

# Durchsicht im Ex-Bereich

Explosionsschutz im Glasanlagenbau



Um einen Potenzialausgleich zu erreichen, reicht meist das Einklemmen eines durchgehenden Edelstahldrahts.

**Guter Rat ist teuer:** Beim Betrieb chemischer Anlagen ist das Vermeiden einer explosionsfähigen Atmosphäre in und um eine Anlage nicht immer möglich. Um dennoch Anlagen in solchen Bereichen, auch Zonen genannt, sicher betreiben zu können, unternehmen Produzenten erhebliche Anstrengungen, um Zündquellen zu vermeiden. Die Auflagen hierfür werden von Richtlinien der Europäischen Union vorgegeben, die national umzusetzen sind. Für die Genehmigung einer Anlage sind Auflagen, sowohl vom Hersteller (Atex 114, Richtlinie 2014/34/EU) als auch vom Betreiber (Atex 137, Atex-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG), einzuhalten.

## Hersteller und Betreiber in der Pflicht

Hersteller fertigen Anlagen entsprechend dem aktuellen Produktsicherheitsgesetz. Basierend auf den, vom Betreiber nach Atex 137 inner- und außerhalb der Anlage

zu definierenden Zonen, rüstet er die Anlage entsprechend Atex 114 aus und erstellt die korrespondierende Dokumentation. Diese erfolgt im Rahmen der Anlagen-dokumentation, jedoch nicht durch das Anbringen eines entsprechenden CE-Zeichens auf dem Fabrikschild der Anlage, da es sich im Sinne der Leitlinie zur Anwendung der Richtlinie Atex 114, um eine verfahrenstechnische Anlage und somit um eine Kombination aus einzelnen Geräten handelt. Die einzelnen Geräte einer verfahrenstechnischen Glasanlage, die potentielle elektrische oder mechanische Zündquellen sein könnten, müssen entsprechend der Atex 114 zertifiziert und mit einem CE-Zeichen versehen sein. Der Betreiber der Anlage muss die Auflagen der aktuellen Betriebssicherheitsverordnung erfüllen. Daher muss er auch die Regeln der TRGS 727 (Technische Regeln für Gefahrstoffe - Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen)

beim Betrieb der Anlage innerhalb einer Atex-Zone zum Vermeiden von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen beachten, um der Atex 137 zu genügen.

### Ursachen elektrostatischer Aufladung

Die Ursache für elektrostatische Aufladungen in verfahrenstechnischen Apparaturen ist die Reibungselektrizität, die beim Aneinanderreiben zweier unterschiedlicher Materialien dazu führt, dass sie sich gegensätzlich aufladen können. Entsprechend können sich ein fluides Medium und eine Wandung, beispielsweise beim Strömen des Mediums durch ein Rohr, gegensätzlich aufladen. Kommt es zu hohen, beziehungsweise gefährlichen Aufladungen, kann es zu elektrostatischen Entladungen, beziehungsweise Funken kommen. Normalerweise entstehen gefährliche elektrostatische Aufladungen nur bei Flüssigkeiten mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit. Aufladungen lassen sich somit auch häufig vermeiden, in dem der Anwender Additive, wie lösliche Salze, zusetzt die teilweise schon in Konzentrationen im ppm-Bereich die Leitfähigkeit der Flüssigkeiten ausreichend erhöhen. Darüber hinaus gibt es Prozesse, die die TRGS 727 generell als stark ladungserzeugend einstuft. Entsprechend sollten Betreiber diese Prozessführung vermeiden oder aber besondere Schutzmaßnahmen ergreifen. Entstehen Aufladungen aufgrund der Reibungselektrizität, dann können Aufladungen durch Influenz auch an nicht medienberührten, leitenden Gegenständen entstehen. Eine Sicherheitsbetrachtung für den jeweiligen Fall muss der Betreiber durchführen.

### Die Ladung muss weg

Als entgegenwirkende Optionen kommen insbesondere das Vermeiden von isolierenden Materialien und das Erden von leitfähigen oder ableitfähigen Materialien in Betracht. Ableitfähig nach TRGS 727 ist ein Stoff oder ein Material mit einem Oberflächenwiderstand von mehr als  $10^4 \Omega$  und je nach Umgebung weniger als  $10^9$  beziehungsweise  $10^{11} \Omega$ . Sind leitende oder ableitfähige Komponenten mit Erde verbunden, können sie sich nicht aufladen und stellen somit keine Zündgefahren mehr dar. Um dies im Sinne der TRGS 727 zu realisieren, reicht es, Ströme von bis zu 10-4 A sicher ableiten zu können. Für diese geringen Stromstärken genügt als Erdung schon eine schlecht leitende Verbindung mit einem relativ hohen Widerstand. Diese Erdung nach TRGS 727 ist nicht mit der Erdung elektrischer Geräte nach DIN VDE 0100200:2006-06 zu verwechseln, die auch wesentlich höhere Ströme sicher ableiten muss.

Im Weiteren wird daher für den Begriff „Erdung“ nach TRGS 727 der Begriff „Potenzialausgleich“ verwendet. Dieser entspricht den Vorgaben der TRGS 727, wenn er korrosionsbeständig, zuverlässig sowie dauerhaft ist und einen Widerstand von weniger als  $10^6 \Omega$  aufweist. Eine solche Befestigung des Potenzialausgleichs erfolgt beispielsweise an den Edelstahlflanschringen der QVF®-Supra-Line durch das Einklemmen eines durchgehenden Edelstahl drahts. Die Leitung des Potenzialausgleichs ist durch eine gelb/grün-gestreifte Farbgebung eindeutig zu kennzeichnen.



Äußere Glasoberflächen können Produzenten mit einer entsprechenden Beschichtung ableitfähig gestalten



Den Potenzialausgleich können Anwender ohne großen Aufwand mit Metallflanschen durchführen

### Auf die Oberfläche kommt es an

Von isolierenden Materialien lassen sich Ladungen nicht über einen Potenzialausgleich abführen. Daher ersetzen Hersteller zum einen isolierende Materialien durch leitfähige oder ableitfähige Materialien und beschichten zum anderen isolierende Materialien leitend oder auch ableitfähig. Sowie die leitfähigen Materialien beziehungsweise ableitfähigen Oberflächen an einem Potenzialausgleich anliegen, ist deren gefährliches Aufladen nicht mehr möglich. Isolierende Oberflächen finden sich in Glasanlagen auf Bauteilen aus Kunststoffen wie PTFE und unter bestimmten Umständen auf äußeren Glasoberflächen. Äußere Glasoberflächen können Produzenten ableitfähig gestalten, indem sie sie beschichten. Im Inneren von Glasanlagen sind hingegen laut TRGS 727 nur die gleichen Maßnahmen zu treffen wie in ableitfähigen Einrichtungen. PTFE- beziehungsweise Kunststoff-Komponenten, die in einer ableitfähigen, beispielsweise mit Leitpigmenten versetzten Version beziehungsweise leitfähig beschichteten Version zum Einsatz kommen, weisen Oberflächen auf, die nicht mehr als isolierend zu betrachten sind. Die ableitfähigen Komponenten erhalten, wie leitfähige Komponenten, einen Potenzialausgleich. Die metallischen Teile der mit ableitfähigem PTFE ausgerüsteten Komponenten wie Kompensatoren, Zwischenplatten etc., können sich, da sie leitend mit den Stoffströmen in der Apparatur verbunden sind, - im Gegensatz zu den mit isolierendem PTFE ausgestatteten Komponenten - auch ohne Influenzeffekte aufladen, und müssen immer mit einem Potenzialausgleich versehen sein. In welchem Umfang Anwender Maßnahmen ergreifen müssen, hängt davon ab, in welchem Ausmaß ladungserzeugende Prozesse in und um der Anlage ablaufen.

### Aufwand nach Maß

Es sind keine Potenzialausgleichs-Maßnahmen notwendig und das Verwenden isolierender Materialien zulässig, wenn der Betreiber eine gefährliche Aufladung im Innen- und Außenraum der Anlage sicher ausschließen kann oder dies durch experimentelle Versuche belegt ist. Wenn hingegen mit stark ladungserzeugenden Prozessen zu rechnen ist, sind unabhängig von der Atex-Zone alle leitenden und ableitfähigen Gegenstände in der Nähe dieses Prozesses mit einem Potenzialausgleich zu versehen, nichtleitende Materialien generell zu vermeiden und durch leitfähige, ableitfähige oder ableitfähig beschichtete Materialien zu ersetzen. Sind ladungserzeugende Prozesse nicht gänzlich auszuschließen und die Prozesse nicht als stark ladungserzeugend einzustufen, können die Verantwortlichen apparativ abgestufte Vorkehrungen gegen gefährliche elektrostatische Aufladungen treffen. In diesen Fällen sollten die Anwender die Oberflächen nichtleitender Materialien nur begrenzen und leitende beziehungsweise ableitfähige Gegenstände erst ab einer gewissen Kapazität mit einem Potenzialausgleich versehen. Wie groß die Oberflächen nichtleitender Materialien sein dürfen und welche leitfähigen und ableitfähigen Gegenstände mit einem Potenzialausgleich zu versehen sind, hängt von der Atex-Zone ab und wird von der TRGS 727 bestimmt. Leitfähige Komponenten in Glasanlagen sind beispielsweise Metallflansche. Diese Flansche stehen nicht in Kontakt mit strömenden Medien und können sich deshalb aufgrund von ladungserzeugenden Prozessen innerhalb der Anlage nur durch Influenz aufladen. Das mögliche Aufladen eines leitenden Gegenstandes hängt von dessen elektrischer Kapazität ab. Je nach Zone und Explosionsgruppe sind unterschiedliche Kapazitäten zulässig, bei denen

Zone	Explosionsgruppe	Komponente				
0 innen	II C					
	II B					
	II A					
1 innen oder außen	II C					
	II B					
	II A					
2 innen oder außen	II C					
	II B					
	II A					
Senkrecht zur Strömungsrichtung projizierte Oberfläche cm <sup>2</sup>		4	20	25	50	100

ableitfähiges Material   
isolierendes Material 

Maximale Oberfläche nicht leitender Materialien, bei denen keine gefährlichen Aufladungen zu erwarten sind

der Betreiber auf einen Potenzialausgleich verzichten kann. Die TRGS 727 nennt für die Zonen 2, IIIA und IIIB einen Richtwert von 10 pF als höchstzulässige Kapazität und schreibt unter diesen Bedingungen einen Potenzialausgleich für Metallflansche in Glasanlagen ab der Nennweite DN50 vor. In der Zone 0 und 1 IIC müssen entsprechend der TRGS 727 alle Metallflansche mit einem Potenzialausgleich versehen sein.

Bei ladungserzeugenden Prozessen, die nicht als stark ladungserzeugend eingestuft sind, müssen nicht immer alle PTFE-Komponenten wie Dichtungen, Kompensatoren, Rührer und Ventilschaltbälge aus ableitfähigem Material bestehen. Das obige Diagramm zeigt die durch die TRGS 727 festgelegte maximale Oberfläche nichtleitender Materialien, bei denen unter diesen Prozessbedingungen keine gefährlichen Aufladungen zu erwarten sind. Die TRGS 727 definiert diese maximale Oberfläche als die senkrecht zur Strömungsrichtung projizierte Oberfläche. Hier unterscheidet sich die aktuell gültige Auffassung der TRGS 727 von der früher relevanten Berufsgenossenschaftlichen Regeln (BGR 132, Kap.3.1.2.1 aus 2003), die unabhängig von der Strömungsrichtung die maximale projizierte Fläche vorsah. Die senkrecht zur Strömungsrichtung projizierten Oberflächen lassen sich für PTFE-Komponenten für den Außen- und Innenraum berechnen. Für die Zone 0 sind nur die Flächen im Innenraum berücksichtigt, da die einzelnen Geräte einer Glasanlage, die die Atex 114 erfasst, meist nicht für die Zone 0 im Außenraum zertifiziert sind. Für die Zonen 1 und 2 ist die jeweils größere der inneren beziehungsweise äußeren projizierten Oberfläche zugrunde gelegt. Für die betrachteten PTFE-Dichtungen ergibt sich, dass nur Dichtungen der Nennweite DN300 und größer je nach

Atex-Zone aus ableitfähigem PTFE bestehen müssen. Andere PTFE-Komponenten mit größeren Oberflächen nach TRGS 727 müssen schon in kleineren Nennweiten aus ableitfähigem PTFE bestehen und mit einem Potenzialausgleich versehen sein.

### Transparente Lösung

Für Glasapparaturen verwendetes Borosilikatglas 3.3 ist hydrophil. Der sich dadurch bei einer relativen Luftfeuchte von beispielsweise 50 % und einer Temperatur von 23 °C bildende Oberflächenfilm setzt den Oberflächenwiderstand auf 10 Ω herab. Unter diesen Bedingungen laden sich Glasapparaturen durch Vorgänge wie Reiben von außen nicht gefährlich auf. Bei einer relativen Luftfeuchte unter 50 % und bei Temperaturen über 50°C verschwindet dieser Film, so dass Betreiber Maßnahmen gegen gefährliche Aufladungen ergreifen müssen, wenn Sie die Glasanlage in der Zone 0 oder 1 IIC betreiben wollen. Eine solche Maßnahme kann eine transparente ableitfähige Beschichtung des Borosilikatglases sein. Diese muss ebenfalls sicher und dauerhaft mit einem Potenzialausgleich verbunden sein.

### Der Autor:

Dr. Edgar Steffin  
Leiter Marketing  
De Dietrich Process Systems GmbH

Bilder: De Dietrich