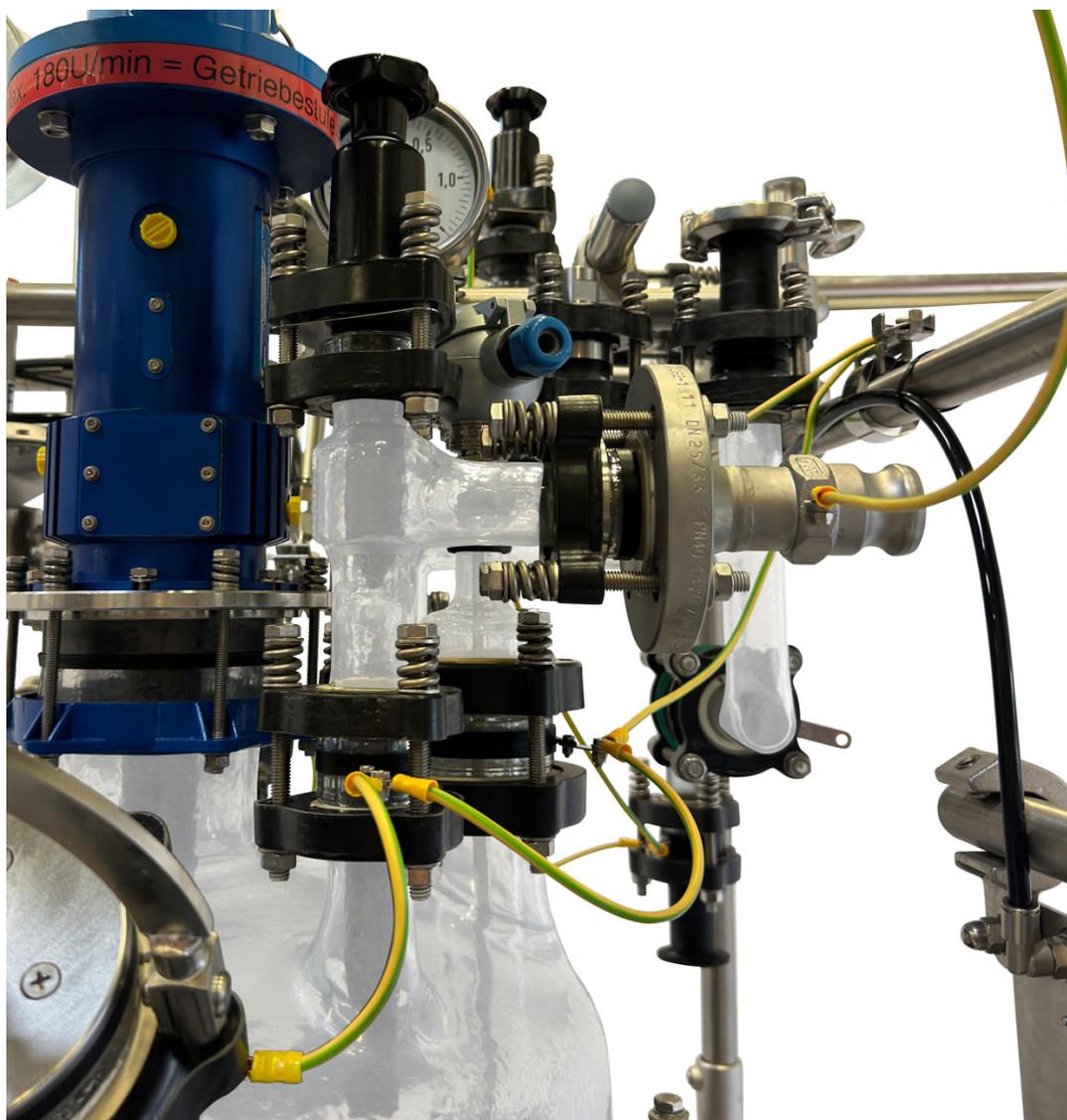


NORMAG

— Lab & Process Glass

Explosionsschutz im Glasanlagenbau



Inhaltsverzeichnis

1	Der Betrieb von Glasanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	3
1.1	Anforderungen an den Hersteller.....	3
1.2	Anforderungen an den Betreiber	4
2	Ursachen von Zündgefahren in Glasanlagen	4
3	Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen:.....	5
3.1	Potentialausgleich	5
3.2	Vermeidung von Isolierenden Materialien.....	5
3.3	Maßnahmen bei nicht ladungserzeugenden Prozessen	6
3.4	Maßnahmen bei stark ladungserzeugenden Prozessen	6
3.5	Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen.....	6
3.6	Potentialausgleich an Glasanlagen.....	6
3.7	Vermeidung isolierender Oberflächen in Glasanlagen.....	8
3.7.1	Ableitfähige Beschichtung für Borosilikatglas.....	8
3.7.2	Ableitfähige PTFE- Komponenten.....	9
3.7.2.1	Ringdichtung vom Typ CGR (KF + PF- System):.....	12
3.7.2.2	Gelenkdichtungen TYP CGH (PF-System)	13
3.7.2.3	Flachdichtungen Typ CGF (KF + PF- System).....	13
3.7.2.4	Übergangsdichtungen Glas – Emaille, Typ CGC	14
3.7.2.5	Flachdichtungen mit Stahlkern, Typ CGS	14
3.7.2.6	Flachdichtungen für Mehrfaches Öffnen, Typ CGP	15
3.7.2.7	Übergangsdichtung KF - PF, Typ CGE	15
3.7.2.8	GMP- Dichtungen, Typ CGG	16
3.7.2.9	Faltenbälge – CBG, CBE, CBA.....	17
3.7.2.10	Einleitrohre – AIPP.....	18
3.7.2.11	Ventile.....	19

1 Der Betrieb von Glasanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Der Betrieb von Anlagen ist häufig nur in explosionsgefährdeten Bereichen möglich. Diese explosionsgefährdeten Bereiche sind sowohl in der Anlage (Innere Zone) als auch um die Anlage herum (äußere Zone) möglich.

Um einen sicheren Betrieb in diesen Zonen und den ordnungsgemäßen Zustand der Anlage sicherzustellen, müssen sämtliche potenziellen Zündquellen vermieden werden. Die EU-Vorschriften verlangen, dass Hersteller die Anforderungen der Richtlinie 2014/34/EU erfüllen, während Betreiber die ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG einhalten müssen.

Dies gewährleistet die Einhaltung strenger Sicherheitsstandards in explosionsgefährdeten Umgebungen.

1.1 Anforderungen an den Hersteller

Der Hersteller produziert die Anlagen gemäß den Vorschriften des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG). Dabei berücksichtigt der Hersteller die von der Betreiberin oder dem Betreiber festgelegten ATEX-Zonen innerhalb und außerhalb der Anlage und rüstet die Anlage gemäß Richtlinie 2014/34/EU aus. Dieser Prozess wird detailliert dokumentiert.

Da es sich bei der Anlage um eine verfahrenstechnische Einrichtung handelt, die aus verschiedenen Einzelgeräten besteht, geht die Anlagendokumentation über das reine Anbringen des CE-Zeichens auf dem Fabrikschild der Anlage hinaus.

Die einzelnen Geräte in einer Glasanlage, die möglicherweise elektrische oder mechanische Zündquellen darstellen könnten, sind gemäß den Vorgaben der Richtlinie 2014/34/EU zertifiziert und tragen das CE-Zeichen.

Ein Beispiel hierfür sind unsere Standard-Rührwerke, die mit Gleitringdichtungen sowie Temperatur- und Drucksensoren ausgestattet sind. Diese Geräte sind gemäß Richtlinie 2014/34/EU für die Gerätekategorie 2 (Tabelle 1) und die Explosionsgruppe IIC (Tabelle 2) für den Innenraum zertifiziert.

Tabelle 1: Gerätekategorien

Häufigkeit einer Explosionsfähigen Atmosphäre	Zoneneinteilung nach 1999/92/EG (ATEX 137)	Sicherheitsniveau der Geräte	Gerätekategorie nach 2014/34/EU
Ständig, über längere Zeiträume	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 Zone	Gruppenbestimmendes Gas-Luft-Gemisch	Explosionsgruppe
Hoch	Wasserstoff	IIC
Mittel	Ethylen	IIB
Gering	Propan	IIA

1.2 Anforderungen an den Betreiber

Der Betreiber muss die Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) einhalten. Zusätzlich sind die Regeln der Technischen Richtlinie für Betriebssicherheit 2153 (TRGS 727) bei der Anlagenführung in ATEX-Zonen zur Vermeidung von Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen gemäß ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG zu beachten. Der Hersteller bereitet die Anlage apparativ für die vom Betreiber festgelegten ATEX-Zonen vor und stellt die erforderliche Apparatedokumentation für das Explosionsschutzdokument zur Verfügung. Auf diese Weise kann der Betreiber die Anforderungen der BetrSichV erfüllen und einen sicheren Anlagenbetrieb gewährleisten sowie dokumentieren.

2 Ursachen von Zündgefahren in Glasanlagen

Die häufigste Ursache für elektrostatische Aufladung ist die Kontaktaufladung. Wenn zwei zuvor ungeladene Gegenstände in Berührung kommen, findet an ihrer gemeinsamen Grenzfläche ein Ladungsaustausch statt. Beim anschließenden Trennen der Oberflächen trägt jede Oberfläche einen Teil dieser Ladung, jeweils mit entgegengesetzter Polarität. Die Kontaktaufladung kann an allen Grenzflächen zwischen festen und/oder flüssigen Phasen auftreten. Gase können nicht geladen werden, aber in einem Gasstrom enthaltene Feststoffpartikel oder Flüssigkeitstropfen können elektrostatische Aufladungen verursachen (siehe TRGS 727)

Elektrostatische Aufladung von Flüssigkeiten erfolgt hauptsächlich durch Kontaktaufladung. Beispiele hierfür sind der Fluss einer Flüssigkeit entlang einer festen Oberfläche wie einem Rohr, einer Pumpe oder einem Filter, sowie das Rühren, Schütteln, Sprühen oder Zerstäuben von Flüssigkeiten. Wenn die Flüssigkeit zusätzliche Phasen enthält, wie suspendierte Feststoffe oder dispergierte andere Flüssigkeiten, kann die Aufladung erheblich verstärkt werden, da die Grenzflächen zunehmen. Normalerweise treten gefährliche elektrostatische Aufladungen nur bei Flüssigkeiten mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit auf (siehe TRGS 727).

Hohe oder gefährliche Aufladungen können zu elektrostatischen Entladungen oder Funken führen, die explosionsfähige Atmosphären entzünden können. Aus diesem Grund ist es entscheidend, gefährliche Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen zu vermeiden

Der Betreiber sollte eine spezifische Sicherheitsbewertung durchführen. Normalerweise treten gefährliche elektrostatische Aufladungen nur bei Flüssigkeiten mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit auf. Es ist oft möglich, Aufladungen zu vermeiden, indem man den Flüssigkeiten Additive wie lösliche Salze zufügt, die die Leitfähigkeit bereits in geringen Konzentrationen im ppm-Bereich ausreichend erhöhen können. Dies trägt dazu bei, die Sicherheit zu gewährleisten und potenzielle Gefahren in explosionsgefährdeten Bereichen zu minimieren.

Tabelle 3: Stark ladungserzeugende Prozesse:

Schnelle Mehrphasenströmung von Flüssigkeiten ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s
Mehrmaliges schnelles Befüllen von Behältern ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 7 m/s
Flüssig-/Flüssigströmungen, Strömung von Suspensionen
Zerstäuben, Versprühen von leitfähigen Flüssigkeiten wie Wasser
Förderung isolierender Suspensionen oder Stäuben
Rühren und Mischen verschiedener Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten mit Feststoffen

3 Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen:

Wenn Aufladungen aufgrund von Reibungselektrizität entstehen, können sie auch bei räumlich entfernten, leitfähigen Objekten durch Influenz verursacht werden. Um solche Aufladungen zu minimieren, sind bestimmte Gegenmaßnahmen erforderlich, wie die Erdung von leitfähigen Materialien und die Vermeidung von isolierenden Materialien. Der Umfang dieser Maßnahmen hängt von der Häufigkeit von ladungserzeugenden Prozessen in und um die Anlage ab. Die folgenden apparativen Maßnahmen entsprechen den Richtlinien der TRGS 727 und sollen Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen unter den gegebenen Bedingungen verhindern. Diese Maßnahmen sind jedoch nur notwendig, wenn beispielsweise in der Apparatur keine Inertisierung gewährleistet ist oder ein potenziell zündfähiges Gemisch vorhanden ist.

3.1 Potentialausgleich

Wenn leitfähige Komponenten geerdet oder ableitfähige Komponenten mit der Erde verbunden sind, können sie sich nicht aufladen und stellen somit keine Zündgefahren dar. Um gemäß TRGS 727 sicherzustellen, dass Ströme von bis zu 10^{-4} A sicher ableitbar sind, genügt eine schlecht leitende Verbindung mit einem hohen Widerstand von $10^6 \Omega$ als Erdung. Dieser Potentialausgleich nach TRGS 727 unterscheidet sich von der Erdung elektrischer Geräte gemäß DIN VDE 0100-200:2006-06, die deutlich höhere Ströme sicher ableiten muss. Daher verwenden wir den Begriff "Potentialausgleich" anstelle von "Erdung nach TRGS 727". Beim Potentialausgleich können entweder einzelne Komponenten oder leitfähig miteinander verbundene Komponenten gemeinsam mit der Erde verbunden werden.

Die Leitung des Potentialausgleichs ist eindeutig durch eine gelb/grün-gestreifte Farbgebung zu kennzeichnen.

3.2 Vermeidung von Isolierenden Materialien

Die Vermeidung von isolierenden Materialien ist ein wichtiger Aspekt im Umgang mit elektrostatischen Aufladungen und zur Gewährleistung der Sicherheit in Bereichen, in denen das Risiko von Explosionen oder Bränden aufgrund elektrostatischer Entladungen besteht.

Isolierende Materialien können elektrostatische Aufladungen aufrechterhalten, da sie keine Elektronen leiten und somit die Ladung nicht ableiten können. Dies kann zu gefährlichen Spannungen führen. Um dies zu verhindern:

Verwendung leitfähiger Materialien: Dort, wo möglich und sicher, sollten leitfähige Materialien verwendet werden. Diese können Elektronen leiten und tragen zur Ableitung von Ladungen bei.

Erdung und Potentialausgleich: Leitfähige Komponenten müssen miteinander und mit der Erde verbunden werden, um die Ladungen sicher abzuleiten und ein gleichmäßiges elektrisches Potential zu gewährleisten.

Antistatische Materialien: Wenn die Verwendung von isolierenden Materialien unvermeidlich ist, sollten antistatische Beschichtungen oder Materialien in Betracht gezogen werden. Diese können elektrostatische Aufladungen reduzieren.

Die genaue Umsetzung dieser Maßnahmen hängt von der spezifischen Anwendung und den Gefahren ab, die mit elektrostatischen Aufladungen verbunden sind. Eine gründliche Gefahrenbewertung und Einhaltung der einschlägigen Vorschriften, wie TRGS 727, sind entscheidend, um die Sicherheit zu gewährleisten.

3.3 Maßnahmen bei nicht ladungserzeugenden Prozessen

Bei nicht ladungserzeugenden Prozessen, bei denen keine elektrostatischen Aufladungen auftreten oder zu erwarten sind, sind die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen und damit verbundener Gefahren begrenzt. In solchen Fällen sind z.B. keine Potentialausgleichsmaßnahmen notwendig und die Verwendung isolierender Materialien zulässig, wenn eine gefährliche Aufladung im innen- und Außenraum der Anlage sicher ausgeschlossen werden kann oder dies durch experimentelle Versuche belegt ist.

3.4 Maßnahmen bei stark ladungserzeugenden Prozessen

Bei stark ladungserzeugenden Prozessen (siehe Tabelle 3) sind spezielle apparative Maßnahmen erforderlich, um elektrostatische Aufladungen zu kontrollieren und Gefahren zu minimieren. Unabhängig von der ATEX-Zone muss sichergestellt werden, dass alle leitfähigen Komponenten und Materialien miteinander und mit der Erde verbunden sind, um ein gleichmäßiges elektrisches Potential sicherzustellen und elektrostatische Ladungen abzuleiten. Nichtleitende Materialien sind generell zu vermeiden und durch leitfähige, ableitfähige oder ableitfähig beschichtete Materialien zu ersetzen.

3.5 Maßnahmen bei ladungserzeugenden Prozessen

Wenn ladungserzeugende Prozesse nicht vollständig vermieden werden können und diese Prozesse nicht als besonders stark ladungserzeugend eingestuft sind (siehe beispielsweise Tabelle 1), können schrittweise apparative Maßnahmen zur Vermeidung gefährlicher elektrostatischer Aufladungen ergriffen werden. In solchen Situationen sollten nichtleitende Materialoberflächen nur in begrenztem Umfang vorhanden sein, und leitfähige oder ableitfähige Gegenstände müssen erst ab einer bestimmten Kapazität mit einem Potentialausgleich ausgestattet werden. Die genaue Größe der zulässigen nichtleitenden Materialoberflächen und die Anforderungen für den Potentialausgleich von leitfähigen und ableitfähigen Gegenständen hängen von der ATEX-Zone ab und sind in der TRGS 727 festgelegt.

3.6 Potentialausgleich an Glasanlagen

Die äußere Oberfläche von Glasbauteilen sowie die Flanschverbindungen haben keinen direkten Kontakt zu den strömenden Medien in der Anlage und können daher nur durch Influenz aufgeladen werden. Die mögliche Aufladung eines leitfähigen Gegenstands hängt von seiner elektrischen Kapazität ab. Abhängig von der Zone und der Explosionsgruppe sind unterschiedlich hohe Kapazitäten zulässig, bei denen auf einen Potentialausgleich verzichtet werden kann. Die TRGS 727 gibt beispielsweise für die Zonen 2, 1 IIA und 1 IIB einen Richtwert von 10 pF als höchstzulässige Kapazität an und schreibt unter diesen Bedingungen vor, dass Metallflansche ab der Nennweite DN50 einen Potentialausgleich benötigen. Die von Pfaudler Normag Systems standardmäßig verwendeten Kunststoffschellenringverbindungen benötigen keinen Potentialausgleich bis zur Nennweite DN300. Sind Metallflansche verbaut, müssen diese in der Zone 0 und Zone 1 IIC unabhängig von ihrer Nennweite, mit einem Potentialausgleich versehen sein (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Potentialausgleich an Edelstahlverbindungen (TRGS 727)

Zone	Explosionsgruppe	Edelstahl-Flanschverbindungen CS							
0	IIC								
	IIB								
	IIA								
1	IIC								
	IIB								
	IIA								
2	IIC								
	IIB								
	IIA								
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	200	300
Kapazität C < 10pF < Kapazität C									

Um die große Anzahl von Flanschverbindungen in einer Glasanlage zu berücksichtigen, wurde beim Design der Flanschverbindungen ein leicht zu montierender und sicherer Potentialausgleich implementiert. Die Flanschverbindungen aus korrosionsbeständigem Edelstahl werden nach der Montage nacheinander elektrisch leitend verbunden, indem die Schellenringe mit einer Erdungsklemme an den vorgesehenen Erdungsbohrungen (M5) befestigt werden. Die Erdungsleitung kann dann kontinuierlich in Reihe mit diesen Erdungsklemmen verbunden werden. Die Erdungsklemmen sind korrosionsbeständig und erfordern zur Demontage spezielle Werkzeuge. Der so hergestellte Potentialausgleich weist einen Widerstand von weniger als $10^6 \Omega$ auf, was den Anforderungen der TRGS 727 entspricht. Die miteinander verbundenen Komponenten werden an geeigneten Erdungspunkten mit der Erde verbunden.

Der Vorteil des in Reihe angeschlossenen Potentialausgleichs liegt darin, dass es nicht zu einer Unterbrechung des gesamten Potentialausgleichs aller miteinander verbundenen Flansche kommt, wenn lediglich an einem Flansch die Klemmverbindung gelöst wird.

Alle Edelstahlflansche sind mit einer Erdungsbohrung und somit für den Potentialausgleich vorgesehen. Dazu gehören unter anderem die Flansche von Faltenbälgen, Ventilen, Rührwerken Rohrbündelwärmeübertrager, etc.

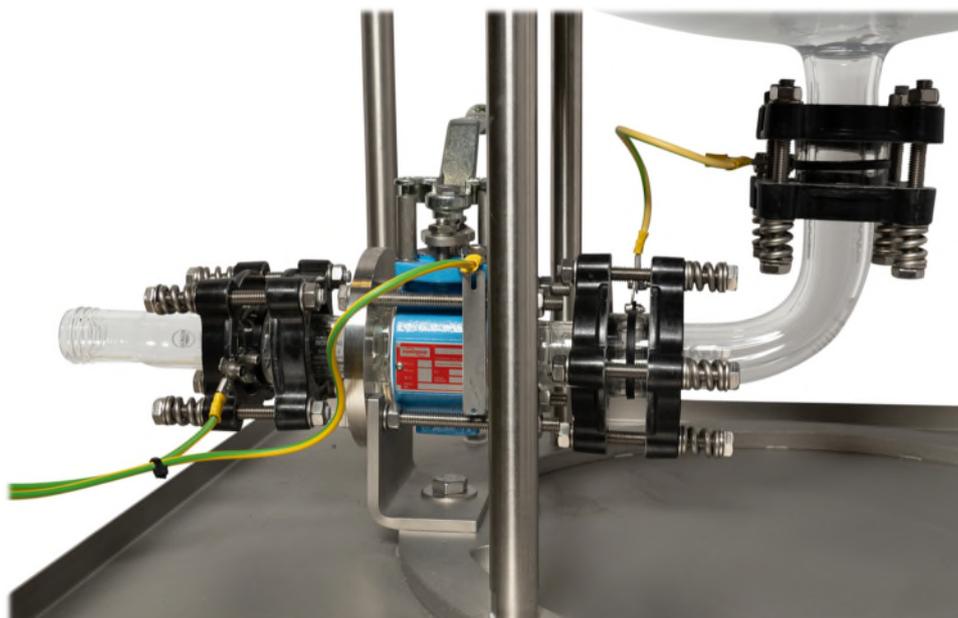


Abb.1: Potentialausgleich der Dichtungen und Metallflansche durch festverklebte Leitung

3.7 Vermeidung isolierender Oberflächen in Glasanlagen

Die Vermeidung isolierender Oberflächen in Glasanlagen ist ein wichtiger Aspekt der Sicherheit und Kontrolle von elektrostatischen Aufladungen und potenziellen Gefahren in industriellen Umgebungen. Isolierende Oberflächen können elektrostatische Ladungen ansammeln und sie nicht ableiten, was zu einem Risiko für Funkenbildung und potenziell explosionsfähigen Atmosphären führen kann. In Glasanlagen sind diese Isolierende Oberflächen auf Bauteilen aus Kunststoffen wie PTFE und unter bestimmten Umständen auf äußeren Glasoberflächen zu finden.

Bei der Auswahl von Materialien für Komponenten und Oberflächen in Glasanlagen können leitfähige oder ableitfähige Materialien, wie z.B. PTFE mit Leitpigmenten, verwendet werden. Diese Materialien können elektrostatische Ladungen effizient ableiten

Die äußeren Glasoberflächen können mit einer ableitfähigen Beschichtung ableitfähig gemacht werden. Im Inneren von Glasanlagen sind jedoch gemäß TRGS 727 die gleichen Maßnahmen zu ergreifen wie in anderen ableitfähigen Einrichtungen.

3.7.1 Ableitfähige Beschichtung für Borosilikatglas

Das in Glasapparaturen verwendete Borosilikatglas 3.3 ist hydrophil und hat bei 50 % relativer Luftfeuchte und 23 °C einen Oberflächenwiderstand von etwa $10^{11} \Omega$ und ist unter diesen Bedingungen in der Regel sicher vor gefährlichen Aufladungen durch Vorgänge wie Reiben. Allerdings müssen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von weniger als 50 % und Temperaturen über 50 °C geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um gefährliche Aufladungen zu verhindern, wenn die Glasanlage in der Zone 0 oder 1 IIC betrieben werden soll.

Eine solche Maßnahme ist beispielsweise die ableitfähige Beschichtung, die einen Oberflächenwiderstand von weniger als $10^8 \Omega$ aufweist. Dieser Oberflächenwiderstand wird gemäß DIN VDE 0303-3:1983-05 an jeder beschichteten Glaskomponente gemessen, und die Zulässigkeit wird durch eine Plakette auf der Beschichtung bestätigt, die das Datum der Messung angibt. Bei der Montage der Edelstahlschellenringverbindung in allen Nennweiten im PF-System auf ableitfähig beschichteten Komponenten wird eine nicht ableitfähige Kautschukeinlage verwendet, um die Beschichtung nicht zu beschädigen. Im KF-System kann die gleiche Einlage aus Kunststoff verwendet werden. Da der Potentialausgleich nicht über die Einlagen und Schellenringe erfolgt, muss die ableitfähige Beschichtung somit über ableitfähige Dichtungen an den Potentialausgleich angeschlossen werden. Dabei ist zu beachten, dass dies über den Dichtungskragen erfolgt, was bedeutet, dass an jedem Bauteil mit ableitfähiger Beschichtung ein Dichtungskragen anliegen muss. Über ableitfähige Doppelkragendichtungen wird dies in jedem Fall sichergestellt und es bietet sich dadurch zusätzlich die Möglichkeit mehrere Glasbauteile miteinander zu verbinden, ohne jede Dichtung einzeln an den Potentialausgleich anschließen zu müssen.

Zusätzlich, zur Vermeidung potenzieller Zündquellen, bietet die Glas-Beschichtung zwei wichtige Vorteile: Erstens schützt sie die Glasoberfläche vor mechanischen Beschädigungen und zweitens ermöglicht sie unter Umständen eine Restentleerung der Anlage im Falle eines Glasbruchs. Diese ableitfähige Beschichtung, hauptsächlich bestehend aus Polyurethan, weist eine hohe Beständigkeit gegenüber Chemikalien und Witterungseinflüssen auf. Die Beschichtung eines nicht isolierten Glasbauteils bleibt bis zu einer Betriebs-temperatur von 140°C langfristig stabil.

Tabelle 5: Auswahldiagramm für ableitfähige Beschichtung

Zone	Explosionsgruppe	Glasoberfläche
0 Außen	IIC	
	IIB	
	IIA	
1 Außen	IIC	
	IIB	
	IIA	
2 außen	IIC	
	IIB	
	IIA	
Nennweite DN		alle

Ableitfähig beschichtetes Glas



Abb.2: unbeschichtetes (vorn) und ableitfähig beschichtetes Glas (hinten)

	<p>Achtung: Ist eine ableitfähige Beschichtung notwendig, muss unabhängig von der Zone und Explosionsgruppe eine ableitfähige Dichtung mit Erdungsglasche eingesetzt werden, da die ableitfähige Beschichtung hierüber an den Potentialausgleich angeschlossen wird. Über den Dichtungskragen der CGR, der außen an der Beschichtung anliegt ist eine ableitfähige Verbindung möglich.</p> <p>Der Einsatz der Doppelkragendichtung (CGR-M3/-M4) ermöglicht eine durchgehend ableitfähige Verbindung und es muss nicht jede Dichtung an den Potentialausgleich angeschlossen werden.</p>
--	--

3.7.2 Ableitfähige PTFE- Komponenten

Wenn isolierende Kunststoffe wie beispielsweise PTFE für einzelne Bauteile verwendet werden, gibt es spezifische Vorgaben bezüglich der zulässigen Oberflächengröße. Gemäß TRGS 727 sind die größten projizierten Flächen, die an explosionsgefährdete Bereiche angrenzen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6), maßgeblich. Diese Oberflächen dürfen nicht größer sein als in Tabelle 6 festgelegt.

Komponenten aus PTFE wie Dichtungen, Faltenbälge, Rührer, Ventalfaltenbälge und andere können in einer ableitfähigen Ausführung bezogen werden. Diese Komponenten verfügen über Zertifikate, die sowohl die Ableitfähigkeit als auch die Materialeigenschaften gemäß den FDA-Vorschriften bestätigen. In ladungserzeugenden Prozessen, die nicht als besonders stark ladungserzeugend eingestuft werden, ist es gemäß Abschnitt 3.4 nicht immer erforderlich, alle PTFE-Komponenten aus ableitfähigem Material herzustellen. Tabelle 6 zeigt die maximal zulässige Oberfläche für nichtleitende Materialien, bei deren Verwendung keine gefährlichen Aufladungen zu erwarten sind.

Die projizierten Oberflächen für PTFE-Komponenten werden gemäß den Richtlinien der TRGS 727 sowohl für den Außen- als auch den Innenraum berechnet. Dies ist beispielhaft in Abbildung 5 für den Innenraum und in Abbildung 6 für den Außenraum dargestellt. Bei der Entscheidung, ob ableitfähiges Material erforderlich ist, wird für die Zone 0 nur die Fläche im Innenraum berücksichtigt. Die Zone 0 im Außenraum wird nicht berücksichtigt, da die in Glasanlagen verwendeten Geräte, die von der Richtlinie 2014/34/EU erfasst werden, nicht für die Zone 0 im Außenraum zertifiziert sind. Für die Zonen 1 und 2 wird die jeweils größere der beiden Flächen als Grundlage genommen. Die folgenden Auswahldiagramme zeigen in Abhängigkeit von der Nennweite einer Komponente und der zugehörigen ATEX-Zone oder Explosionsgruppe, ob die Verwendung von ableitfähigem PTFE erforderlich ist oder nicht.

Tabelle 6: höchstzulässige Oberflächen isolierender Materialien (TRGS 727)

Zone	Explosionsgruppe	Projizierte Oberfläche cm²					
0 Innen	IIC	4					
	IIB	25					
	IIA	50					
1 Innen Oder Außen	IIC	20					
	IIB	100					
	IIA	100					
2 Innen Oder außen	IIC						
	IIB						
	IIA						
Projizierte Oberfläche cm²		4	20	25	50	100	



Anhand der Tabelle 6 ist zu erkennen, dass kein ableitfähiges PTFE in der Zone 2 innen / außen benötigt wird.

Die ableitfähigen Komponenten zeichnen sich durch das Fehlen isolierender Oberflächen aus und werden ebenso wie leitfähige Komponenten mit einem Potentialausgleich ausgestattet. Im Unterschied zu den Standardkomponenten mit isolierendem PTFE können sich die metallischen Teile der mit ableitfähigem PTFE ausgerüsteten Komponenten, wie Faltenbälge und Zwischenplatten, ohne Einflusswirkung aufladen und erfordern daher ebenfalls einen Potentialausgleich.

Im Weiteren die wichtigsten Bauteile exemplarisch vorgestellt. Für die anderen PTFE-Komponenten stellen wir auf Anfrage gerne Informationen zur Verfügung.



Abb.3: Ringdichtung für das PF- / KF- System



Abb.4: Flanschformen PF- / KF- System

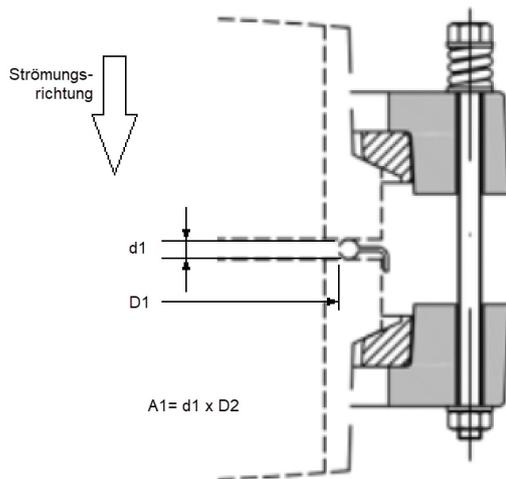


Abb.5: Projizierte Fläche innen

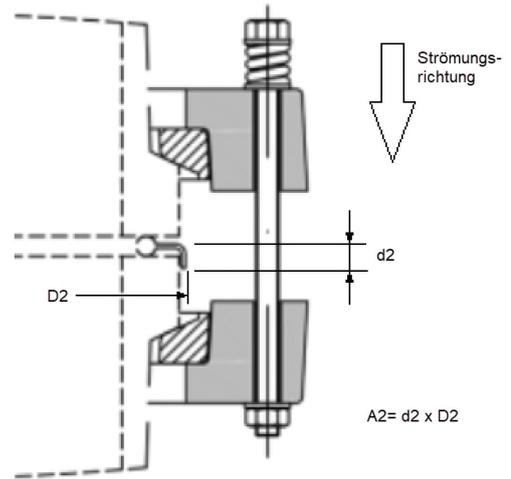


Abb.6: Projizierte Fläche außen

Die nachfolgenden Diagramme zeigen für die verschiedenen Dichtungstypen im KF und PF- System, ab welchen Nennweiten bei welchen Zonen diese in ableitfähiger Ausführung eingesetzt werden müssen.

3.7.2.1 Ringdichtung vom Typ CGR (KF + PF- System):

Die Ringdichtung (CGR-K) für das KF-System kann bei Kugel/Pfanne- Flanschverbindungen für alle Nennweiten eingesetzt werden. Für KF- Plan DN 200 und DN300 werden die Ringdichtungen (CGR) eingesetzt. Die Ringdichtung für das PF-System (CGR-P) wird für die Verbindung zwischen PF-Flanschen eingesetzt. 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 ausgestattet, um sie mit einem Potentialausgleich versehen zu können.

Tabelle 7: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGR / CGR-M4

Zone	Explosionsgruppe	Ringdichtung - CGR											
0 Innen	IIC	40			150							400	
	IIB				150							400	
	IIA				400							400	
1 Innen Oder Außen	IIC	40		80			400					400	
	IIB			80			400					400	
	IIA			400			400					400	
2 Innen Oder außen	IIC												
	IIB												
	IIA												
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300			

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	
Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich (CGR mit Doppelkragen, CGR-M3/M4)	



Abb.7+8: Ringdichtung mit Erdungslasche



Abb.9: Gelenkdichtung mit Erdungslasche

3.7.2.2 Gelenkdichtungen TYP CGH (PF-System)

Gelenkdichtungen erlauben die tottraumarme Auswinkelung einer Planflanschverbindung im PF- System. Sie bestehen produktseitig aus einer PTFE-Hülle, die von drei Edelstahlringen gestützt wird. Der Potentialausgleich erfolgt mit einer Metalllasche, die am mittleren der drei Edelstahlringe angebracht ist. Abb.9

Tabelle 8: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGH

Zone	Explosionsgruppe	Gelenkdichtung - CGH						
0 Innen	IIC	15						
	IIB					50		
	IIA				100			
1 Innen oder Außen	IIC					50		
	IIB				100			
	IIA				100			
2 Innen oder außen	IIC							
	IIB							
	IIA							
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	

3.7.2.3 Flachdichtungen Typ CGF (KF + PF- System)

Zum Übergang von Glasflanschen auf Kunststoff- oder PTFE ausgekleidete Rohrleitungen wird empfohlen neben der Ringdichtung CGR oder Übergangsdichtung CGC noch ergänzend eine PTFE-Flachdichtung einzusetzen. Die Flachdichtung soll ein Eindringen der Ringdichtung in die Kunststoff- beziehungsweise PTFE-Dichtfläche vermeiden. Beim Einsatz in Kombination mit einer CGR oder CGC muss dann die projizierte Oberfläche der beiden direkt miteinander in Kontakt stehenden Dichtungen betrachtet werden.

Tabelle 9: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGF

Zone	Explosionsgruppe	Flachdichtung - CGF									
0 Innen	IIC					50					
	IIB						200				
	IIA							400			
1 Innen Oder Außen	IIC								150		
	IIB										
	IIA										
2 Innen Oder außen	IIC										
	IIB										
	IIA										
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300	

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	

3.7.2.4 Übergangsdichtungen Glas – Emaille, Typ CGC

Übergangsdichtungen vom Typ CGC werden zum Übergang von Glas auf andere Werkstoffe eingesetzt, insbesondere wenn ein leicht unterschiedlicher Innendurchmesser oder stark gerundete Dichtflächen, z.B. an emaillierten Stutzen, auszugleichen sind. Die Übergangsdichtungen bestehen aus einem Edelstahlring, einer, leichte Unebenheiten ausgleichenden, Graphiteinlage und der produktseitigen PTFE- Hülle mit Dichtwulsten.

Tabelle 10: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGC

Zone	Explosionsgruppe	Übergangsdichtung Glas - Emaille - CGC									
0 Innen	IIC				25						
	IIB					80					
	IIA						150				
1 Innen oder Außen	IIC				80						
	IIB					300					
	IIA						300				
2 Innen oder außen	IIC										
	IIB										
	IIA										
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300	

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	

3.7.2.5 Flachdichtungen mit Stahlkern, Typ CGS

Zum Übergang von PF-Glasflanschen auf Rohrleitungen mit größeren Übergangsradien oder leicht abweichenden Durchmessern wird empfohlen neben der Ringdichtung CGR noch ergänzend eine PTFE-ummantelte Stahlkerndichtung einzusetzen. Die Stahlkerndichtung ermöglicht die Übertragung der Kräfte entsprechend der leicht unterschiedlichen Lage der Dichtungsauflegedurchmesser und vermeidet zudem ein Eindringen der Ringdichtung beim Übergang auf Rohrleitungen aus Kunststoff beziehungsweise Kunststoffauskleidung. Speziell für diese Anwendungen ist die Stahlkerndichtung der Übergangsdichtung CGC vorzuziehen

Tabelle 11: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGS

Zone	Explosionsgruppe	Flachdichtung mit Stahlkern - CGS									
0 Innen	IIC				40						
	IIB					100					
	IIA						200				
1 Innen oder Außen	IIC				100						
	IIB					300					
	IIA						300				
2 Innen oder außen	IIC										
	IIB										
	IIA										
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300	

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	

3.7.2.6 Flachdichtungen für Mehrfaches Öffnen, Typ CGP

Speziell für Anwendungsfälle, die regelmäßige Öffnungs- und Schließvorgänge erfordern, z.B. bei Filterapparaten, empfiehlt sich der Einsatz der gekammerten Flachdichtung vom Typ CGP.... Die CGP-Dichtung hat einen Kern aus gerecktem elastischem PTFE.

Tabelle12: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGP

Zone	Explosionsgruppe	Flachdichtung für mehrfaches Öffnen CGP								
0 Innen	IIC									
	IIB									
	IIA									
1 Innen Oder Außen	IIC									
	IIB									
	IIA									
2 Innen Oder außen	IIC									
	IIB									
	IIA									
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	

3.7.2.7 Übergangsdichtung KF - PF, Typ CGE

Zum Übergang von PF-Glasflanschen auf KF-Flansche in Kugel- oder Pfannenausführung können Übergangsdichtungen vom Typ CGE verwendet werden. Die Dichtung zentriert sich über einen Kragen am äußeren Umfang des Glasrohrendes.

Tabelle 13: Auswahldiagramm für PTFE-Dichtungen Typ CGE

Zone	Explosionsgruppe	Übergangsdichtungen KF - PF CGE								
0 Innen	IIC									
	IIB									
	IIA									
1 Innen oder Außen	IIC									
	IIB									
	IIA									
2 Innen oder außen	IIC									
	IIB									
	IIA									
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	

3.7.2.8 GMP- Dichtungen, Typ CGG

Für anwendungsfälle, bei denen auf möglichst Totraumarme Flanschverbindungen Wert gelegt wird, kommen diese GMP- Dichtungen zum Einsatz. Bei diesen Dichtungen wird ist der Innendurchmesser an den Innendurchmesser der Rohrleitungen angepasst, um den Totraumspalt so gering wie möglich zu halten.

Tabelle 14: Auswahldiagramm für PTFE- Dichtungen Typ CGG

Zone	Explosionsgruppe	GMP- Dichtungen CGG									
0 Innen	IIC	50									
	IIB	200									
	IIA	400									
1 Innen Oder Außen	IIC	40									
	IIB	200									
	IIA	200									
2 Innen Oder außen	IIC										
	IIB										
	IIA										
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	150	200	≥300	

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	

3.7.2.9 Faltenbälge – CBG, CBE, CBA

Mit Faltenbälgen (Abb.10) werden z. B. temperaturbedingte Längenänderungen unterschiedlicher Materialien innerhalb der Anlage ausgeglichen und so Spannungen im Glas vermieden. Die 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. Für die Faltenbälge mit Vakuumstütze gilt die gleiche Abbildung. Der Faltenbalg ist direkt mit dem Metallflansch leitend verbunden. Der Potentialausgleich erfolgt genau wie bei der Edelstahlflanschverbindung über die Erdungsklemmen, an denen die durchgehende Erdungsleitung angeschlossen wird.

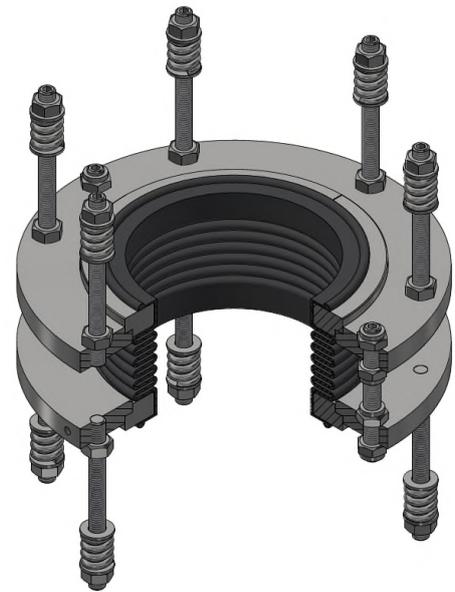


Abb.10: Ableitfähiger Faltenbalg mit Erdungsbohrung

Tabelle 15: Auswahldiagramm Ableitfähige Faltenbälge

Zone	Explosionsgruppe	Faltenbälge CBG CBE CBA							
		15	25	40	50	80	100	≥100	
0 Innen	IIC	KF+PF (PF ab DN25)							
	IIB								
	IIA								
1 Innen oder Außen	IIC	KF+PF (PF ab DN50)							
	IIB								
	IIA								
2 Innen oder außen	IIC								
	IIB								
	IIA								
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100	≥100	

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	
Potentialausgleich und kein ableitfähiges PTFE	

3.7.2.10 Einleitrohre – AIPP

Mit Einleitrohren aus PTFE wird das einzuleitende Fluid z.B. in ein Gefäß oder Reaktor geleitet, sodass dieses nicht an der Innenwand des Stutzens und der Haube entlangläuft, sondern direkt in das Fluid im Behälter fließt. Die Wahl des PTFEs für das Einleitrohr ist unabhängig von der Zone außerhalb des Behälters, da der wesentliche Teil des Einleitrohres innen liegt. Da die projizierten Oberflächen senkrecht zur Strömungsrichtung deutlich größer sind als bei den o.g. Dichtungen, werden die Einleitrohre schon ab geringen Nennweiten mit ableitfähigem PTFE benötigt.

Der Potentialausgleich erfolgt genau wie bei den Dichtungen über eine Erdungslasche.

Tabelle 16: Auswahldiagramm ableitfähige Einleitrohre

Zone	Explosionsgruppe	Einleitrohre AIPP – Länge 100/250 mm			
0 Innen	IIC	[Blue shaded area]			
	IIB				
	IIA				
1 Innen oder Außen	IIC	[Light blue shaded area]	[Blue shaded area]		
	IIB				
	IIA				
2 Innen oder außen	IIC	[White area]			
	IIB				
	IIA				
Nennweite DN		15	25	40	50

ableitfähiges PTFE und Potentialausgleich L=100 mm	[Blue shaded area]
ableitfähiges PTFE und Potentialausgleich L=250 mm	[Light blue shaded area]
kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	[White area]

3.7.2.11 Ventile

Die Faltenbalgventile des Typs VS, VE sowie VOB können sowohl zum Absperren als auch zur groben Regelung eingesetzt werden. Da das Ventiloberteil aus Kunststoff ist und keine leitende Verbindung zum Ventilschalenbalg hat, ist eine Erdungslasche aus Metall zwischen Oberteil und Ventilschalenbalg verbaut. Hierbei wird dieselbe durchgehende Erdungsleitung verwendet, die auch mit den Erdungslaschen anderer ableitfähigen Bauteileverbunden ist. Die Wahl des PTFE für den Ventilschalenbalg ist unabhängig von der Zone außerhalb der Apparatur, da der wesentliche Teil des Ventilschalenbalgs im Glasgehäuse sitzt und er somit nur in der Apparatur durch Reibungselektrizität aufgeladen werden kann. Der Tabelle 17 lässt sich entnehmen bei welchen Zonen in der Apparatur die Ventilschalenbälge aus ableitfähigem PTFE bestehen müssen.

Tabelle 17: Auswahldiagramm ableitfähiger Ventilschalenbalg

Zone	Explosionsgruppe	Ventile VS, VE					
0 Innen	IIC	15					
	IIB	25					
	IIA	25					
1 Innen	IIC	15					
	IIB	40					
	IIA	40					
2 Innen	IIC						
	IIB						
	IIA						
Nennweite DN		15	25	40	50	80	100

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	

Tabelle 18: Auswahldiagramm ableitfähiger Faltenbalg VOB

Zone	Explosionsgruppe	VOB	
0 Innen	IIC		
	IIB		
	IIA		
1 Innen	IIC		
	IIB		
	IIA		
2 Innen	IIC		
	IIB		
	IIA		
Nennweite DN		40	50

Ableitfähiges PTFE mit Potentialausgleich	
Kein ableitfähiges PTFE und kein Potentialausgleich	