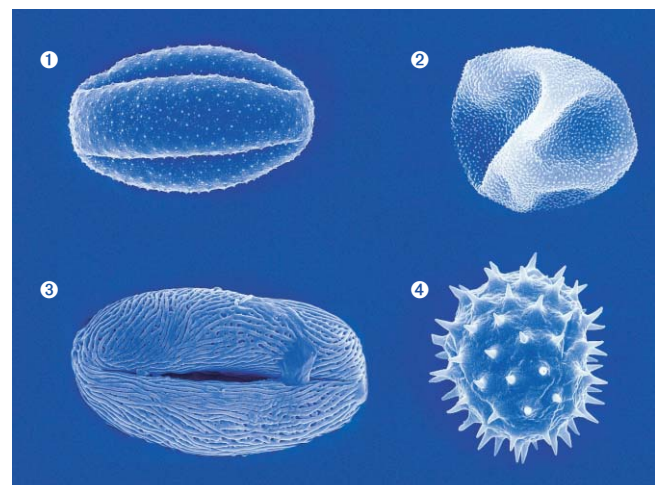


Abb. 2 REM-Aufnahmen von Blütenpollen
(1) Spitzwegerich, (2) Brennessel, (3) Distel, (4) Sonnenblume

Neben diesen meist überregionalen Luftverunreinigungen ist die Staubsituation direkt am Standort einer Spritzkabine ebenfalls von großer Bedeutung. Staubemittenten in direkter Nachbarschaft können bei entsprechender Windrichtung die Luftbelastung um ein Vielfaches erhöhen.

Aufgrund dieser vielfältigen und zahlreichen Einflussgrößen wird verständlich, dass nur eine gut durchdachte Filterkonzeption sicherstellen kann, dass auch bei kritischen Staubsituationen störungsfrei lackiert werden kann.

■ Anforderungen an die Zuluftfiltration

Um ein Eindringen von Lackierschäden verursachenden Staub- und Faserteilchen in die Lackierzone über den Luftweg mit Sicherheit zu verhindern, muss die Zuluft sowohl aus wirtschaftlichen Überlegungen als auch aus Sicherheitsgründen mindestens zweistufig (Vorfiltration, Deckenfiltration) filtriert werden.

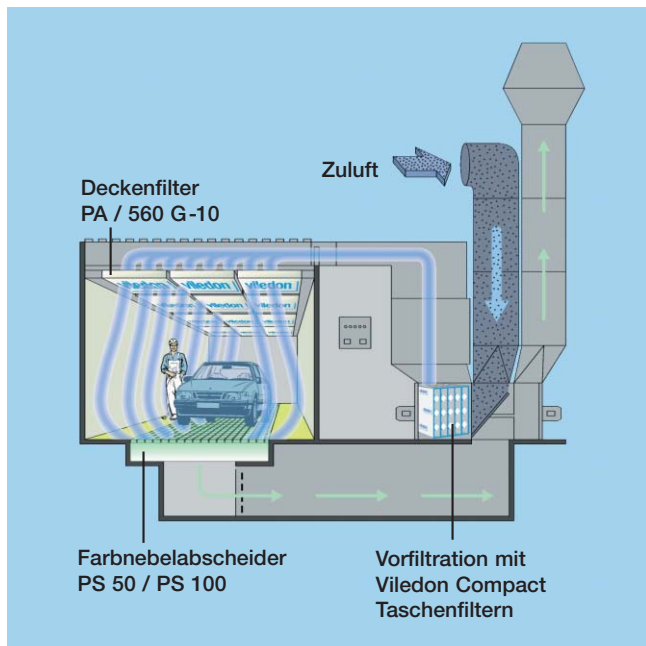


Abb. 3 Schematische Darstellung einer Reparaturkabine

■ Die Vorfiltration

Die Vorfilterstufe übernimmt die Aufgabe, die Hauptmasse des Staubes abzuscheiden. Die Luftkanäle werden so vor Verschmutzung weitestgehend geschützt und die Standzeit des in der Kabine eingesetzten Deckenfilters (Feinfilters) erhöht.

Häufig werden für die Vorfiltration Filtermattenzuschnitte verwendet. Diese werden in eine Aufnahmevorrichtung eingelegt, die meist wellen- oder zick-zack-förmig ausgebildet ist. Damit erreicht man eine Vergrößerung der Filterfläche bei gleichzeitig kompakter Bauweise. Diese Ausführung hat sich bei der Verwendung von Viledon Filtermatten der Filterklasse G3, z.B. PSB/275 S oder G4, z.B. P15/500 S, als eine wirtschaftliche Lösung bewährt. Die Viledon Filtermatten bestehen aus synthetisch-organischen Hochleistungsvliesstoffen und sind progressiv aufgebaut.

Progressiver Aufbau bedeutet, dass Faserschichten so hintereinander angeordnet sind, dass eine gleichmäßige Porositätsabnahme zur Reingasseite hin entsteht. Auf diese Weise werden eine höchstmögliche Abscheidung von schadenverursachenden Teilchen bei günstigstem Druckdifferenzverlauf und ein hohes Staubspeichervermögen erreicht.

Bei neu konzipierten Spritzkabinen wird im Vorfilterbereich zunehmend Taschenfiltern der Vorzug gegeben. Im Vergleich zu den Filtermatten haben die Taschenfilter eine we-

sentlich größere Filterfläche. Daraus resultiert eine höhere Staubspeicherkapazität und somit auch eine längere Standzeit. Dadurch kann der Einsatz von Taschenfiltern die Wechselintervalle deutlich verlängern, was sich günstig auf die Wartungs- und Filterwechselkosten auswirkt. Für die Vorfiltration werden Taschenfilter der Filterklasse G3, z.B. Viledon Compact G 35 S oder G4, z.B. Viledon Compact F 45 S empfohlen.

Die Viledon Taschenfilter bestehen aus synthetisch-organischen Hochleistungsvliesstoffen mit progressivem Aufbau. Die Taschen sind leckfrei verschweißt und in einen Kunststoffrahmen eingeschäumt. Die Eigenstabilität der Filtertaschen verhindert bei Wechsellasten ein Abknicken der Taschen und einen damit verbundenen Durchbruch von bereits abgeschiedenen Staubteilchen. Nachgeschaltete Aggregate werden dadurch wirkungsvoll vor Verschmutzung geschützt.

Alle in der Vorfiltration eingesetzten Filtermatten oder Taschenfilter sollten nach EN 779 typgeprüft sein. Dies bedeutet, dass der Filterhersteller sich verpflichtet, die Luftfilter-Produkte in gleich bleibender und dem Prüfzeugnis entsprechender Qualität herzustellen und zu liefern.



Abb. 4 Viledon Filtermatte P 15/500 S und Viledon Compact Taschenfilter F 45 S

■ Die Deckenfiltration

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Lackierobjekt kommt dem Deckenfilter in der Kabine die entscheidende Bedeutung für eine optimale Filtration zu. Er muss prinzipiell zwei Aufgaben erfüllen:

- ▶ Feinfiltration der über die Vorfilter schon vorgereinigten Zuluft. Das heißt, sicheres Abscheiden und dauerhaftes Festhalten von Staubteilchen, die das Vorfilter passiert haben und die ihrer Größe und Struktur nach Lackierschäden verursachen können.
- ▶ Gleichmäßige Luftverteilung und Luftführung innerhalb der Lackierkabine. Das heißt, Gewährleistung einer möglichst turbulenzfreien Belüftung mit dem Ziel, das zu lackierende Objekt störungsfrei mit filtrierter Luft zu umströmen.

In Spritzkabinen sind Viledon Deckenfilter der Filterklasse F5, z.B. PA/500-10, PA/560 G-10 oder Filterklasse F6, z.B. PA-5 micron wegen ihrer Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zum Stand der Technik geworden. Diese bestehen aus synthetisch-organischen Fasern und sind zur Optimierung der Staubspeicherfähigkeit und des Abscheidegrades ebenfalls progressiv aufgebaut.



Abb. 5 Viledon Deckenfilter PA-5 micron

Das dauerhafte Festhalten von bereits abgeschiedenen Staubteilchen während der gesamten Betriebszeit erfordert eine spezielle Ausrüstung des Deckenfilters. Es genügt nicht, nur die äußere Oberfläche eines Deckenfilters mit einer Haftsubstanz zu besprühen. Aufgrund der geringen Eindringtiefe beim Sprühverfahren verfügen diese Faserschichten nur über eine geringe Staubbindekapazität. Schon nach relativ kurzer Zeit ist diese durch Staubteilchen abgesättigt und rieselfähiger Grobstaub kann ungehindert das Filtermedium durchdringen.

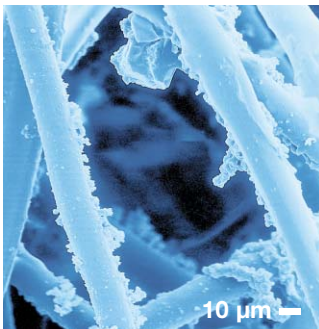


Abb. 6 Haftaktiv ausgerüstete Fasern mit zurückgehaltenen Staubpartikeln

Die wirkungsvollste, allerdings auch aufwendigere Ausrüstungsmethode arbeitet nach dem Imprägnier-Verfahren. Dieses Verfahren stellt sicher, dass jede einzelne Faser haftaktiv ausgerüstet ist. Somit wird die maximale Staubbindekapazität erreicht, die für die Sicherheit beim Lackierprozess erforderlich ist.

Zur sicheren und wirtschaftlichen Auslegung der Deckenfiltration muss eine Grenzpartikelgröße definiert werden. Das ist die Partikelgröße, ab der mit sichtbaren Oberflächenstörungen sowie mit erforderlich werdender Nacharbeit gerechnet werden muss. Aufgrund der langjährigen Zusammenarbeit mit Anwendern, Lacklieferanten und Spritzkabinenherstellern sowie der Auswertung von zahlreichen Lackmusterblechen ist bekannt, dass abhängig vom verwendeten Lacksystem, Teilchen oberhalb einer Größe von 10 bzw. 5 µm zu sichtbaren Lackeinschlüssen führen.

Aus diesem Grund müssen in der Decke einer Lackierkabine Filter eingesetzt werden, die eine praktisch 100%ige Abscheidung dieser Teilchengrößen gewährleisten. Während die beiden Viledon Deckenfilter PA/500-10 und PA/560 G-10 (F5) dies für die 10 µm Partikeln sicherstellen, werden 5 µm große Teilchen von der Viledon PA-5 micron (F6) praktisch zu 100% zurückgehalten. Damit diese Filterleistung überprüft werden kann, wurde eigens der Viledon Rieseltest entwickelt.

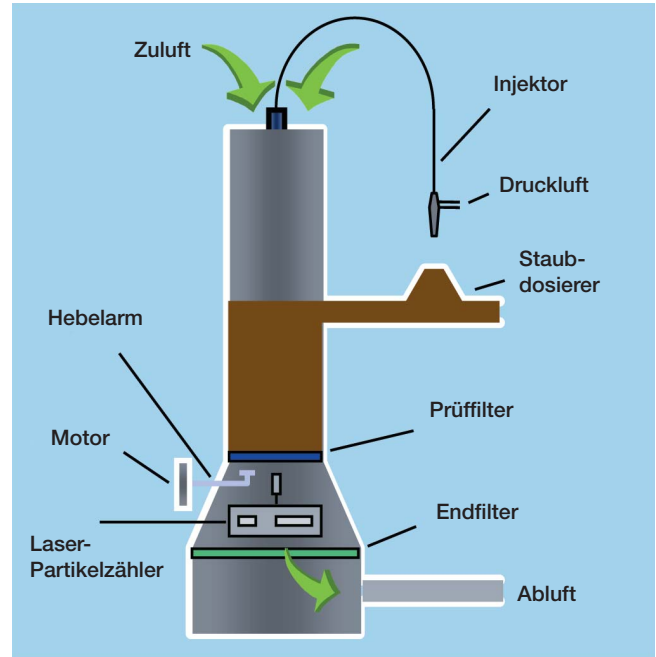


Abb. 7 Filterprüfstand für Rieseltest

■ Der Viledon Rieseltest

In Spritzkabinen sind die Deckenfilter durch das ständige Vibrieren der Anlage fortwährend Wechselkräften ausgesetzt, die tendenziell die Ablösung des abgeschiedenen Staubes vom Filter begünstigen.

Die Prüfung nach EN 779 erlaubt keine Bewertung eines Filtermediums hinsichtlich seiner speziellen Eignung als Deckenfilter in einer Spritzkabine. Dies hängt primär damit zusammen, dass der synthetische Teststaub nach o.g. Norm aufgrund seines Ruß-Bestandteiles (23 %) einen äußerst gut haftenden Staub darstellt. Ein Hindurchrieseln von Staubteilchen ist deshalb von vornherein nicht zu erwarten.

Für den Labortest ist es deshalb erforderlich, auf einen Teststaub zurückzugreifen, der zum einen haftunfreundlich und zum anderen auch im relevanten Korngrößenbereich liegt. Besonders geeignet ist ein genormter Staub, der aus Aluminiumoxid besteht und zur Herstellung von Schleifmaterialien eingesetzt wird. Je nach Typ (grob, fein) liegt der Korngrößenbereich zwischen 10 und 35 µm bzw. 2 und 13 µm.

Im eigentlichen Filterprüfstand wird der Filterprüfling wie in der Praxis waagrecht eingebaut und mit dem Staub beaufschlagt. Die Staubkonzentration liegt bei ca. 18 mg/m³ und damit etwa um den Faktor 500 bis 1.000 über den Werten in der Praxis. Dadurch ist gewährleistet, dass auf der Rohgasseite hinreichend viele Partikeln vorhanden sind, um ein Filtermedium hinsichtlich seines Abscheidegrades sicher beurteilen zu können. Mechanische Erschütterungen des Filtermediums - wie sie in der Praxis beispielsweise durch Vibrationen der Filterdecke entstehen - werden durch einen motorgetriebenen Hebelarm an der Unterseite des Prüffilters simuliert. Mittels eines Laser-Partikelzählers wird die durch das Filtermedium hindurchtretende Partikelanzahl bestimmt.

Um beste Lackierergebnisse zu erhalten, muss das Filtermaterial, welches in der Decke einer Lackierkabine eingesetzt werden soll, die Rieseltestklasse SO erreichen; dies

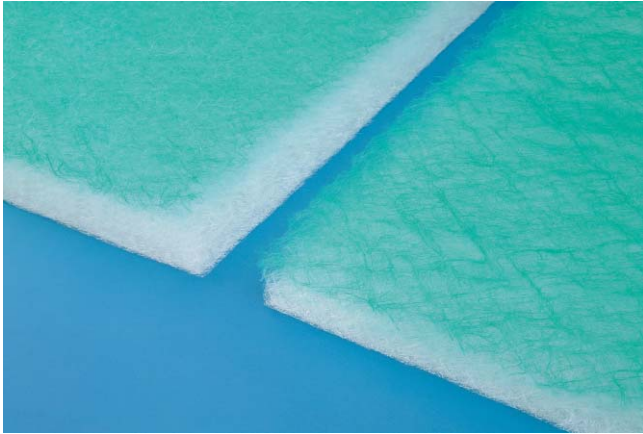


Abb. 8 Viledon Farbnebelabscheider PS 50 / PS 100

bedeutet, es dürfen beim Rieseltest nicht mehr als 10 Teilchen pro m³ Luft mit einem Partikeldurchmesser > 10 µm unter dem Filter PA/560 G-10 gefunden werden. Bei PA-5 micron gilt dieser Grenzwert für Partikeln > 5 µm.

■ Abluftfiltration

Eine hochwertige Filtration der Abluft von Farbspritzkabinen übernehmen die Farbnebelabscheider der Typen PS 50 und PS 100. Die Type PS 100 ist für den Einsatz in Anlagen mit Wärmerückgewinnungssystemen besonders geeignet.

Die Farbnebelabscheider bestehen aus formelastischem Glasfasermedium mit progressivem Aufbau, d.h. offen strukturierte Anströmseite (grün) und zunehmende Faserdichte zur Reinluftseite (weiß) hin.

Die Filter sind nach DIN 4102 unbrennbar.

Um die nach dem Farbnebelabscheider geschalteten Aggregat zu schützen, wird die Installation einer zusätzlichen Filterstufe mit Taschenfiltern der Filterklasse G3 oder G4 empfohlen.

■ Viledon Produktübersicht

Vorfiltration	Filtermatte	PSB/275 S	G3
	Filtermatte	P15/350 S	G3
	Taschenfilter	G 35 S	G3
	Filtermatte	PSB/290 S	G4
	Filtermatte	P15/500 S	G4
Deckenfiltration	Taschenfilter	F 45 S	G4
	Filtermatte	PA/500-10	F5
	Filtermatte	PA/560 G-10	F5
Abluftfiltration	Filtermatte	PA-5 micron	F6
	Farbnebelabscheider	PS 50, PS 100	

■ Weitere technologische Anforderungen an die Filter

Neben der filtertechnischen Eignung muss das Filtersystem noch weitere Anforderungen erfüllen, damit ein problemloses Betriebsverhalten und ein störungsfreies Lackieren gewährleistet ist.

▶ Temperaturstabilität:

Bis zu einer Temperatur von 100°C darf die haftaktive Ausrüstung in ihrer Wirkung nicht beeinträchtigt werden (Temperaturspitzen bis max. 120 °C).

▶ Lagerstabilität:

Auch nach mehrjähriger Lagerung muss eine uneingeschränkte Verwendbarkeit gewährleistet sein.

▶ Beständigkeit gegenüber Lösemitteln:

Hohe Lösemittelkonzentrationen (Umluftfahrweise beim Trocknungsprozess) dürfen sich nicht negativ auf das Abscheideverhalten auswirken.

▶ Absolut silikonfreies Filtermaterial (keine Krater)

Der Einsatz bzw. die lacktechnische Freigabe bei Automobilfirmen gibt eine Orientierungshilfe (auch wenn im Reparaturbereich andere Lacksysteme verwendet werden).

▶ Vollständige Einbindung der Einzelfaser in den Faserverbund des Filtermaterials (keine Faserabgabe).

▶ Ausschließliche Verwendung von bruch sicheren, synthetisch-organischen Fasern (kein Faserbruch).

▶ Hygienetechnische Anforderungen gemäß VDI 6022

Gemäß den Anforderungen der VDI 6022 Blatt 3 dürfen die eingesetzten Filter nicht als Nährboden für Mikroorganismen wirken. In den branchenspezifischen Anforderungen der Richtlinie werden für Reparaturkabinen in der Vorfilterstufe Filter der Filterklasse G3 bzw. G4 und als Deckenfilter F5 bzw. F6 empfohlen.

Viledon Filter für Lackierkabinen erfüllen all diese Anforderungen und stellen damit ein optimales Filterkonzept für höchste Lackierqualität dar.

Für die Richtigkeit der Angaben und deren Übertragbarkeit bedarf es im Einzelfall unserer ausdrücklichen, schriftlichen Bestätigung. Stand: November 2004

Freudenberg Filtration Technologies KG
69465 Weinheim/Germany
Tel. (06201) 80-6264 | Fax (06201) 88-6299
viledon@freudenberg-filter.com | www.viledon-filter.de

