

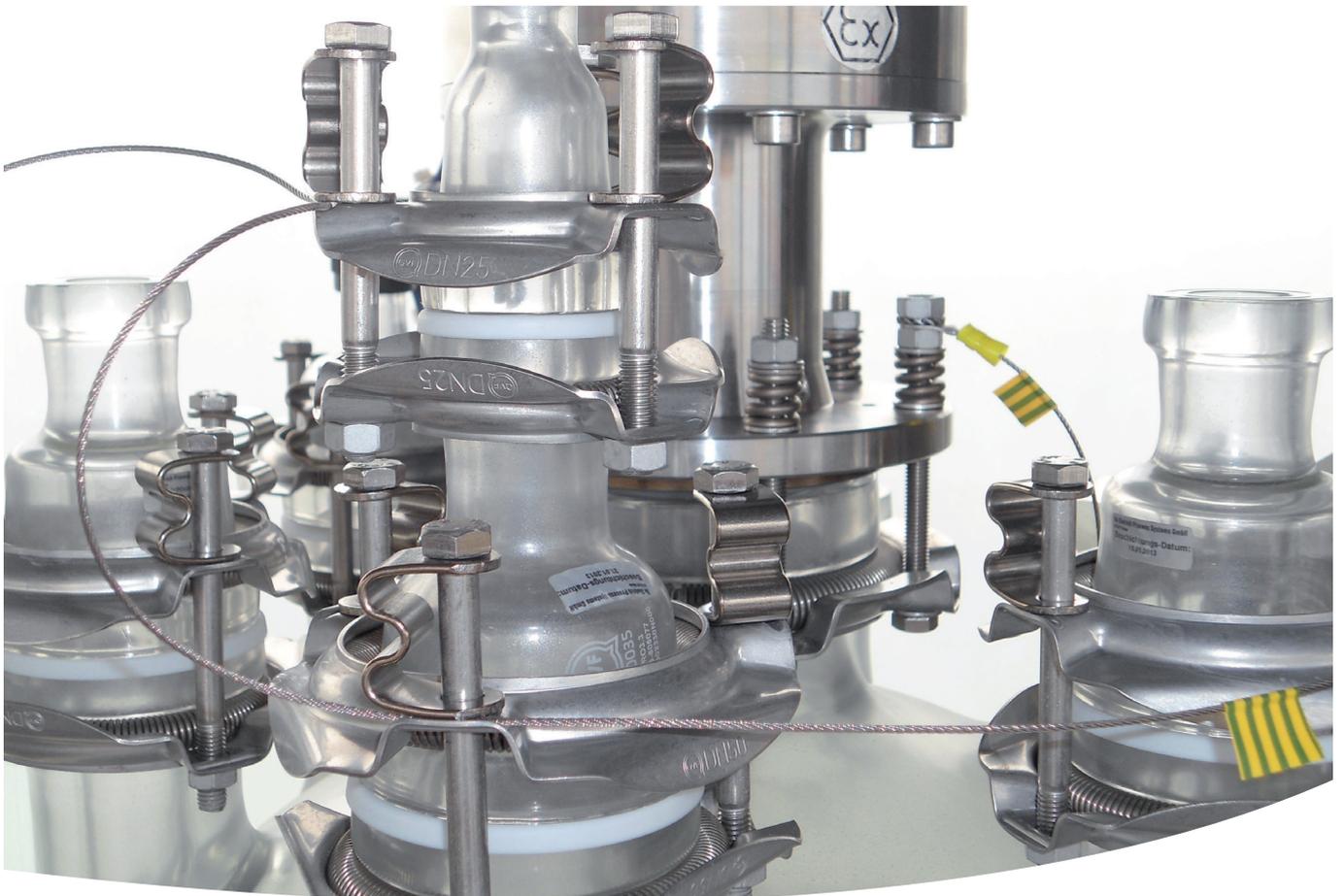


QVF® ist eine Marke der
De Dietrich Process Systems



QVF® SUPRA LINE

EXPLOSIONSSCHUTZ IM GLASANLAGENBAU



Sicherer Betrieb von Glasanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

1.	Anforderungen an den Betrieb von verfahrenstechnischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	3
1.1.	Anforderungen an den Hersteller	3
1.2.	Anforderungen an den Betreiber	4
2.	Ursachen für elektrostatische Zündgefahren in verfahrenstechnischen Anlagen	4
3.	Apparative Maßnahmen zur Vermeidung von elektrostatischen Zündgefahren in verfahrenstechnischen Anlagen	5
3.1.	Potentialausgleich	5
3.2.	Vermeidung von isolierenden Materialien	5
3.3.	Maßnahmen bei nicht ladungserzeugenden Prozessen	5
3.4.	Maßnahmen bei stark ladungserzeugenden Prozessen	6
3.5.	Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen	6
3.5.1.	Potentialausgleich in QVF® Glasanlagen	6
3.5.2.	Vermeidung isolierender Oberflächen in QVF® Glasanlagen	8
3.5.2.1.	Ableitfähige QVF®-SECTRANS-Beschichtung für Borosilicatglas	8
3.5.2.2.	QVF®-Komponenten aus ableitfähigem PTFE	9
3.5.2.2.1.	Dichtungen – 9GG – 9GR	9
3.5.2.2.2.	Gelenkdichtungen – 9GA	10
3.5.2.2.3.	Faltenbälge – 9BW	11
3.5.2.2.4.	Faltenbalgventile – 3VO, 3VD, 3VV	12
4.	Ihr Vorteil durch QVF® Glasanlagen	13

SICHERER BETRIEB VON GLASANLAGEN IN EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHEN

1. Anforderungen an den Betrieb von verfahrenstechnischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Beim Betrieb chemischer Anlagen ist die Vermeidung einer explosionsfähigen Atmosphäre^{1,2} in und um eine solche Anlage nicht immer möglich.

Um dennoch Anlagen in solchen Bereichen, auch Zonen genannt, sicher betreiben zu können, werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um Zündquellen sicher zu vermeiden. Die Auflagen hierfür werden von Richtlinien der Europäischen Union^{A,3,4} vorgegeben, die national^{5,6} umgesetzt werden müssen. Für die Genehmigung einer solchen Anlage sind Auflagen sowohl vom Hersteller ATEX 95, Direktive 94/9/EG als auch vom Betreiber ATEX 137, ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG einzuhalten.

1.1. Anforderungen an den Hersteller

Der Hersteller fertigt die Anlagen entsprechend dem Produktsicherheitsgesetzes⁷. Basierend auf den vom Betreiber zu definierenden ATEX-Zonen^B inner- und außerhalb der Anlagen, wird die Anlage vom Hersteller entsprechend ATEX 95 ausgerüstet und dokumentiert. Diese Dokumentation erfolgt im Rahmen der Anlagendokumentation, jedoch nicht durch das Anbringen eines entsprechenden CE-Zeichens auf dem Fabrikschild der Anlage, da es sich im Sinne der ATEX 95-Leitlinie⁸ um eine verfahrenstechnische Anlage und somit um eine Kombination aus einzelnen Geräten handelt^{9,10}.

Die einzelnen Geräte einer verfahrenstechnischen QVF[®] Glasanlage, die potentielle elektrische oder mechanische Zündquellen sein könnten, sind entsprechend der ATEX 95 zertifiziert und mit einem CE-Zeichen versehen.

So sind zum Beispiel die QVF[®] Rührwerke mit Gleitringdichtungen, QVF[®] Temperatur- und QVF[®] Drucksensoren entsprechend der ATEX 95¹¹-Richtlinie für die Gerätekategorie¹³ 1 (Tabelle 1), Gerätegruppe^C II und die Explosionsgruppe II (Tabelle 2) für den Innenraum zertifiziert. Sie können somit verwendet werden, wenn innerhalb der Anlage nach ATEX 137 die Zone 0 definiert ist. Um die Anlage herum bzw. im Außenraum muss jedoch die Zone 1 bzw. 2 definiert sein, da diese Geräte im Außenraum der QVF[®] Glasanlage der Gerätekategorie 2 entsprechen.

Tabelle 1: Gerätekategorie

Häufigkeit einer explosionsfähigen Atmosphäre	Zoneneinteilung ATEX137	Sicherheitsniveau der Geräte	Gerätekategorie ATEX 95
Ständig, über längere Zeiträume, häufig	Zone 0	sehr hoch	Kategorie 1
Gelegentlich	Zone 1	hoch	Kategorie 2
Selten, kurzzeitig	Zone 2	normal	Kategorie 3

Tabelle 2: Explosionsgruppen

Gefährlichkeit einer explosionsfähigen Atmosphäre	Gruppenbestimmendes Gas-Luft-Gemisch	Explosionsgruppe
Hoch	Wasserstoff	IIC
Mittel	Ethylen	IIB
Gering	Propan	IIA

^A Die Richtlinie ATEX 137 ist die Betreiber-Richtlinie, die der Richtlinie ATEX 95 für Hersteller entspricht, welche die Anforderungen an Geräten festlegt, die in explosionsfähigen Atmosphären eingesetzt werden.

^B Die Bezeichnung der Zonen in diesem Dokument entspricht der Nomenklatur der ATEX 137

^C Gerätegruppe¹² II umfasst die Geräte, die nicht für den Bergbau verwendet werden und die in Bereichen aufgestellt werden, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.

1.2. Anforderungen an den Betreiber

Der Betreiber der Anlage muss die Auflagen der Betriebssicherheitsverordnung¹⁴ (BetrSichV) erfüllen. Daher sind vom Betreiber auch die Regeln der Technischen Richtlinie für Betriebssicherheit 2153 (TRBS 2153¹⁵) beim Betrieb der Anlage innerhalb einer ATEX-Zone zur Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen zu beachten, um der ATEX 137 zu genügen. Der Hersteller bereitet die Anlage apparativ auf die vom Betreiber genannten ATEX-Zonen vor und liefert die herstellerseitig notwendige Apparatedokumentation für das Explosionsschutzdokument. Die Auflagen der BetrSichV können somit vom Betreiber erfüllt und ein sicherer Betrieb der QVF® Anlage kann gewährleistet und dokumentiert werden.

2. Ursachen von elektrostatischen Zündgefahren in verfahrenstechnischen Anlagen

Die Ursache für elektrostatische Aufladungen in verfahrenstechnischen Apparaturen ist die Reibungselektrizität, die beim aneinander Reiben von zwei unterschiedlichen Materialien dazu führt, dass sie sich gegensätzlich aufladen können. Entsprechend können sich ein fluides Medium und eine Wandung, z. B. beim Strömen des Mediums durch ein Rohr, gegensätzlich aufladen. Kommt es zu hohen bzw. gefährlichen Aufladungen, kann es zu elektrostatischen Entladungen bzw. Funken kommen, die explosionsfähige Atmosphären zünden können. Daher sind gefährliche Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen zu vermeiden. Beispielhaft sind in Tabelle 3 ladungserzeugende Prozesse in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten genannt, bei denen es zu Aufladungen kommen kann. Eine Sicherheitsbetrachtung für den jeweiligen Fall muss vom Betreiber durchgeführt werden. Normalerweise entstehen gefährliche elektrostatische Aufladungen nur bei Flüssigkeiten mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit¹⁶. Aufladungen lassen sich somit auch häufig vermeiden, indem man – wenn möglich – den Flüssigkeiten Additive wie z.B. lösliche Salze zusetzt, die zum Teil schon in Konzentration im ppm-Bereich die Leitfähigkeit ausreichend erhöhen.

Tabelle 3: Ladungserzeugende Prozesse

Prozess	Leitfähigkeit der Flüssigkeit (piko Siemens pro Meter)	Beispiel einer Flüssigkeit ¹⁷
Strömen von Flüssigkeiten niedriger Leitfähigkeit ¹⁸ durch Rohre ¹⁹	< 50 pS/m	Xylol, Toluol, Hexan
Strömen von Flüssigkeiten mittlerer Leitfähigkeit ²⁰ durch Rohre und Filter sowie bei Rührprozessen ²¹	50 < > 1000 pS/m	Ester
Versprühen ²² von Flüssigkeiten höherer Leitfähigkeit ²³	> 1000 pS/m	Destilliertes Wasser, Ethanol

Darüber hinaus gibt es Prozesse, die generell als stark ladungserzeugend eingestuft werden – siehe Tabelle 4. Entsprechend sollte man diese Prozessführung vermeiden, begrenzt durchführen bzw. besondere Schutzmaßnahmen ergreifen.

Tabelle 4: Stark ladungserzeugende Prozesse

Prozess
Schnelle Mehrphasenströmung von Flüssigkeiten ²⁴ ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 1m/s ²⁵
Mehrmaliges schnelles Befüllen von Behältern ²⁶ ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 7m/s ²⁷
Flüssig-/Flüssigströmungen, Strömung von Suspensionen ²⁸
Zersteuben, Versprühen von leitfähigen Flüssigkeiten wie Wasser ²⁹
Förderung isolierender Suspensionen oder Stäube ³⁰
Rühren und Mischen verschiedener Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten mit Feststoffen ³¹

3. Apparative Maßnahmen zur Vermeidung von elektrostatischen Zündgefahren in verfahrenstechnischen Anlagen

Entstehen Aufladungen aufgrund der Reibungselektrizität dann können Aufladungen durch Influenz auch an räumlich entfernten, leitenden Gegenständen hervorgerufen werden. Als beiden Aufladungen entgegenwirkende Maßnahmen kommen insbesondere die Erdung von leitfähigen Materialien³² und die Vermeidung von isolierenden Materialien³³ in Betracht³⁴. In welchem Umfang diese Maßnahmen ergriffen werden müssen, hängt davon ab, in welchem Ausmaß ladungserzeugende Prozesse in und um die Anlage ablaufen.

Die im Weiteren vorgestellten apparativen Maßnahmen entsprechen der TRBS 2153, um bei den gegebenen Einsatzbedingungen Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen zu vermeiden.

Solche apparativen Maßnahmen sind jedoch nur notwendig, wenn z.B. in der Apparatur keine Inertisierung gewährleistet ist³⁵ bzw. um die Apparatur mit einem zündfähigen Gemisch zu rechnen ist.

3.1. Potentialausgleich

Sind leitenfähige^A Komponenten geerdet^{B,36} oder ableitfähige^C Komponenten mit Erde verbunden^{D,37} können sie sich nicht aufladen und stellen somit keine Zündgefahren³⁸ mehr dar. Um dies im Sinne der TRBS 2153 zu realisieren, reicht es, Ströme von bis zu 10^{-4} A sicher ableiten zu können³⁹. Für diese geringen Stromstärken genügt als Erdung schon eine schlecht leitende Verbindung mit einem relativ hohen Widerstand von $10^6 \Omega$ ^B. Diese Erdung nach TRBS 2153 ist nicht mit der Erdung elektrischer Geräte nach DIN VDE 0100-200:2006-06 zu vergleichen, die auch wesentlich höhere Ströme sicher ableiten muss. Im Weiteren wird daher anstelle des Begriffs „Erdung nach TRBS 2153“ der Begriff „Potentialausgleich“ verwendet. Beim Potentialausgleich kann entweder jede Komponente einzeln oder leitfähig untereinander verbundene Komponenten gemeinsam mit Erde verbunden werden. Die Leitung des Potentialausgleichs ist eindeutig durch eine gelb/grün-gestreifte Farbgebung zu kennzeichnen⁴⁰ - siehe Abb.1. S.5.

3.2. Vermeidung von isolierenden Materialien

Isolierende^E Materialien können durch ladungserzeugende Prozesse gefährlich aufgeladen werden^{41,42}. Diese Ladungen lassen sich von isolierenden Materialien nicht über einen Potentialausgleich abführen. Daher werden zum einen isolierende Materialien durch leitfähige oder ableitfähige Materialien ersetzt⁴³ und zum anderen isolierende Materialien leitend oder ableitfähig beschichtet⁴⁴. Sowie die leitfähigen Materialien bzw. ableitfähigen Oberflächen an einen Potentialausgleich gelegt werden ist deren gefährliche Aufladung nicht mehr möglich^{45,46}.

3.3. Maßnahmen bei nicht ladungserzeugenden Prozessen

Es sind keine Potentialausgleichsmaßnahmen⁴⁷ notwendig⁴⁸ und die Verwendung isolierender Materialien zulässig^{49,50}, wenn eine gefährliche Aufladung⁵¹ im Innen- und Außenraum der Anlage sicher ausgeschlossen werden kann oder dies durch experimentelle Versuche belegt ist⁵².

A Ein leitfähiger Werkstoff hat einen Oberflächenwiderstand kleiner $10^4 \Omega$

B Die Verbindung eines leitenden Gegenstands mit Erde soll einen Ableitwiderstand kleiner als $10^6 \Omega$ haben

C Ableitfähig ist ein Stoff oder ein Material mit einem Oberflächenwiderstand von mehr als $10^4 \Omega$ und weniger als $10^9 \Omega$

oder

ein Gegenstand oder eine Einrichtung mit einem Oberflächenwiderstand zwischen $10^4 \Omega$ und $10^9 \Omega$, bei 23°C und 50 % rel. Luftfeuchte

oder

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

D Die Verbindung eines ableitfähigen Gegenstands mit Erde soll einem Ableitwiderstand kleiner als $10^6 \Omega$ haben

E Isolierende, nichtleitende Werkstoffe haben einen Oberflächenwiderstand über $10^9 \Omega$

3.4. Maßnahmen bei stark ladungserzeugenden Prozessen

Wenn hingegen mit stark ladungserzeugenden Prozessen^{53,54,55,56,57} (siehe Tabelle 4) zu rechnen ist, sind apparative Maßnahmen notwendig, um gefährliche Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen sicher zu vermeiden. Unabhängig von der ATEX-Zone sind in diesen Fällen alle leitenden⁵⁸ und ableitfähigen⁵⁹ Gegenstände in der Nähe⁶⁰ dieses Prozesses mit einem Potentialausgleich zu versehen^{61,62}. Nichtleitende⁶³ Materialien sind generell zu vermeiden⁶⁴ und durch leitfähige, ableitfähige oder ableitfähig beschichtete Materialien zu ersetzen.

3.5. Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen

Wenn ladungserzeugende Prozesse nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, und wenn die Prozesse nicht als stark ladungserzeugend einzustufen sind (siehe z. B. Tabelle 1), können apparativ abgestufte Vorkehrungen gegen gefährliche elektrostatische Aufladungen getroffen werden. In diesen Fällen sollen die Oberflächen nichtleitender Materialien nur begrenzt⁶⁵ werden und leitende bzw. ableitfähige Gegenstände erst ab einer gewissen Kapazität mit einem Potentialausgleich versehen^{66,67} werden. Wie groß die Oberflächen nichtleitender Materialien sein dürfen, und welche leitfähigen und ableitfähigen Gegenstände mit einem Potentialausgleich versehen werden müssen⁶⁸, hängt von der ATEX-Zone⁶⁹ ab und wird von der TRBS 2153 bestimmt.

3.5.1. Potentialausgleich in QVF® Glasanlagen

Leitfähige Komponenten in QVF® Glasanlagen sind z. B. Metallflansche wie sie in Abb.1 zu sehen sind. Diese Flansche stehen nicht in Kontakt mit den in der Anlage strömenden Medien und können deshalb nur durch Influenz aufgeladen werden. Die mögliche Aufladung eines leitenden Gegenstandes hängt von dessen elektrischer Kapazität ab. Je nach Zone und Explosionsgruppe sind unterschiedlich hohe Kapazitäten zulässig⁷⁰, bei denen auf einen Potentialausgleich verzichtet werden kann. Die TRBS 2153 nennt für die Zonen 2, 1IIA und 1IIB einen Richtwert von 10pF⁷¹ als höchstzulässige Kapazität und schreibt unter diesen Bedingungen einen Potentialausgleich für Metallflansche erst ab der Nennweite DN50 vor⁷². In der Zone 0 und 1 IIC müssen hingegen alle Metallflansche unabhängig von ihrer Nennweite mit einem Potentialausgleich versehen sein⁷².

Die Notwendigkeit eines Potentialausgleichs in Abhängigkeit von der Zone und Explosionsgruppe wird in Abb.2 dargestellt.



Abb.1: Potentialausgleich der Metallflansche durch fest verklebten Edelstahldraht

Zone	Explosionsgruppe	Flanschverbindung 9CL								
0	II C									
	II B									
	II A									
1	II C									
	II B									
	II A									
2	II C									
	II B									
	II A									
Nennweite DN										
		Kapazität			< ca. 10pF <			Kapazität		

Potentialausgleich notwendig

Abb.2: Auswahlprogramm für den Potentialausgleich an Edelstahlverbindungen



Abb.3: Das QVF® Erdungsset beinhaltet alle Bauteile, die man üblicherweise für die Verlegung des Potentialausgleiches innerhalb der Glasanlage benötigt.

Aufgrund der Vielzahl der in einer Glasanlage vorhandenen Flanschverbindungen wurde bei der Gestaltung der QVF® SUPRA-Flanschverbindungen (Abb.4+5) größter Wert auf einen leicht zu montierenden und sicheren Potentialausgleich gelegt. Die korrosionsbeständigen Edelstahlflanschverbindungen werden nach der Montage der Flanschverbindung (Abb.5) aufeinanderfolgend leitend verbunden, indem ein fortlaufender 1,5 mm starker Edelstahl Draht in einfachster Weise durch das Drehen der gespannten Feder (Pos.1 in Abb.5) elektrisch leitend fest mit dem Edelstahlflanschring (Pos.2 in Abb.5) verklemmt wird. Diese Klemmverbindung ist korrosionsbeständig und nur mit einem Werkzeug zu lösen. Da dieser Potentialausgleich zudem einen Widerstand von weniger als $10^6 \Omega^{73}$ aufweist entspricht er den Vorgaben der TRBS 2153. An geeigneter Stelle werden die untereinander verbundenen Komponenten an Erde gelegt. Ein weiterer Vorteil der QVF® SUPRA-Line ist die Verwendung eines durchgehenden Drahtes für den Potentialausgleich. Dadurch kommt es nicht zu einer Unterbrechung des gesamten Potentialausgleichs aller miteinander verbundenen Flansche, wenn nur an einem Flansch die Klemmverbindung gelöst wurde.

Andere leitfähige Komponenten in QVF® Glasanlagen sind z. B. die Flansche von Faltenbälgen, Ventile, Rührwerke, Sensoren, Halterungen und Gestelle, die alle mit Anschlussmöglichkeiten für einen Potentialausgleich ausgestattet sind.



Abb.4: Anschluss des Potentialausgleichs

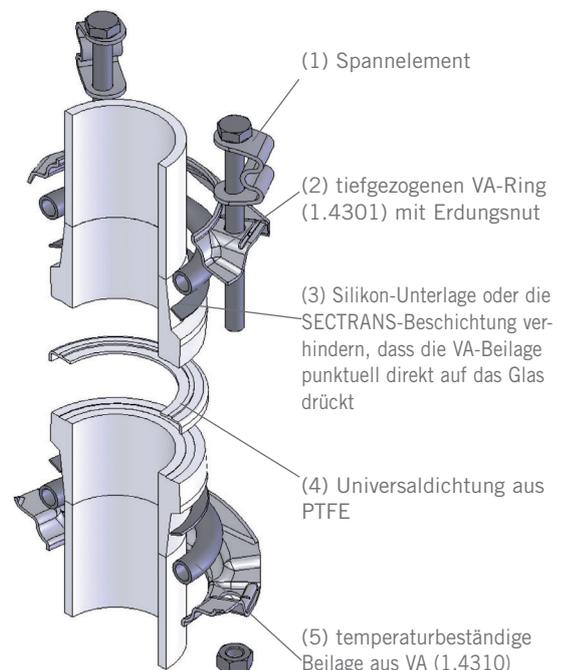


Abb.5: QVF® SUPRA-Flanschverbindung

3.5.2. Vermeidung isolierender Oberflächen in QVF® Glasanlagen

Isolierende Oberflächen findet man in Glasanlagen auf Bauteilen aus Kunststoffen wie PTFE und unter bestimmten Umständen^A auf äußeren Glasoberflächen. Diese isolierenden Oberflächen sind zu vermeiden bzw. zu begrenzen.

PTFE- bzw. Kunststoff-Komponenten können in einer ableitfähigen z. B. mit Leitpigmenten versetzten Version bzw. leitfähig beschichteten Version verwendet werden⁷⁴, so dass deren Oberflächen nicht mehr als isolierend zu betrachten sind.

Äußere Glasoberflächen können ableitfähig mit der QVF® SECTRANS-Beschichtung gestaltet werden. Im Inneren von Glasanlagen sind hingegen laut TRBS 2153 nur die gleichen Maßnahmen zu treffen wie in ableitfähigen Einrichtungen⁷⁵.

3.5.2.1. Ableitfähige QVF® SECTRANS-Beschichtung für Borosilicatglas

Für Glasapparaturen verwendetes Borosilicatglas 3.3 ist hydrophil. Der sich dadurch z. B. bei einer rel. Luftfeuchte von 50% und einer Temperatur von 23°C bildende Oberflächenfilm⁸¹ setzt den Oberflächenwiderstand auf $10^{11}\Omega$ herab. Unter diesen Bedingungen werden Glasapparaturen durch Vorgänge wie z.B. Reiben von außen nicht gefährlich aufgeladen⁸². Bei einer rel. Luftfeuchte unter 50% und bei Temperaturen über 50°C verschwindet dieser Wasserfilm, so dass Maßnahmen gegen gefährliche Aufladungen ergriffen werden müssen, wenn die Glasanlage in der Zone 0⁸³ oder 1 IIC⁸⁴ betrieben werden soll (Abb.6). Eine solche Maßnahme ist z. B. die ableitfähige QVF® SECTRANS-Beschichtung (Abb.7), die einen Oberflächenwiderstand von weniger als $10^8\Omega$ aufweist. Dieser Oberflächenwiderstand wird nach DIN IEC 93 VDE 0303 T30 bei jeder beschichteten QVF®-Glaskomponente gemessen und dessen Zulässigkeit durch eine Plakette mit dem Datum der Messung auf der Beschichtung bestätigt. Die Montage der Edelstahlschellenringverbindung bis DN300 auf ableitfähig beschichteten Komponenten erfolgt ohne die Silikonunterlage (Pos.3 in Abb.5, S.6). Die ableitfähige Beschichtung ist somit leitend über die VA-Beilage (Pos.5 Abb.5, S.6) mit dem Edelstahlflanschring (Pos.2 der Abb.5, S.6) der QVF® SUPRA-Line verbunden, so dass Oberflächenladungen sicher und in einfacher Weise über den Edelstahldraht, der mit der Flanschverbindung geklemmt befestigt ist, abgeführt werden können. Bei Bauteilen ab der Nennweite DN450 erfolgt der Potentialausgleich der Beschichtung entweder über die Edelstahlflanschverbindung an einem Seitenstutzen kleinerer Nennweite oder über ein zusätzliches Erdungsband, das direkt auf die Beschichtung aufgelegt wird.

Neben der Vermeidung einer Zündquelle bietet die QVF® SECTRANS-Beschichtung zum einen den Schutz der Glasoberfläche vor mechanischen Beschädigungen und zum anderen u. U. eine mögliche Restentleerung der Anlage im Falle eines Glasbruchs. Die ableitfähige Beschichtung, die im Wesentlichen aus Polyurethan besteht, ist weitgehend chemikalien- und witterungsbeständig. Die Beschichtung eines nicht isolierten Glasbauteils ist bis zu einer Betriebstemperatur von 160°C langzeitstabil.

Zone	Explosionsgruppe	Glasoberfläche
0 außen	II C	[Schattiertes Feld]
	II B	
	II A	
1 außen	II C	
	II B	
	II A	
2 außen	II C	
	II B	
	II A	
Nennweite DN		alle

ableitfähig beschichtetes Glas [Schattiertes Feld]

Abb.6: Auswahlkriterium für ableitfähig beschichtetes Glas



Abb.7: Ableitfähig beschichtetes und unbeschichtetes Glasrohr

^A Siehe hierzu 3.5.2.2

3.5.2.2. QVF® Komponenten aus ableitfähigem PTFE

Werden isolierende Kunststoffe wie PTFE für einzelne Bauteile verwendet, dürfen deren Oberflächen nur eine bestimmte Größe haben. Maßgeblich hierfür sind nach TRBS2153 die größten projizierten Flächen⁷⁶, die an explosionsgefährdete Bereiche grenzen (siehe die Abb.10 und Abb.11). Diese Oberflächen dürfen nicht größer sein als in Tabelle 5 gezeigt.

QVF® Komponenten aus PTFE wie Dichtungen, Faltenbälge, Rührer, Ventilsfaltenbälge etc. können in einer ableitfähigen Ausführung geliefert werden. Diese Komponenten haben Zertifikate, die sowohl die Ableitfähigkeit⁷⁷ als auch die Materialeigenschaften entsprechend den FDA-Regularien^{78,79} bestätigen. Bei ladungserzeugenden Prozessen, die nicht als stark ladungserzeugend eingestuft werden, müssen wie in 3.5.2 beschrieben nicht immer alle PTFE-Komponenten aus ableitfähigem Material sein. Tabelle 5 zeigt die maximale Oberfläche nichtleitender Materialien, bei denen keine gefährlichen Aufladungen zu erwarten sind. Die projizierten Oberflächen für QVF® PTFE-Komponenten werden entsprechend der TRBS 2153 für den Außen- und den Innenraum berechnet. Dies ist beispielhaft für eine PTFE-Dichtung in Abb.10 für den Außenraum und in Abb.11 für den Innenraum dargestellt. Für die Festlegung, ob ableitfähiges Material eingesetzt werden muss, wird für die Zone 0 nur die Fläche im Innenraum berücksichtigt. Die Zone 0 im Außenraum ist nicht berücksichtigt, da in QVF® Glasanlagen die QVF® Geräte, die von der ATEX 95 erfasst werden, nicht für die Zone 0 im Außenraum zertifiziert sind. Für die Zonen 1 und 2 ist die jeweils größere der beiden Flächen zugrunde gelegt. Die Tabelle 5 lässt sich in einfacher Weise direkt in Abb.8 überführen. Die so abgeleiteten folgenden Auswahldiagramme zeigen als Funktion der Nennweite einer Komponente und der ATEX-Zone bzw. Explosionsgruppe, an die diese Komponente grenzt, ob die Verwendung von ableitfähigem PTFE notwendig ist oder nicht.

Tabelle 5: Höchstzulässige Oberflächen isolierender Materialien nach TRBS 2153 3.2.1 (4)

Zone nach ATEX 137	Explosionsgruppe		
	IIA	IIB	IIC
	Oberfläche in cm ² nach TRBS 2153		
0	50	25	4
1	100	100	20
2	Maßnahmen nur erforderlich, wenn erfahrungsgemäß zündwirksame Entladungen auftreten.		

Zone	Explosionsgruppe						
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 ²			4	20	25	50	100

ableitfähiges PTFE

Abb.8: Auswahldiagramm für ableitfähiges PTFE

Die ableitfähigen QVF® Komponenten weisen keine isolierenden Oberflächen auf und werden wie leitfähige Komponenten mit einem Potentialausgleich⁸⁰ versehen. Die metallischen Teile der mit ableitfähigem PTFE ausgerüsteten QVF® Komponenten wie Faltenbälge, Zwischenplatten etc. können sich – im Gegensatz zu den mit isolierendem PTFE ausgestatteten Standardkomponenten – auch ohne Influenzeffekte aufladen und müssen mit einem Potentialausgleich versehen werden.

Exemplarisch werden im Weiteren einige der wichtigsten Bauteile vorgestellt. Für die anderen QVF® PTFE-Komponenten stellen wir Informationen auf Anfrage gerne zur Verfügung.



Abb.9: Universaldichtung der QVF® SUPRA-Line aus PTFE für alle Anschlussformen

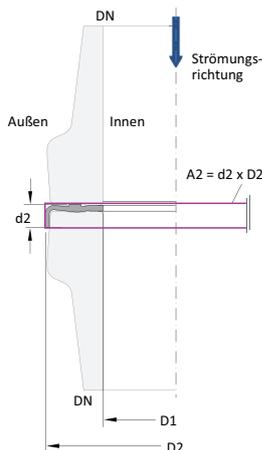


Abb.10: A2 = äußere projizierte Oberfläche

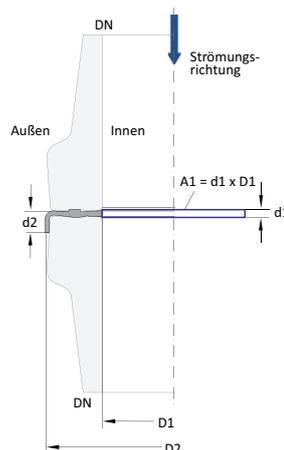


Abb.11: A1 = innere projizierte Oberfläche



Abb.12: Anschlussformen der QVF® SUPRA-Line

3.5.2.2.1. Dichtungen – 9GG – 9GR

Die Universaldichtung (Pos.4 in Abb.5, S.6 und Abb.9, S.7) der QVF® SUPRA-Line kann sowohl für Kugel/Pfanne- als auch Plan/Plan-Flanschverbindungen (Abb.12) eingesetzt werden. Das Auswahldiagramm in Abb.13 zeigt, dass nur Dichtungen der Nennweite DN300 und größer gegebenenfalls aus ableitfähigem Material bestehen müssen. Für die Klassifizierung in Zone 1 und 2 wurde die jeweils größere der inneren / äußeren projizierten Oberfläche herangezogen. Die ableitfähigen PTFE-Dichtungen sind mit einer Lasche ausgerüstet, um sie mit einem Potentialausgleich versehen zu können (Abb.14).

Zone	Explosionsgruppe	Universaldichtung 9GG		Ringdichtung 9GR			
		15 bis 200	300	450	600	800	1000
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		■	■	■	■	■
Nennweite DN		15 bis 200	300	450	600	800	1000

Potentialausgleich und ableitfähiges PTFE	■
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	▨
kein Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	□

Abb.13: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen

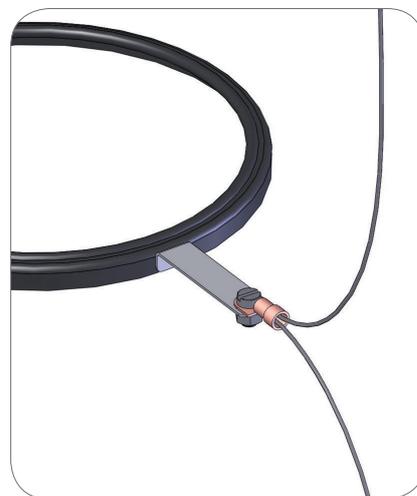


Abb.14: Universaldichtung aus ableitfähigem PTFE mit Lasche

3.5.2.2.2. Gelenkdichtungen – 9GA

Gelenkdichtungen (Abb.16) erlauben die tottraumarme Auswinkelung einer QVF® SUPRA-Planflanschverbindung. Sie bestehen produktseitig aus einer PTFE-Hülle, die von drei Edelstahlringen gestützt wird. Das Auswahldiagramm in Abb.15 zeigt, dass Gelenkdichtungen bis einschließlich DN40 erst ab Zone 1 IIC und Zone 0 innen mit einem Potentialausgleich verbunden werden müssen. Gelenkdichtungen DN50 und größer müssen immer mit einem Potentialausgleich versehen sein. Dieser erfolgt mit einer Metalllasche, die am mittleren der drei Edelstahlringe angebracht ist. Zusätzlich müssen zum Beispiel in Zone 0 IIC innen die Gelenkdichtungen DN40 und größer ableitfähig ausgeführt werden^A.

Zone	Explosionsgruppe	Gelenkdichtung 9GA						
		15	25	40	50	80	100	150
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	□	□	□	▨	▨	▨	▨
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150

Potentialausgleich und ableitfähiges PTFE	■
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	▨
kein Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	□

Abb.15: Auswahldiagramm für Gelenkdichtungen

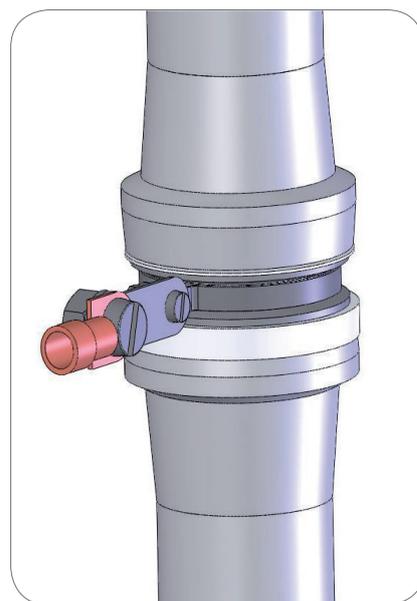


Abb.16: Gelenkdichtung aus ableitfähigem PTFE mit Metalllasche

^A An Stellen stark ladungserzeugender Prozesse werden die Gelenkdichtungen und andere Komponenten, die aus einer Kombination von PTFE/ Metall bestehen, unabhängig von der Nennweite mit einer ableitfähigen PTFE-Version ausgestattet und die Metallteile mit einem Potentialausgleich versehen. Das verhindert das Entstehen und somit das Durchschlagen von Ladungen durch das PTFE auf das potentialfreie Metallteil – siehe auch „3.4 Maßnahmen bei stark ladungserzeugenden Prozessen“.

3.5.2.2.3. Faltenbälge – 9BW

Mit Faltenbälgen (Abb.18) werden z. B. temperaturbedingte Längenänderungen unterschiedlicher Materialien innerhalb der Anlage ausgeglichen und so Spannungen im Glas vermieden. Die QVF® Faltenbälge bestehen aus PTFE, die über Edelstahlflansche mit den Rohrleitungen verbunden werden. Da die projizierten Oberflächen senkrecht zur Strömungsrichtung deutlich größer sind als bei den o.g. Dichtungen werden die Faltenbälge schon ab geringeren Nennweiten mit ableitfähigem PTFE benötigt (Abb.17). Für die Faltenbälge mit Vakuumstütze gilt die gleiche Abb.17. Der Faltenbalg ist direkt leitend mit dem Metallflansch verbunden, der wiederum über die Schrauben Kontakt zum Edelstahlflanschring der Verbindung hat. Der Potentialausgleich erfolgt genau wie bei der Edelstahlflanschverbindung über den durchgehenden Edelstahldraht, der mit der Feder in der Nut des Flanschings eingeklemmt wird.

Zone	Explosionsgruppe	Faltenbälge 9BW									
		15	25	40	50	80	100	150	200	300	
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										
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	300	

Potentialausgleich und ableitfähiges PTFE	
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	
kein Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	

Abb.17: Auswahl-diagramm für Faltenbälge

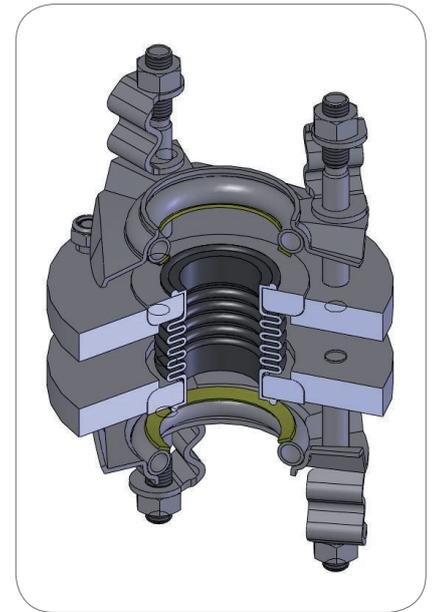


Abb.18: Schnittzeichnung des Faltenbalgs

3.5.2.2.4. Faltenbalgventile – 3VO, 3VD, 3VV

Die Faltenbalgventile (Abb.19/20) der QVF® SUPRA-Line können sowohl zum Absperrern als auch zur groben Regelung eingesetzt werden. Das Ventiloberteil ist aus Edelstahl gefertigt und hat über eine buntmetallfreie Spindel elektrisch leitenden Kontakt zum PTFE-Faltenbalg. Die Ventiloberteile DN40 sind identisch mit denen der Nennweite DN50. Dies hat zur Folge, dass je nach Zone außerhalb der Anlage auch die Ventile der Nennweite DN40 mit einem Potentialausgleich versehen werden müssen - siehe Abb.22. Der Anschluss des Potentialausgleichs erfolgt am Ventiloberteil. Hierbei wird derselbe durchgehende Edelstahl draht am Ventiloberteil geklemmt, der auch mit den Edelstahlflanschringen verbunden ist. Die Fixierung des Edelstahldrahts erfolgt am Ventil mit angeflanschem Ventiloberteil (Abb.19) wie bei der QVF® SUPRA-Flanschverbindung. Am Ventil mit glattem Ventiloberteil wird er mit einer Schraube verklemmt (Abb.20). Die Zone außerhalb der Apparatur ist entsprechend Abb.22 auch maßgebend dafür, ob die Glasgehäuse der Ventile ableitfähig beschichtet werden müssen. Die Wahl des PTFE's für den Ventilsfaltenbalg ist hingegen unabhängig von der Zone außerhalb der Apparatur, da der wesentliche Teil des Ventilsfaltenbalgs im Glasgehäuse sitzt und er somit nur in der Apparatur durch Reibungselektrizität aufgeladen werden kann. Der Abb.21 lässt sich entnehmen bei welchen Zonen in der Apparatur die Ventilsfaltenbälge aus ableitfähigem PTFE bestehen müssen.

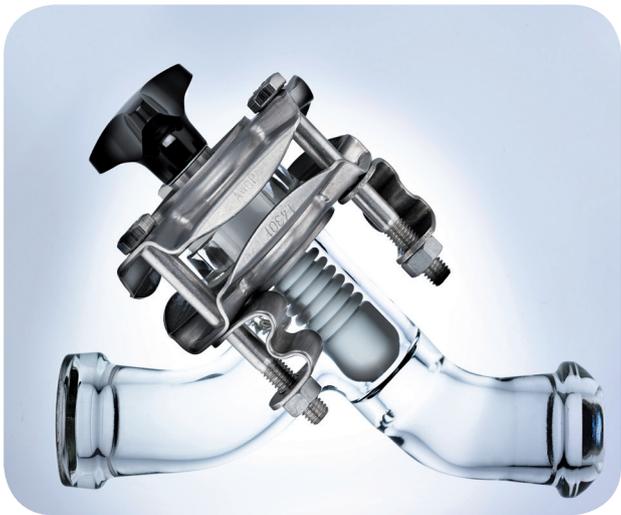


Abb.19: Faltenbalgventil mit angeflanschem Ventiloberteil



Abb.20: Standard-Faltenbalgventil mit Potentialausgleich

Zone	Explosionsgruppe	Auf/Zu-Ventile 3VO, 3VD, 3VV				
0 innen	II C	[shaded]				
	II B					
	II A					
1 innen	II C	[shaded]				
	II B					
	II A					
2 innen	II C	[shaded]				
	II B					
	II A					
		Nennweite DN	15	25	40	50

Potentialausgleich und ableitfähiges PTFE [shaded]

kein Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE [white]

Abb.21: Auswahl-diagramm für den PTFE-Faltenbalg der Faltenbalgventile

Zone	Explosionsgruppe	Auf/Zu-Ventile 3VO, 3VD, 3VV					
0 außen	II C	[shaded]					
	II B						
	II A						
1 außen	II C	[shaded]					
	II B					[hatched]	
	II A						
2 außen	II C	[shaded]					
	II B					[hatched]	
	II A						
		Nennweite DN	15	25	40	50	

Potentialausgleich und ableitfähige Glasbeschichtung [shaded]

Potentialausgleich und keine ableitfähige Glasbeschichtung [hatched]

kein Potentialausgleich und keine ableitfähige Glasbeschichtung [white]

Abb.22: Auswahl-diagramm für die Glasbeschichtung der Faltenbalgventile

4. Ihr Vorteil durch QVF® Glasanlagen

Elektrostatisch, mechanisch und elektrisch bedingte Zündquellen können Sie in QVF® Anlagen aus Borosilicatglas 3.3 entsprechend den ATEX-Richtlinien und der TRBS2153 sicher vermeiden. Die korrosionsbeständigen QVF® Anlagen können Sie somit in explosionsgeschützten Bereichen aufstellen und nach der Betriebssicherheitsverordnung sicher betreiben. Dies gilt auch für den Fall, dass für den Innenraum der Anlage die Zone 0 definiert ist.

Die QVF® SUPRA-Line bietet Ihnen hierbei sichere Lösungen zur Vermeidung von Zündgefahren aufgrund:

- eines einfach zu montierenden und sicheren Potentialausgleichs aller Flanschverbindungen,
- einer patentierten ableitfähigen Glasbeschichtung,
- ableitfähiger PTFE-Komponenten mit FDA-Bescheinigung,
- ATEX-zertifizierter Geräte und
- abgesicherter Herstellerdaten zur TRSB 2153 wie in Tabelle 6 beispielhaft gezeigt.

Tabelle 6:

Herstellerdaten zur ATEX 94/9/EG und TRBS 2153

Vorgaben des Betreibers :	
EX-Zone innen	1
EX-Zone außen	1
Explosionsgruppe	IIC

Konstruktive Ausführung (bei Abwesenheit stark ladungserzeugender Prozesse):	
Äußere Glasoberfläche	ableitfähige SECTRANS-Beschichtung
PTFE-Dichtelemente	ableitfähig $\geq 20\text{cm}^2$
Metallflansche mit Potentialanschluss	$\geq \text{DN}15$
Nach ATEX klassifizierte Geräte	mind. Kategorie 2

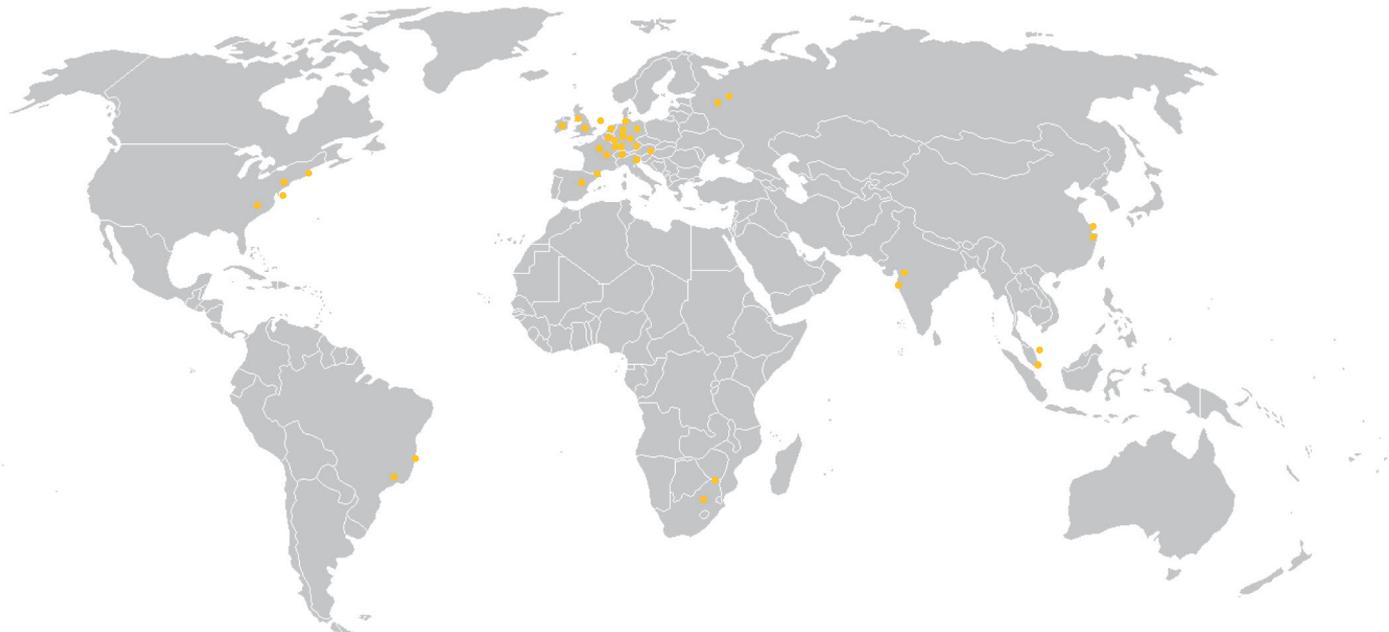
Installation :	
Erdung und Potentialausgleich	betreiberseitig



Als kompetenter Partner an Ihrer Seite beraten wir Sie gerne und stellen Ihnen die passenden Lösungen zur Verfügung, damit Sie Ihren Prozess sicher umsetzen und dokumentieren können.

QVF® Glasanlagen für alle EX-Zonen

- 1 (TRBS 2152) TRBS 2152, Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Bundesanzeiger N103a vom 2.Juni 2006
- 2 (EN1127) DIN EN 1127-1 Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz –Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2007
- 3 (ATEX 137) ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG
- 4 (ATEX 95) Directive 94/9/EC of the European Parliament and the Council of 23 March 1994 on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (OJ L 100, 19.4.1994)
- 5 Explosionsschutzverordnung, elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz. Dezember 2011
- 6 ProdSG
- 7 (ProdSG) "Produktsicherheitsgesetz vom 8. November 2011 (BGBl. I S.2179; 2012 I S.131)"
- 8 (ATEX 95-LEITLINIE) Leitlinien zur Anwendung der Richtlinie 94/9/EG des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen Juli 2005 aktuelle Fassung August 2008
- 9 ATEX 95 Kap.1 §1 Abs.3a
- 10 ATEX 95-LEITLINIEN 3.7.5 Abs.2a
- 11 (ATEX 95) Directive 94/9/EC of the European Parliament and the Council of 23 March 1994 on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (OJ L 100, 19.4.1994)
- 12 ATEX 95, Kap.1 §1 Abs.3
- 13 ATEX 95, ANHANG I
- 14 (BetrSichV) "Betriebssicherheitsverordnung vom 27. September 2002 (BGBl. I S.3777), die zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S.2178) geändert worden ist"
- 15 (TRBS2153) Technische Regeln für Betriebssicherheit 2153, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (GMBI. Nr. 15/16 vom 9. April 2009 S.278)
- 16 TRBS, A1.1
- 17 TRBS, Anhang E, Tabelle 13
- 18 TRBS, 4.1(1)
- 19 TRBS, 4.1(2)
- 20 TRBS, 4.1(1)
- 21 TRBS, 4.1(2)
- 22 TRBS, 4.1(2)
- 23 TRBS, 4.1(1)
- 24 TRBS,2.23
- 25 TRBS, 4.4.1(2)
- 26 TRBS,4.4.5(3)
- 27 TRBS, 4.4.1(1)
- 28 TRBS A1.1
- 29 TRBS A1.3
- 30 TRBS, 3.2.1(2)
- 31 TRBS, 4.11
- 32 TRBS, 8(1)
- 33 TRBS,3.2.1
- 34 DIN EN 1127 Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2007, 6.4.7
- 35 TRBS, 1(1) Hinweis
- 36 TRBS, 8(1) Hinweis 1
- 37 TRBS, 8(1) Hinweis 2
- 38 TRBS, 3.1(2) Hinweis 1
- 39 TRBS, Anhang D
- 40 TRBS, 8.4
- 41 TRBS, 3.2(1)
- 42 TRBS, 2.13 Hinweis 3
- 43 TRBS, 3.2 Hinweis
- 44 TRBS, 3.2.(1)
- 45 TRBS, 2.12 Hinweis 2
- 46 TRBS, 3.2(1)
- 47 TRBS, 2.14
- 48 TRBS, 3.1(2)
- 49 TRBS, 3.2(1)
- 50 TRBS, 3.2.1(1)
- 51 TRBS, 4.1(2)
- 52 TRBS, 3.2.1(1)
- 53 TRBS,2.23
- 54 TRBS, 4.4.5(3)
- 55 TRBS A1.1
- 56 TRBS A1.4
- 57 TRBS,3.2.1(2)
- 58 TRBS, 2.10
- 59 TRBS, 2.12
- 60 TRBS, 8.3.5(1)
- 61 TRBS, 8.3.5(1)
- 62 TRBS, 3.2(1)
- 63 TRBS, 2.13
- 64 TRBS, 3.2.1(2)
- 65 TRBS, 3.2.1(4) Tabelle 1a und 1b
- 66 TRBS, 8.3.5(1)
- 67 TRBS, 8.3.5(2) Tabelle 10
- 68 TRBS, 8.3.5(2) Tabelle 10
- 69 TRBS, 3.2.1(4) Tabelle 1a und 1b
- 70 TRBS 3.1(2)
- 71 TRBS 8.3.5(2)
- 72 TRBS 4.13(6)
- 73 TRBS 8.1(3)
- 74 TRBS, 3.2 Hinweis
- 75 TRBS, 4.13(6)
- 76 BGR 132, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen Fachausschuss „Chemie“ ,Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften vom März 2003
- 77 DIN IEC 93 VDE 0303 T30
- 78 FDA-Regulation 21 CFR §177.1550
- 79 FDA-Regulation 21 CFR §178.3297
- 80 TRBS, 3.1(2)
- 81 TRBS, 4.13(1)
- 82 TRBS, 4.13(1)
- 83 TRBS, 4.13(3)
- 84 TRBS, 4.13(3)
- 85 (BetrSichV) "Betriebssicherheitsverordnung vom 27. September 2002 (BGBl. I S.3777), die zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S.2178) geändert worden ist"



DE DIETRICH SAS
 Château de Reichshoffen
 F 67891 Niederbronn Cedex
 Tel. +33 3 88 80 26 00
 Fax +33 3 88 80 26 95
 www.dedietrich.com

BENELUXSTAATEN

De Dietrich Process Systems N.V.
 B - Heverlee-Leuven
 Tel. +32 16 40 5000
 Fax +32 16 40 5500
 info@benelux.dedietrich.com

BRASIL

De Dietrich Do Brasil Ltda
 São Paulo
 Tel. +55 11 2703 7380
 Fax +55 11 2702 4284
 brasil@dedietrich.com.br

CHINA

De Dietrich Process Systems Co. Ltd
 Wuxi
 Tel. +86 510 6696 7500
 Fax +86 510 6696 7599
 info@dedietrichchina.com

DEUTSCHLAND

De Dietrich Process Systems GmbH
 Mainz
 Tel. +49 6131 9704 0
 Fax +49 6131 9704 500
 mail@qvf.de

FRANKREICH

De Dietrich S.A.S.
 Zinswiller
 Tel. +33 3 88 53 23 00
 Fax +33 3 88 53 23 99
 sales@dedietrich.com

De Dietrich S.A.S.

Evry
 Tel. +33 1 69 47 04 00
 Fax +33 1 69 47 04 10
 eivs@dedietrich.com

De Dietrich Process Systems Semur

S.A.S.
 Semur-en-Auxois
 Tel. +33 3 80 97 12 23
 Fax +33 3 80 97 07 58
 info.semur@dedietrich.com

VEREINIGTES KÖNIGREICH / IRLAND

De Dietrich Process Systems Ltd
 Stafford
 Tel. +44 1785 609 900
 Fax +44 1785 609 899
 sales@qvf.co.uk

INDIEN

De Dietrich Process Systems (India)
 Pvt. Ltd
 Mumbai
 Tel. +91 22 28 505 794
 Fax +91 22 28 505 731
 ddps.india@dedietrich.com

ITALIEN

De Dietrich Process Systems Srl
 San Dona' Di Piave (VE)
 Tel. +39 0421 222 128
 Fax +39 0421 224 212
 info.it@dedietrich.com

RUSLAND

De Dietrich Rep. Office
 Moscow
 Tel. +7 495 663 9904
 Fax +7 495 663 9905
 info@ddps.ru

SCHWEIZ

De Dietrich Process Systems AG
 Liestal
 Tel. +41 61 925 11 11
 Fax +41 61 921 99 40
 info@rosenmund.com

SINGAPUR

De Dietrich Singapore (PTE) Ltd
 Singapore
 Tel. : +65 6861 1232
 Fax : +65 6861 6112
 info.sg@dedietrich.com

SPANIEN

De Dietrich Equipos Quimicos S.L.
 Barcelona
 Tel. +34 93 292 0520
 Fax +34 93 21 84 709
 comercial@dedietrich.es

SÜDAFRIKA

De Dietrich South Africa (PTY) Ltd
 Dunswart
 Tel. +27 11 918 4131
 Fax +27 11 918 4133
 info.za@dedietrich.com

VEREINIGTE STAATEN

De Dietrich Process Systems Inc.
 Mountainside, NJ
 Tel. +1 908 317 2585
 Fax +1 908 889 4960
 sales@ddpsinc.com

Charlotte, NC
 Tel. +1 704 587 04 40
 Fax +1 704 588 68 66
 rosenmund@ddpsinc.com

Die internationale Unternehmensgruppe De Dietrich Process Systems ist der führende Anbieter von Systemlösungen und Reaktoren für korrosive Anwendungen sowie Anlagen für die mechanische Fest/Flüssigtrennung und Trocknung. Die Systemlösungen von De Dietrich Process Systems werden in den Industriebereichen Pharma, Chemie und Lebensmittel eingesetzt.

www.dedietrich.com