

Auftraggeber

HAAS Kunststofftechnik GmbH & Co. KG  
Am Wolfsgestell 22  
D – 56477 Rennerod

Bearbeiter: Ralf Schmitt  
Hubertus Zöge  
Unser Zeichen: 111/rs-zö  
Tel. 0261/8085-222  
Fax 0261/8085-113  
Mail ralf.schmitt@de.tuv.com  
hubertus.zoege@de.tuv.com

Koblenz, 19.08.2010

Kunden-Nr.: 3165735

## **Begutachtung von Vorabscheidern aus PE-HD in Absauganlagen von Lackieranlagen**

Auftraggeber : HAAS Kunststofftechnik GmbH & Co. KG  
Am Wolfsgestell 22  
D – 56477 Rennerod

Gegenstand der Begutachtung : Vorabscheider in Absauganlagen von Lackieranlagen  
- Standard „Typ BSK I“  
Komfort „Typ BSK II“

TÜV-Auftrags-Nr. : 10431585

Begutachtende Stelle : TÜV Rheinland Industrie Service GmbH  
Zugelassene Überwachungsstelle

Gutachter : Dipl.-Ing. (FH) Schmitt  
Dipl.-Ing. Zöge

Untersuchungszeitraum : 06 / 2010 – 08 /2010

Erstelldatum : 19.08.2010

Seitenzahl : 9

Verteiler : Auftraggeber  
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH,  
Hans-Böckler-Straße 6, 56070 Koblenz

TÜV Rheinland  
Industrie Service GmbH

Hans-Böckler-Str. 6  
56070 Koblenz

Tel +49 261/80 85 222  
Fax +49 261/80 85 113  
Mail is-koblenz@  
de.tuv.com  
Web www.tuv.com

Geschäftsführung  
Dr.-Ing. Frank Voßloh  
(Sprecher)  
Eckhard Lippold

Vorsitzender des  
Aufsichtsrates  
Friedrich Hecker

Köln HRB 26876

www.tuv.com

## Inhaltsverzeichnis

2. Einleitung .....	3
3. Grundlagen .....	3
4. Messungen .....	4
7. Anlagen .....	8
7.1 Literaturverzeichnis.....	8
7.2 Begriffsbestimmungen .....	8

## 1. Aufgabenstellung

Die HAAS Kunststofftechnik GmbH & Co. KG, Rennerod, beauftragte die TÜV Rheinland Industrie Service GmbH mit der Begutachtung eines Vorabscheiders aus PE-HD in Absauganlagen von Lackieranlagen. Bei der Begutachtung sollte eine Bewertung der Abscheider hinsichtlich ihrer Aufladbarkeit und des Oberflächenwiderstandes durchgeführt werden, mit dem Ziel, eine Aussage bezüglich möglicher Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung treffen zu können. Weiterhin sollten Aussagen zum Brandverhalten und zur Beständigkeit des eingesetzten PE-HD für die Bauteile der Abscheider getroffen werden.

Es werden nur die Teile hier beurteilt, welche stetig im Abluftstrom liegen und unter der Voraussetzung, dass es keine Kunststoffteile gibt, welche außerhalb des Luftstromes liegen oder in einer Zone 1.

## 2. Einleitung

Eine durch Kaskaden zwangsgeführte Abluft wird durch den Vorabscheider geführt, welcher der Zone 2 zu zu-rechnen ist. Durch die Zwangsführung wird ein direktes Besprühen des Filtervlieses mit Farbnebel verhindert bzw. stark eingeschränkt. Der Farbnebel wird durch die Anhaftung auf dem Vorabscheider zurückgehalten. Für die Abscheider werden Kunststoffe eingesetzt, für welche die Farbpartikel nur eine geringe Haftung besit-zen. Angetrocknete Farbschichten können vom Vorabscheider bei Reinigungsarbeiten leicht abgezogen werden.

Als Grundlage für eine Bewertungen wurde die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) TRBS 2153 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ herangezogen.

An den Abscheidern wurden verschiedene Messungen und Untersuchungen durchgeführt, sowie zusätzliche Maßnahmen festgelegt.

## 3. Grundlagen

Die TRBS 2152-3 fordert: In explosionsgefährdeten Bereichen sind zu vermeiden:

- in Zone 2 und 22: Zündquellen, die ständig oder häufig auftreten können,
- in Zone 1 und 21: neben den für Zone 2 bzw. 22 genannten Zündquellen auch Zündquellen, die gelegentlich auftreten können, z. B. bei vorhersehbaren Störungen eines Arbeitsmittels.

Gegenstände oder Einrichtungen dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nach der oben genannten Maßga-be nicht gefährlich aufgeladen werden.

Derartige Gegenstände oder Einrichtungen sind z. B. Rohre, Behälter, Folien, Anlagen- und Apparate-teile, ein-schließlich eventueller Beschichtungen oder Auskleidungen, aber auch textile Gegenstände.

Gegenstände aus isolierenden Materialien können durch Reiben oder infolge betrieblicher Vorgänge aufgeladen werden.

Beim Verspritzen oder Versprühen von Flüssiglacken oder Pulverlacken sowie beim Beflocken werden Sprüh-wolken von Tröpfchen oder Feststoffteilchen erzeugt, welche in aller Regel elektrostatisch aufgeladen sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn zusätzlich eine Aufladung durch Hochspannung oder triboelektrisch gewollt er-zeugt wird.

Da die Sprühwolken oft aus brennbaren Stoffen bestehen, wird durch das Versprühen eine explosionsfähige Atmosphäre erzeugt, sodass bei Vorliegen unzulässig hoher elektrostatischer Aufladungen eine Zündgefahr be-steht. In diesem Fall sind Maßnahmen erforderlich.

Da gefährliche Aufladungen beim Umgang mit isolierenden Gegenständen oder Einrichtungen prinzipiell möglich sind, müssen nach der TRBS 2153 in explosionsgefährdeten Bereichen Explosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

Die Anforderungen sind:

- Isolierende Gegenstände oder Einrichtungen dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nur benutzt werden, wenn gefährliche Aufladungen vermieden sind: in der Zone 1 auch bei Betriebsstörungen, mit denen üblicherweise zu rechnen ist, oder bei Wartung und Reinigung, in der Zone 2 bei bestimmungsgemäßem Betrieb.

Zündgefahren sind in den Zonen 1 oder 2 nicht zu erwarten, wenn

- die Größe der Fläche eines Gegenstandes oder seine Abmessung auf die Höchstwerte der nachfolgenden Tabelle beschränkt ist,

Zone	Oberfläche [cm <sup>2</sup> ] in Explosionsgruppen		
	IIA	IIB	IIC
0	50	25	4
1	100	100	20
2	Maßnahmen nur erforderlich, wenn erfahrungsgemäß zündwirksame Entladungen auftreten.		

- eine gefährliche Aufladung durch betriebliche Vorgänge nicht zu erwarten ist, oder

- ein experimenteller Nachweis vorliegt, dass mit gefährlichen Aufladungen nicht zu rechnen ist.
- Dies ist z.B. der Fall, wenn der Gegenstand als ableitfähig einzustufen ist oder die von einem Gegenstand maximal übertragene Ladung die folgende Werte nicht überschreitet

60 nC für die Explosionsgruppe IIA  
30 nC für die Explosionsgruppe IIB

Ableitfähig ist ein Gegenstand oder eine Einrichtung mit einem Oberflächenwiderstand zwischen  $10^4 \Omega$  und  $10^9 \Omega$ , gemessen bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte oder mit einem Oberflächenwiderstand zwischen  $10^4 \Omega$  und  $10^{11} \Omega$ , gemessen bei 23 °C und 30 % relativer Luftfeuchte.

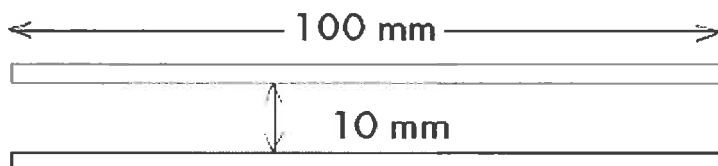
#### 4. Messungen

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

##### 4.1 Oberflächenwiderstand

Oberflächenwiderstand  $R_0$  ist der elektrische Widerstand gemessen auf der Oberfläche eines Gegenstandes. Er wird zwischen zwei parallelen Elektroden geringer Breite und jeweils 100 mm Länge, die 10 mm auseinander liegen und mit der zu messenden Oberfläche Kontakt haben, gemessen.

Die Messspannung beträgt 100 V. Der Oberflächenwiderstand wird in  $\Omega$  angegeben.



Das Ergebnis der Messung hat ergeben, dass das verwendete Material als nicht ableitfähig einzustufen ist. Die Messung wird durch die technischen Angaben des Herstellers des Kunststoffes bestätigt.

#### 4.2 Messung der Feldstärke mit einer Feldmühle

Die Feldmühle misst elektrische Felder, und somit bei bekanntem Abstand das Potential, die Spannung des Messobjekts, ohne dem Messobjekt Energie zu entziehen. Im Prinzip stellt die Feldmühle einen veränderlichen Kondensator dar, der auf eine konstante Spannung, nämlich die zu messende Spannung aufgeladen ist. Die veränderte Kapazität bewirkt eine veränderte Ladung, und die Ladungsdifferenz zum vorherigen Zustand veranlasst einen Wechselstrom durch den an die Messkapazität angeschlossenen Messverstärker. Dieser Messstrom ist der Kapazitätsänderung und der Kondensatorspannung proportional, und da die Kapazitätsänderung konstruktiv konstant bleibt ist der Messstrom ein Maß für die angelegte Spannung.

$$U = E \cdot d$$

U Spannung  
E Feldstärke  
d Abstand

Am Vorabscheider wurde drei Messungen durchgeführt:

1. Messung bei ausgeschalteter Lüftung ohne Spritzvorgang
2. Messung mit eingeschalteter Lüftung ohne Spritzvorgang
3. Messung mit eingeschalteter Lüftung und Spritzvorgang

Die Messungen wurden in einem Abstand von 30 cm zum Abscheider durchgeführt. Die Strömungsgeschwindigkeit der Abluft betrug ca. 4 m/s.

Für die Messung wurde das Influenz-Elektrofeldmeter EMF 58 der Firma eltex verwendet.

Folgende Werte wurden gemessen, die unter Berücksichtigung des Abstandes zu den Ergebnissen führt.

Messung	Messwert	Ergebnis
1	-14 kV/m	-4,2 kV
2	-20kV/m	-6kV
3	20kV/m	6kV

Das Ergebnis zeigt, dass keine kritischen Aufladungen vorhanden sind.

#### 4.3 Messung der übertragenen Ladung

Die Messung erfolgte mit einem Coulombmeter, Typ: HMG 11/02 der Firma Schnier-Elektrostatik GmbH, Seriennummer 8102600174. Dabei wurde die Aufladung unter realen Einsatzbedingungen gemessen. Hierzu wurde der Abscheider in einem Zeitraum von 5 min mit Lack besprüht.

Anschließend wurde die Kugelelektrode des Coulombmeters der aufgeladenen Fläche genähert, bis eine einzige Büschelentladung hörbar übersprang. Daraufhin wurde das Coulombmeter aus dem verbleibenden elektrischen Feld gezogen, der angezeigte Wert in nC abgelesen und mit den zulässigen Grenzwerten verglichen.

Die Messwerte lagen unter 5 nC, Ein ausreichender Sicherheitsabstand zu den in der TRBS 2153 angegebenen Grenzwerten von 30 nC für Stoffe mit der Explosionsgruppe IIB und 60 nC für Stoffe mit IIA ist gegeben.

## **5. Einsatz von PE-HD für die Bauteile der Vorabscheider**

### **5.1 Herstellung der Bauteile der Vorabscheider**

Die Bauteile der Vorabscheider werden aus PE-HD – Platten, Halbrohren und Profilen hergestellt. Diese Materialien werden gemäß der DVS Merkblätter und -Richtlinien „Fügen von Kunststoffen“ miteinander verschweißt. Entsprechende Schweißerprüfungen liegen bei der HAAS Kunststofftechnik GmbH & Co. KG, Rennerod, vor.

### **5.2 Brandverhalten von PE-HD**

Die Vorabscheider, Spritzwände, Kleinspritzstände und Absaugtische werden aus dem Kunststoff PE-HD hergestellt.

In den technischen Datenblättern der Hersteller des PE-HD wird dieser Werkstoff hinsichtlich des Brandverhaltens gemäß DIN 4102 in die Baustoffklasse B2 „normalentflammbare Baustoffe“ eingestuft.

### **5.3 Beständigkeit der Vorabscheider aus PE-HD**

Polyethylen (PE) ist ein Kunststoff, der in die Gruppe der teilkristallinen Thermoplasten eingestuft wird. PE zählt zu den unpolaren Werkstoffen und ist daher in den üblichen Lösungsmitteln nicht löslich und außerdem kaum quellbar.

Aus diesem Grund ist weder beim Einsatz von Lösemittellacken noch beim Einsatz von Wasserlacken damit zu rechnen, dass die eingesetzte Lacke den Vorabscheider, die Kleinspritzstände, Spritzwände oder Absaugtische aus PE beschädigen.

Die Bauteile der Abscheider aus PE-HD können in einem Temperaturbereich von – 40 °C bis + 80 °C eingesetzt werden.

Die sich an den PE-HD-Bauteilen ablagernden Lackreste lassen sich in der Regel im angetrockneten Zustand einfach entfernen und als Feststoffe entsorgen.

## **6. Zusammenfassung**

Die Messungen der Oberflächenwiderstände, Feldstärke und übertragenen Ladung zeigen, dass mit gefährlichen Aufladungen unter betriebsüblichen Bedingungen nicht häufig und nicht ständig zu rechnen ist, und erlauben damit einen Einsatz des Abscheiders in einer Zone 2 unter Beachtung der nachfolgenden Maßnahmen.

Folgende Maßnahmen sind einzuhalten für den Einsatz in Zone 2:

1. Alle leitfähigen Gegenstände im Arbeitsbereich, wie z.B. Spritzpistolen, Werkstücke, Metalloberflächen in der Nähe, sind zu erden.
2. Das Abziehen der Lackschicht darf nur erfolgen, wenn zuvor sichergestellt wurde, dass keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist.
3. Das Reinigen der Abscheider darf nur erfolgen, wenn zuvor sichergestellt wurde, dass keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist.
4. Bei Reinigung nur mit Wasser abspülen oder mit wasserfeuchten Tüchern abreiben. Das Reinigen mit Hochdruckstrahlen hat außerhalb der Lackierkabine zu erfolgen.
5. Während des Spritzens ist ein Abstand von 0,5 m von Personen und Gegenständen zu dem Abscheider einzuhalten.

6. Für die Verwendung der Abscheider in der Bodenabsaugung ist sicher zu stellen, dass die Personen die sich hierauf befinden elektrostatisch ableitfähige Schuhe und Handschuhe tragen, die Schläuche von Druckluft Lackversorgung usw. müssen elektrostatisch ableitfähig ausgeführt sein. Weiterhin ist sicher zu stellen, dass es auf der Oberfläche keine Aufladungen infolge von Reibvorgänge kommt.

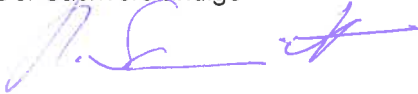
Der Einsatz des Abscheiders in einer Zone 1 ist aufgrund der Überschreitung der Flächenbegrenzungen der nicht elektrostatisch ableitfähigen Oberfläche und der dieser Beurteilung zugrunde liegenden nicht Standardmessmethoden, z.B. nach DIN EN 60079-0:2010 entsprechenden Messungen der Ladungsübertragung, nicht zulässig. Weiterhin ist der Einsatz in Anlagen mit elektrostatischer Beschichtung nicht gestattet.

Koblenz, 19.08.2010

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH  
Geschäftsfeld Arbeitsschutz und Elektrotechnik

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH  
Geschäftsfeld Anlagensicherheit

Der Sachverständige



Dipl.-Ing. (FH) Schmitt

Der Sachverständige



Dipl.-Ing. Zöge

f.d.R. Dipl.-Ing. (FH) Berresheim

## 7. Anlagen

### 7.1 Literaturverzeichnis

- [1] TRBS 2153 Technische Regel Betriebssicherheit Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

### 7.2 Begriffsbestimmungen

Stoffe sind Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe, mit denen im Betrieb umgegangen wird.

Durchgangswiderstand  $R$  ist der elektrische Widerstand eines Stoffes, Materials oder Gegenstandes ohne den Oberflächenwiderstand. Der Durchgangswiderstand und der spezifische Widerstand werden in  $\Omega$  bzw.  $\Omega\text{m}$  angegeben.

Spezifischer Widerstand  $\rho$  ist der elektrische Widerstand eines Stoffes oder Materials gemessen an einer Probe der Einheitslänge und der Einheitsquerschnittsfläche.

Hinweis:

Der spezifische Widerstand wird oft auch spezifischer Durchgangswiderstand genannt und in  $\Omega\text{m}$  angegeben.

Oberflächenwiderstand  $R_O$  ist der elektrische Widerstand gemessen auf der Oberfläche eines Gegenstandes. Er wird zwischen zwei parallelen Elektroden geringer Breite und jeweils 100 mm Länge, die 10 mm auseinander liegen und mit der zu messenden Oberfläche Kontakt haben, gemessen. Die Messspannung beträgt 100 V. Der Oberflächenwiderstand wird in  $\Omega$  angegeben.

Ableitwiderstand  $R_E$  eines Gegenstandes ist sein elektrischer Widerstand gegen Erdpotenzial, oft Erde genannt. Der Ableitwiderstand wird in  $\Omega$  angegeben.

Der Ableitwiderstand hängt unter anderem vom spezifischen

Widerstand, vom – gegebenenfalls spezifischen – Oberflächenwiderstand der Materialien sowie vom Abstand zwischen den gewählten Messpunkten und Erde ab. Dieser Widerstand wird häufig auch Erdableitwiderstand  $R_E$  genannt.

Leitfähigkeit  $\kappa$  ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes. Die Leitfähigkeit wird in  $\text{S/m}$  angegeben.

Leitfähig ist ein Stoff oder Material mit einem spezifischen Widerstand  $\rho \leq 10^4 \Omega\text{m}$ . Leitfähig ist ein Stoff oder Material auch, wenn sein Oberflächenwiderstand  $R_O \leq 10^4 \Omega$  beträgt.

Leiter sind Gegenstände oder Einrichtungen aus leitfähigen Materialien.

Ableitfähig ist

- ein Stoff oder ein Material mit einem spezifischen Widerstand von mehr als  $10^4 \Omega\text{m}$  und weniger als  $10^9 \Omega\text{m}$  oder
- ein Gegenstand oder eine Einrichtung
- mit einem Oberflächenwiderstand zwischen  $10^4 \Omega$  und  $10^9 \Omega$ , gemessen bei  $23^\circ\text{C}$  und 50 % relativer Luftfeuchte

Isolierend sind Stoffe oder Materialien, die weder leitfähig noch ableitfähig sind.

Geerdet im elektrostatischen Sinne sind leitfähige Gegenstände, Flüssigkeiten und Schüttgüter mit einem Ableitwiderstand  $R_E < 10^6 \Omega$  und Personen mit einem Ableitwiderstand  $R_E < 10^8 \Omega$ .

Aufladbar sind isolierende Stoffe sowie Gegenstände und Einrichtungen aus isolierenden Materialien.

Aufladbar sind auch nicht mit Erde verbundene leitfähige oder ableitfähige Gegenstände und Einrichtungen.



Explosionsgefährdeter Bereich ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Ein Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre nicht in einer solchen Menge zu erwarten ist, dass besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden, gilt nicht als explosionsgefährdeter Bereich.

Mindestzündenergie (MZE) ist die unter festgelegten Versuchsbedingungen ermittelte kleinste, in einem Kondensator gespeicherte elektrische Energie, die bei Entladung ausreicht, das zündwilligste Gemisch einer explosionsfähigen Atmosphäre zu entzünden.

Explosionsgruppen I und II unterscheiden Stoffe mit dem Ziel, geeignete Geräte und Einrichtungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen auszuwählen.

Gruppe IIA: einige Gase und organische Flüssigkeiten, wie z. B. Aceton, Benzin, Toluol  
Gruppe IIB: z. B. Ethen, Ethylenoxid, Diethylether  
Gruppe IIC: z. B. Acetylen, Wasserstoff, Schwefelkohlenstoff

Stark ladungserzeugender Prozess ist ein Vorgang, bei dem im Vergleich zur Ladungsableitung hohe Ladungsmengen pro Zeit erzeugt werden und sich ansammeln können.

Gefährliche Aufladung ist eine elektrostatische Aufladung, die bei ihrer Entladung die zu erwartende explosionsfähige Atmosphäre entzünden kann.