

### TECHNIQUE DE PROCESSUS AVEC LE VERRE BOROSILICATE 3.3

Le verre borosilicate 3.3 en tant que matière pour la technique de processus est largement répandu dans l'industrie chimique et pharmaceutique, ainsi que dans de nombreux secteurs connexes comme la technique des boissons ou la galvanotechnique.

Il y a de nombreuses raisons à cela :

- la transparence du verre borosilicate 3.3 permet le contrôle visuel permanent des processus en cours.
- Le verre borosilicate 3.3 résiste en plus à la corrosion de presque tous les fluides, en particulier les acides puissants. Les matières utilisées en standard avec le verre borosilicate 3.3 comme le PTFE ont également une résistance presque universelle à la corrosion.
- La surface lisse et sans porosités prévient largement les dépôts et les encroûtements.
- À l'inverse des métaux, l'indifférence catalytique du verre borosilicate 3.3 prévient les réactions catalytiques. Les influences sur le goût et sur l'odeur sont exclues.
- Le verre est physiologiquement inoffensif.
- Le verre borosilicate 3.3 est ininflammable.
- Un recyclage du verre est possible.
- Le verre borosilicate 3.3 est utilisé comme en laboratoire pour presque toutes les applications. Dans le passage à plus grande échelle sur les installations pilotes et de production, il n'y a pas de modifications des matières en contact avec le produit.
- Grâce à la résistance aux hautes températures et aux changements de température, les propriétés restent pratiquement inchangées sur toute la gamme de températures.
- Le verre borosilicate 3.3 est une matière homologuée et éprouvée pour la fabrication de réservoirs sous pression.

NORMAG utilise les excellentes propriétés de matière du verre borosilicate 3.3 en combinaison avec le PTFE dans tout son programme de fabrication. Le système de construction modulaire éprouvé et utilisé de façon cohérente et composé de composants fonctionnels normalisés englobe la plage de DN 15 à DN 600.

La grande fiabilité des liaisons solidaires et la résistance aux charges les plus élevées de tous les composants sont essentielles pour ce système de construction modulaire. Ceci est obtenu par les deux formes éprouvées d'extrémité de tubes rotule-poche (KF) et bride plane de sécurité (PF), qui ont été conçues et optimisées dans le design 2012 pour toute la gamme de diamètres nominaux, dans le respect de la matière.

L'intégralité du programme des composants et appareils disponibles en standard est décrit dans les chapitres précédents. Les informations techniques sur la matière, le traitement et les applications sont données dans le chapitre ci-après.

## PROPRIÉTÉS DU VERRE BOROSILICATE

### COMPOSITION CHIMIQUE

Le verre borosilicate 3.3 est une matière normalisée avec la composition approximative suivante :

Désignation	Part en poids %
SiO <sub>2</sub>	80,6
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,5
NaO	4,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,2
Oligoéléments	0,5

Tableau 10.1 : Composition chimique du verre borosilicate 3.3

### RESISTANCE CHIMIQUE

La résistance chimique du verre borosilicate 3.3 est connue pour presque tous les produits. Il est très résistant à l'eau, aux solutions salines, aux substances organiques, aux halogènes comme par ex. le chlore et à de nombreux acides. Le verre borosilicate 3.3 peut être utilisé sans difficultés à température ambiante en combinaison avec des lessives jusqu'à une concentration de 30 %. On note simplement une dégradation de la surface du verre avec quelques matières, comme l'acide ainsi que l'acide phosphorique concentré et les alcalis puissants à fortes températures.

Une classification de la matière verre borosilicate 3.3 selon les méthodes d'examen applicables donne le résultat suivant (voir aussi ISO 3585 et EN 1595) :

Résistance à l'eau à 98 °C	Résistance à l'eau de semoule classe ISO 719-HGB 1
Résistance à l'eau à 121 °C	Résistance à l'eau de semoule classe ISO 720-HGA 1
Résistance à l'acide	Émission Na <sub>2</sub> O < 100 mg/dm <sup>2</sup> selon ISO 1776
Résistance à la lessive	Classe de résistance aux alcalis ISO 695-A2

Tableau 10.2 : Résistance chimique du verre borosilicate 3.3

La dégradation de la surface dépend des conditions d'exploitation et des fluides respectifs. Une déclaration générale sur la dégradation de la surface n'est pas possible.

### PROPRIETES THERMIQUES

Le verre borosilicate 3.3 se distingue des autres matières de construction d'appareils non seulement par sa résistance presque universelle à la corrosion, mais aussi par un très faible coefficient de dilatation à la chaleur. Des mesures coûteuses de compensation des dilatations thermiques liées à la chaleur ne sont donc pas nécessaire.

Les principales propriétés thermiques pour la construction des appareils sont présentées ci-après (voir aussi la DIN ISO 3585 et EN 15995) :

Coefficient moyen de conductivité thermique linéaire	$\alpha_{20/300} = (3,3 \pm 0,1) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Conductivité thermique moyenne entre 20 et 100 °C	$\lambda_{20/100} = 1,2 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
Conductivité thermique moyenne entre 20 et 200 °C	$\lambda_{20/200} = 1,3 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
Conductivité thermique moyenne spécifique entre 20 et 100 °C	$c_{p 20/200} = 0,84 \text{ kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
Conductivité thermique moyenne spécifique entre 20 et 100 °C	$c_{p 20/200} = 0,98 \text{ kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
Densité à 20 °C	$\rho = 2,230 \text{ kg m}^{-3}$

Tableau 10.3 : Propriétés physiques du verre borosilicate 3.3

### PROPRIETES MECANIQUES

Le verre borosilicate 3.3 est une matière homologuée et éprouvée pour la fabrication de réservoirs sous pression. Les valeurs de résistance admises pour l'utilisation du verre borosilicate 3.3 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs comportent un facteur de sécurité, appelé facteur K/S, qui prend en compte les expériences pratiques sur la résistance du verre et en particulier des propriétés comme matière fragile. Dans l'application pratique, il faut tenir compte que le verre borosilicate 3.3 en tant que matière fragile ne peut pas réduire les pics de tension sur les passages irréguliers et les plus petites fissures. La dépendance thermique négligeable de la résistance et la résistance à la pression et à la traction nettement plus élevée font également partie des particularités du verre borosilicate 3.3.

Ces enseignements sont pris en compte dans la norme EN 1595, et les valeurs caractéristiques suivantes ont été définies comme base de calcul pour les contraintes admises par les composants en verre par les tensions de traction, de flexion et de pression, et un état de surface dans des conditions d'exploitation pratiques défavorables a été pris en compte.

Densité à 20 °C	$\rho = 2,230 \text{ kg m}^{-3}$
Caractéristiques de résistance à la traction et à la flexion	$K/S = 7 \text{ N mm}^{-2}$
Caractéristiques de résistance à la pression	$K/S = 100 \text{ N mm}^{-2}$
Module d'élasticité	$E = 64000 \text{ N mm}^{-2}$
Nombre de Poisson	$\nu = 0,2$

Tableau 10.4 : Propriétés mécaniques du verre borosilicate 3.3

### PROPRIETES OPTIQUES

Le verre borosilicate 3.3 est une matière transparente avec une grande perméabilité correspondante aux radiations dans la gamme de longueurs d'ondes visible.

Pour de nombreuses applications comme les réactions photochimiques, la translucidité dans le domaine ultraviolet est très importante. Le verre borosilicate 3.3 est adapté aux applications comme la chloration photochimique (absorption dans le domaine 280 à 400 nm), par contre il faut utiliser d'autres matières comme le verre de quartz pour les applications avec des longueurs d'ondes plus courtes.

Pour le traitement de substances sensibles à la lumière, il est recommandé d'utiliser le verre borosilicate brun revêtu. La translucidité aux UV est largement réduite par ce revêtement spécial appliqué de façon durable.

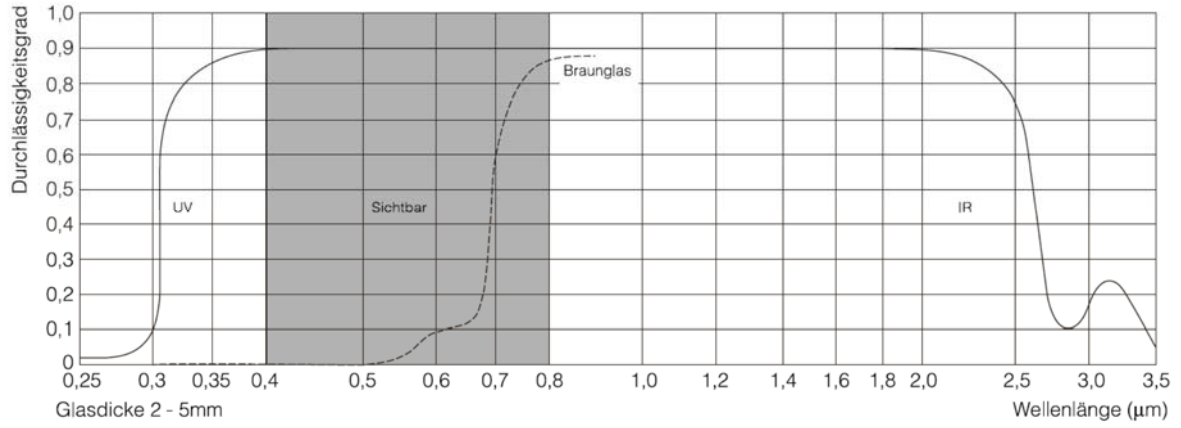


Tableau 10.1 : Courbes de transmission pour le verre borosilicate 3.3

## CONDITIONS D'EXPLOITATION ADMISES

### TEMPERATURE D'EXPLOITATION ADMISE

Le verre borosilicate 3.3 présente à des températures proches de la température de transformation supérieure à 500 °C un comportement presque idéal du point de vue de l'élasticité et conserve sa résistance mécanique jusqu'à cette température. À cause de la matière d'étanchéité PTFE utilisée et pour éviter les chocs de température, la plage de température admise pour les applications standard est cependant limitée de - 50 à + 200 °C.

Pour les températures inférieures au point de congélation, on constate une augmentation de la résistance à la traction, si bien que le verre borosilicate 3.3 en combinaison avec des joints adaptés peut aussi être utilisé à des températures plus basses. À l'inverse, une utilisation à des températures supérieures à 200 °C est également possible.

Une étude séparée est nécessaire pour la plage de température admise pour les récipients à enveloppe. Pour une concertation sur de telles applications et d'autres cas spéciaux, veuillez-vous adresser à notre service technique.

### CHOC DE TEMPERATURE

Les changements rapides de la température du fluide à l'intérieur ou à l'extérieur conduisent immédiatement à des changements de température de la paroi, qui doivent être évités. Il se produit des tensions thermiques de la paroi qui diminuent la surpression d'exploitation admise du composant en verre respectif. Dans le cas extrême, un tel choc de température peut provoquer la rupture spontanée du verre.

La résistance du verre aux changements de température dépend essentiellement des conditions d'exploitation et de l'épaisseur de la paroi. Il n'y a donc pas de valeur générale obligatoire pour toutes les conditions d'exploitation existantes. On utilise comme valeur admise de façon conservatoire pour les changements rapides de température une valeur estimative générale de 100 K maxi. Habituellement, les changements de température de ce type ne sont pas atteints rapidement avec des appareils de chauffage / de refroidissement, de sorte qu'on doit observer la différence de température admise seulement pour des divergences de ce standard pour les récipients à enveloppe ou les tubes à gaine. Par contre, il faut absolument respecter le choc de température admis pour le remplissage ou l'éclaboussement d'un composant en verre très chaud avec un liquide froid, ainsi qu'en cas d'éclaboussures possibles d'eau froide de l'extérieur sur la paroi très chaude d'un composant en verre. Le refroidissement d'un composant en verre doit s'effectuer seulement lentement en respectant les conditions d'exploitation, généralement par une évacuation naturelle de la chaleur dans l'air ambiant.

### DETERMINATION DE LA DIFFERENCE DE TEMPERATURE DE LA PAROI

Les données suivantes forment la base de détermination de la différence de température de la paroi  $\Delta\vartheta_w$  et ainsi du calcul de l'épaisseur de la paroi.

Température d'exploitation admise	$T_{adm} = -50 / +200 \text{ °C}$
Différence de température admise entre l'intérieur et l'extérieur	$\Delta\vartheta_M \leq 180 \text{ K}$
Coefficient de transmission de la chaleur intérieur	$\alpha_i = 1200 \text{ Wm}^{-2}\text{K}$
Coefficient de transmission de la chaleur extérieur	$\alpha_a = 11.6 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}$

Tableau 10.5 :

Principes de calcul du calcul de la température de la paroi en verre borosilicate 3.3

La différence de température du fluide  $\Delta\vartheta_M$ , voir figure 1.2, ne doit pas être confondue avec la différence de température de paroi, essentielle pour le calcul de la résistance  $\Delta\vartheta_W$ , qui est définie à partir de la différence de température du fluide, de l'épaisseur de la paroi, de la géométrie et des coefficients de transmission de la chaleur interne et externe. Le coefficient de transmission de la chaleur interne mentionné  $\alpha_i$  couvre, avec une valeur de  $1200 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ , largement tous les cas se produisant dans la pratique de façon conservatrice. Le coefficient de transmission de la chaleur extérieur, qui correspond à un bâtiment avec un courant d'air ou bien une installation à l'air libre à l'abri du vent  $\Delta\vartheta_W$  a une influence nettement plus importante sur la différence de température de la paroi  $\alpha_a$ .

À côté de ce cas classique pour les récipients et les conduites, les cas suivants pour les composants et appareils en verre, repérés par  $\alpha_i$  pour les liquides et la vapeur et  $\alpha_a$  pour l'environnement, doivent être prise en compte :

- Récipients, conduites, composants généralement à paroi simple
  - Liquide intérieur
  - Air ambiant (courants d'air supprimés dans le bâtiment, protégé du vent à l'extérieur)
- Condensateurs
  - Liquide dans les spirales / tubes intérieurs
  - Vapeur autour des spirales / tubes intérieurs
  - Air ambiant (courants d'air supprimés dans le bâtiment, protégé du vent à l'extérieur)
- Échangeurs de chaleur
  - Liquide dans les spirales / tubes intérieurs
  - Liquide autour des spirales / tubes intérieurs
  - Air ambiant (courants d'air supprimés dans le bâtiment, protégé du vent à l'extérieur)
- Tubes à gaine et récipients à enveloppe
  - Liquide intérieur
  - Liquide enveloppe
  - Air ambiant (courants d'air supprimés dans le bâtiment, protégé du vent à l'extérieur)

Si des divergences avec des coefficients de transmission de chaleur plus importants sont possibles dans votre application, veuillez contacter nos techniciens pour des explications.

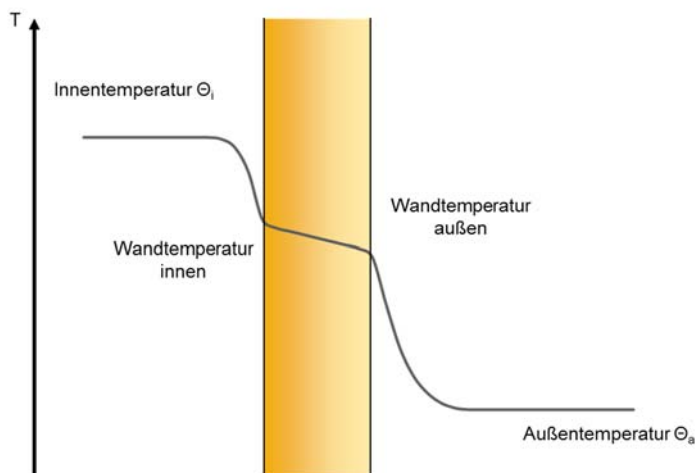


Tableau 10.2 : Évolution de la température à travers une paroi en verre pour le verre borosilicate 3.3

**PRESSIION D'EXPLOITATION ADMISE**

Les composants en verre de tous les diamètres nominaux peuvent être utilisés sous vide total dans la chambre de produit sauf marquage particulier.

La surpression d'exploitation admise pour les composants en verre dépend des conditions d'exploitation générales données et du diamètre nominal principal ou du volume des sphères dans le tableau joint. Le cas échéant, des pressions réduites sont données pour les composants correspondants. Les espaces intérieurs des transmetteurs de chaleur sont traités séparément au chapitre 5 dans les descriptions respectives des produits.

En cas de surpression du verre dans des appareils en verre, des dispositifs de protection adaptés sont nécessaires.

Diamètre nom. DN	15	25	40	50	80	100	150	200	225	300	400	450	600
Comp. verre ps (bar)	6	6	4	4	3	2	2	1	1	1	0,5	0,5	0,5

Tableau 10.6 : Composants en verre

Volumes nominaux ( l ) / Diamètres D (mm)	10/280	20/350	50/490	100/610	200/750
Récipients sphériques ps (bar)	1	1	0,5	0,5	0,5

Tableau 10.7 : Récipients sphériques

Diamètre nominal de raccordement DN	15	25	40	50	80	100
Robinet de soufflet ps (bar) à température ambiante	6	6	4	4	3	2
Robinet de soufflet ps (bar), température d'exploitation admise	3	3	3	2	1,5	1,5

Tableau 10.8 : Robinets avec soufflet

**DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS EN VERRE**

La base de calcul de la résistance de tous les composants en verre borosilicate 3.3 présentés dans ce catalogue est la différence de température  $\Delta\theta_w$  dans la paroi, calculée à partir de la différence de température admise  $\Delta\theta_M$  entre l'extérieur (environnement) et l'intérieur (chambre de produit) pour les conditions limites citées ci-dessus.

Le calcul de la résistance lui-même est effectué sur la base du règlement AD2000 et de la norme EN 1595.

**MARQUAGE DES COMPOSANTS EN VERRE**

Le principe de base pour le marquage des composants en verre borosilicate 3.3 pouvant être utilisés pour des récipients sous pression, sont la directive sur les équipements sous pression 97/23/CE ainsi que la norme EN 1595 (« Appareils sous pression en verre borosilicate 3.3 »). Les autres données concernant les composants servent à l'assurance-qualité (traçabilité, utilisation correcte chez le client,

etc.) et ont été coordonnées avec l'organisme désigné. Les articles présentés dans le catalogue reçoivent un logo simplifié qui renvoie, à l'aide de la référence article, aux conditions d'exploitation admises citées dans ce catalogue.

Le tableau 10.9 et les figures connexes présentent les marquages correspondants des composants en verre et la signification correspondante.

Les articles avec les diamètres nominaux DN 15 et DN 25 qui diffèrent du tableau 10.9 ne doivent pas recevoir de marquage CE (cf. l'article 3, alinéa 3 de la directive 97/23/CE).

Vous pouvez trouver les informations suivantes en détail dans le marquage :

Marquage	Signification
Logo du fabricant	-
Boro 3.3	Qualité de verre du verre borosilicate 3.3
12345678	Numéro de fabrication
PP 050/0175-P	Numéro d'article standard
A 123456 ME 01	Pièce spéciale avec conditions d'exploitation du catalogue
PS = -1/+6 bar	Surpression admise différente du catalogue
TS = -50/+200 °C	Température d'exploitation admise différente du catalogue
$\Delta\Theta_M \leq 180$ K	Différence de température admise différente du catalogue
CE 0036	Numéro d'identification du bureau cité



Tableau 10.9 : Marquage des composants en verre



**SYSTEME A BRIDE PLANE DE SECURITE (PF) ET SYSTEME ROTULE-POCHE (KF)****GEOMETRIE DE BRIDE**

Dans la pratique, les composants en verre borosilicate 3.3 doivent non seulement satisfaire aux exigences de pression et de température dans la zone de l'extrémité du tube, ils doivent aussi supporter la force d'étanchéité nécessaire du collier de serrage dans le joint. À ceci s'ajoute des exigences comme par exemple celles de la TA-Luft au sujet des étanchéités des liaisons, qui conduisent à des exigences de tolérance et de surface accrues dans la zone de la surface d'étanchéité de la bride, ou bien les exigences BPF qui exigent une conception correspondante du contour intérieur de la bride.

Pour toutes ces exigences, les systèmes de liaisons et d'extrémité de tubes à bride plane de sécurité (PF) et de bride à épaulement ou brides rotule-poche (KF) ont fait leurs preuves, qui ont été adaptés en continu aux exigences en hausse par NORMAG et produits en totale compatibilité avec les installations existantes.

La bride PF est fabriquée avec une surface d'étanchéité et une rainure respectant exactement la tolérance pour le joint dans la plage de diamètres nominaux DN 15 à DN 150, tandis que les brides KF dans la plage de diamètres nominaux DN 15 à DN 600 sont fabriquées avec une surface d'étanchéité finement poncée et polie au feu sur demande. Le système de bride à épaulement est donc utilisé de façon homogène pour la plage de diamètres nominaux 200 à 600 pour les deux systèmes de bride.



Tableau 10.3 : Système de liaison PF et KF pour verre borosilicate 3.3 dans la zone de processus

Vous pouvez trouver les principales dimensions des extrémités de tube PF et KF dans les tableaux 10.9 et 10.10 suivants en lien avec les figures adjacentes.

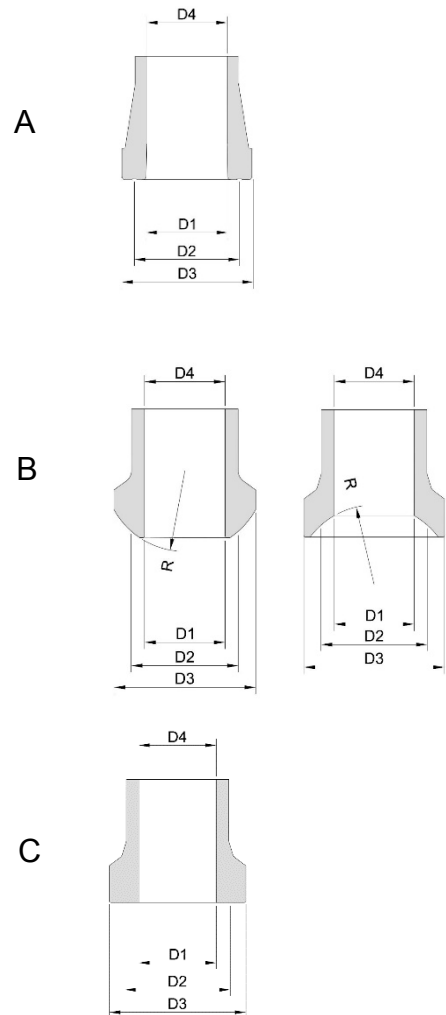
DN	D1	D2	D3	D4	Modèle
15	17	23	30	16,5–17,5	B,C
25	24	34	44	22,75–25,25	B,C
40	40	51	62	38,2–41,8	B,C
50	50	63	76	48–52	B,C
80	82	96	110	77,5–82,5	B,C
100	102	116	130	97,6–104,4	B,C
150	155	169	184	147–155	B,C
200	205	220	233	196,2–205,8	B,C
300	304	321	338	294,9–307,1	B,C
400	408	465		394,9–407,1	D
450	457	526		438,5–459,5	D
600	615	684		587,5–612,5	D

Tableau 10.9 : Dimensions système **KF**

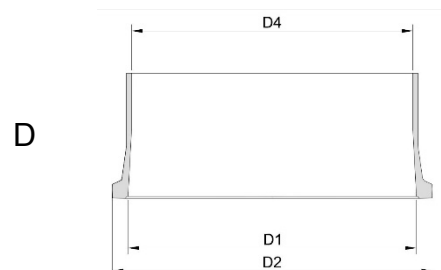
DN	D1	D2	D3	D4	Modèle
15	15	23	28,6	16,5–17,5	A
25	26	34	42,2	24,75–27,25	A
40	39	48	57,4	37–40,2	A
50	50	60,5	70	48–52	A
80	78	88	99,2	74,5–79,5	A
100	108	120,5	132,6	97,6–104,4	A
150	159	172	185	147–155	A
200	203	220	233	196,2–205,8	C
300	304	321	338	294,9–307,1	C
400	408	465		394,9–407,1	D
450	457	526		438,5–459,5	D
600	615	684		587,5–612,5	D

Tableau 10.10 : Dimensions système **PF**

DN 15 à 300



DN 400-600



CERTIFICATS TA-LUFT

Les systèmes de liaisons et d'extrémité de tubes à bride plane de sécurité (PF) et de bride à épaulement ou brides rotule-poche (KF) sont des systèmes éprouvés et de haute qualité, qui ont été adaptés en continu aux exigences en hausse par NORMAG et produits en totale compatibilité avec les installations existantes.

Ainsi, les deux systèmes de bride de NORMAG ont été qualifiés comme systèmes de liaisons et de robinets de haute qualité au sens de la TA-Luft pour toute la plage de diamètres nominaux.

Les certificats correspondants se trouvent dans les figures jointes.

**amtec**

AMTEC Messtechnischer Service GmbH  
Hoher Steg 13  
74546 Lauffen  
Telefon: (07133) 9502-0  
Telefax: (07133) 9502-22  
e-mail: info@amtec-services.de  
Internet: www.amtec-services.de

**ZERTIFIKAT**  
Nr. 30148601/MS/18.06.07

Nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) wurde das Flanschverbindungssystem vom Typ

**SCHOTT (Zeichnung NLP S 05 0037) und SPF (Zeichnung NLP S 05 0036)**

der Firma

**NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH**  
Auf dem Steine 4, D-98693 Ilmenau

auf die Einhaltung des Dichtheitskriteriums  $1,0 \cdot 10^{-4}$  mbar · l/(m · s) unter folgenden Randbedingungen geprüft:

Auslagerungstemperatur:	200 °C
Auslagerungszeit:	48 h
Prüfdruck (absolut):	1 bar
Meßzeit:	24 h

Die mit einem Helium-Massenspektrometer am Ende der Meßzeit gemessene Leckagerate betrug

**$9,2 \cdot 10^{-4}$  mbar · l/(m · s),**

das Flanschverbindungssystem erfüllt damit das geforderte Dichtheitskriterium der VDI 2440 und kann als hochwertiges Dichtsystem im Sinne der TA-Luft betrachtet werden.

Dieses Zertifikat gilt nur in Zusammenhang mit unserem Prüfungsbericht 3014861/- und den dort niedergelegten Prüf- und Randbedingungen.

Lauffen, 18. Juni 2006

amtec Messtechnischer Service GmbH

*M. Schaaf*  
Dipl.-Phys. M. Schaaf

**amtec**

AMTEC Messtechnischer Service GmbH  
Hoher Steg 13  
74546 Lauffen  
Telefon: (07133) 9502-0  
Telefax: (07133) 9502-22  
e-mail: info@amtec-services.de  
Internet: www.amtec-services.de

**ZERTIFIKAT**  
Nr. 30148602/MS/31.10.07

Nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2440 (Ausgabe November 2000) wurde das Faltenbalg-Eckventil

**N-PED, Typ SPF (Zeichnung NLP S 06 0095)**

der Firma

**NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH**

auf die Einhaltung des Dichtheitskriteriums  $1,0 \cdot 10^{-4}$  mbar · l/(m · s) geprüft. Die mit einem Helium-Massenspektrometer am Ende der Meßzeit nach einer 48-stündigen Auslagerung bei 100 °C gemessene Leckagerate betrug

**$9,3 \cdot 10^{-5}$  mbar · l/(m · s),**

das Flanschverbindungssystem erfüllt damit das geforderte Dichtheitskriterium der VDI 2440 und kann als hochwertiges Dichtsystem im Sinne der TA-Luft betrachtet werden.

Folgende Faltenbalgventile mit gleicher Bauart von Ventilzitz und Faltenbalg können ebenfalls als hochwertig im Sinne der TA-Luft betrachtet werden:

Ventiltyp	Ventilbezeichnung	Zeichnungsnummer
N-PVD	Durchgangsventil, Typ SPF	NLP S 06 0086
N-PVA	Auslaufventil, Typ SPF	NLP S 06 0087
N-PVF	Druckhalteseckventil, Typ SPF	NLP S 06 0098
N-CF	Überlaufventil, Typ SPF	NLP S 06 0099
N-PVV	Drehwegwechselseventil, Typ SPF	NLP S 06 0100
N-PEV	Probenahmeventil, Typ SPF	NLP S 06 0102
N-PRV	Regelventil, Typ SPF	NLP S 06 0103
N-VE	Eckventil, Typ Schott	NLP S 06 0104
N-VS	Durchgangsventil, Typ Schott	NLP S 06 0105

Dieses Zertifikat gilt nur in Zusammenhang mit unserem Prüfungsbericht 3014862/- und den dort niedergelegten Prüf- und Randbedingungen.

Lauffen, 31. Oktober 2007

amtec Messtechnischer Service GmbH

*M. Schaaf*  
Dipl.-Phys. M. Schaaf

Tableau 10.4 : Certificats TA-Luft pour les liaisons et les robinets



## REVÊTEMENT DES COMPOSANTS EN VERRE

Pour protéger les composants en verre des détériorations de la surface, des effritements et des coups, NORMAG Labor- und Prozesstechnik GmbH propose des revêtements pour les composants en verre. Ce revêtement peut être déposé quelle que soit la forme sur des composants neufs ou utilisés. Les composants déjà revêtus peuvent aussi être décapés pour des réparations ou des traitements supplémentaires, par exemple la fixation de raccords supplémentaires.

Les revêtements ont généralement les propriétés suivantes :

- Protection de la surface par un revêtement extérieur amortissant (augmentation de la résistance aux coups) et minimisation des rayures
- Protection contre l'effritement par la prévention des éclats grâce à la bonne adhérence du revêtement très élastique
- Protection contre les écoulements ou bien fuite de liquide fortement réduite hors du composant en verre endommagé par le maintien de la forme sauf en cas de dommages trop importants
- Il n'y a pas d'augmentation de la pression d'exploitation admise et du choc de température
- Les revêtements conservent la transparence du composant en verre
- La température d'exploitation admise peut être diminuée
- Il faut sélectionner le revêtement adapté selon le cas d'utilisation dans une zone ATEX (à risque d'explosion) ou non

NORMAG propose trois types de revêtement :

- Option C1 : Revêtement transparent, pas antistatique  
Revêtement à base de PU  
Plage de température admise -40 / +140 °C, brièvement jusqu'à 160 °C  
Très bonne transparence  
Bonne résistance chimique limitée aux huiles, graisses, à l'essence et une multitude de solvants ainsi que contre l'eau et les lessives alcalines  
Résistance aux UV  
Non adapté à l'utilisation pour des fluides qui se chargent fortement en zone ATEX, selon la directive 94/9CG ainsi que la TRBS 2152  
Repérage pour une commande par l'indice « -C1 », par ex. PP050/0200-K-C1
- Option C2 : Revêtement transparent résistant aux hautes températures, non conducteur  
Revêtement à base de PFA  
Plage de température admise -40 / +200 °C  
Très bonne transparence  
Bonne résistance chimique limitée aux huiles, graisses, à l'essence et une multitude de solvants ainsi que contre l'eau et les lessives alcalines  
Résistance aux UV  
Non adapté à l'utilisation pour des fluides qui se chargent fortement en zone ATEX, selon la directive 94/9CG ainsi que la TRBS 2152  
Repérage pour une commande par l'indice « -C2 », par ex. PP050/0200-K-C2

- Option C3 : Revêtement transparent antistatique
  - Revêtement à base de PU avec groupe actif conducteur
  - Plage de température admise -40 / +140 °C, brièvement jusque 160 °C
  - Très bonne transparence
  - Bonne résistance chimique limitée aux huiles, graisses, à l'essence et une multitude de solvants ainsi que contre l'eau et les lessives alcalines
  - Résistance aux UV
  - Résistance de la surface <math>< 10^9</math> Ohm, adaptée à l'utilisation pour des fluides qui se chargent fortement en zone ATEX, selon la directive 94/9CG ainsi que la TRBS 2152
  - Repérage pour une commande par l'indice « -C3 », par ex. PP050/0200-K-C3

Le revêtement conducteur peut être relié à la terre de différentes manières.

En plus, il est possible d'une part de relier un contact métallique avec le composant à mettre à la terre, par ex. un collier en métal. D'autre part, une mise à la terre par les joints à collerette conducteurs avec patte de mise à la terre peut aussi être possible, voir figure 10.3.

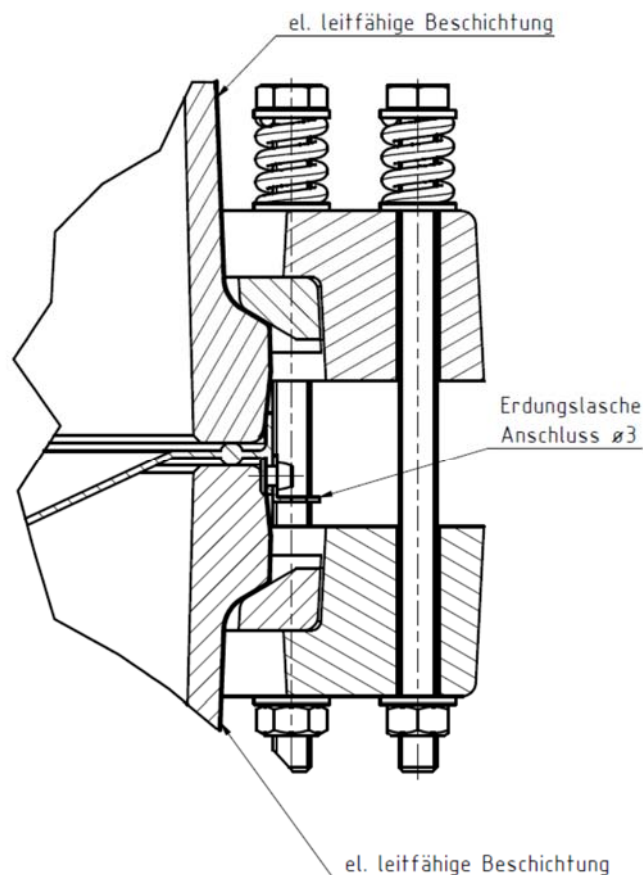


Tableau 10.3 : Exemple de liaison avec revêtement conducteur avec joint à collerette et patte de mise à la terre

Si vous avez des questions sur ce sujet, nos ingénieurs expérimentés seront heureux de vous renseigner.

**DIVERS****INSTALLATIONS CONFORMES AUX BPF**

Pour respecter les exigences BPF lors de l'assemblage d'installations, il faut construire les appareils et composants correspondants de façon sélective - souvent comme constructions spéciales spécifiques à l'application - et sélectionner les matériaux adaptés.

Les objectifs essentiels de la conception conforme aux BPF sont une construction sans zones mortes pour sécuriser un vidage quasi intégral ainsi qu'un nettoyage CIP (cycles de nettoyage fermés) rapide et efficace. En parallèle, les certificats de matière FDA sont typiques pour toutes les pièces en PTFE et en plastique en contact avec le produit.

**INSTALLATIONS EN VERRE DANS UNE ZONE A RISQUE D'EXPLOSION**

La directive ATEX 94/9/EX ainsi que la directive sur l'électrostatique TRBS 2153 sont prépondérantes pour l'utilisation d'installations en verre dans la zone à risque d'explosion. Il n'y a pas de limites en principe, dans la mesure où les composants utilisés sont sélectionnés en fonction des zones ATEX. Les composants en verre peuvent être directement utilisés pour la zone ATEX extérieure 1 (IIA/B) et 2 (IIA/B/C). Des mesures supplémentaires sont nécessaires seulement pour la zone ATEX extérieure 1 (IIC), par exemple un revêtement conducteur sur les composants en verre combiné avec une mise à la terre correspondante. En plus et d'une manière générale, il faut respecter les exigences de la TRBS 2153 en cas de risque de charge électrostatique par des fluides non conducteurs dans l'installation, par ex. les composants en PTFE. Ainsi, il est possible de demander, selon les dimensions des composants, la mise à la terre de pièces métalliques extérieures (il n'est pas nécessaire de mettre à la terre les vis M8 jusqu'aux longueurs standard rencontrées ici) et l'utilisation de composants en PTFE antistatiques avec mise à la terre.

Les composants en PTFE en matière antistatique et avec possibilité de mise à la terre sont disponibles en standard (option -M2).

**REPARATIONS**

Pour la réalisation de réparations, veuillez télécharger notre certificat de conformité sous la forme actuelle à partir de notre page Internet [www.normag-glas.com](http://www.normag-glas.com) et renvoyez-le nous rempli avec le composant à réparer.

**ANALYSE DES RISQUES / RISQUES RESIDUELS**

L'analyse des dangers selon la directive sur les machines et la directive sur les équipements sous pression 97/23/CE a été réalisée pour tous les composants et appareils du catalogue PROZESSTECHNIK 2012. Pour prévenir les risques supplémentaires qu'il ne faut pas écarter par une utilisation incorrecte, les points suivants sont à respecter :

- D'une manière générale, les personnes qui se trouvent dans la zone dangereuse doivent porter des lunettes de protection. Il est possible d'obtenir des informations complémentaires à ce sujet.
- Le verre borosilicate 3.3 est une matière avec une résistance pratiquement universelle. Cependant, les lessives, l'acide fluorhydrique et l'acide phosphorique concentré peuvent provoquer une dégradation. Si une dégradation de l'épaisseur de la paroi est à craindre, l'épaisseur minimale de paroi nécessaire doit être contrôlée à intervalles réguliers.
- La corrosion à la surface du verre peut conduire à une réduction de la tension de surface et réduire la pression d'exploitation admise. En cas de forte opacité blanche ou si la surface est rugueuse au toucher, il faut remplacer le composant en verre.
- Les matières premières et les fluides instables qui se décomposent et peuvent réagir très rapidement exigent des mesures de protection particulières lors de l'utilisation d'installations en verre.
- Les conditions d'exploitation admises décrites au chapitre 10 doivent être respectées. Pour les respecter, des mesures supplémentaires sont éventuellement nécessaires du côté du client, par exemple des disques de rupture ou des vannes de sécurité, des sécurités anti-débordement ainsi que des limiteurs de température ou de pression. La pression d'exploitation admise doit être respectée dans tous les cas lors des contrôles d'étanchéité, des tests de fonctionnement et des mises en service.
- La température maximale d'exploitation pour les composants en verre citée au chapitre 10 doit être respectée et le cas échéant garantie par ex. par un chauffage électrique ou une réaction exotherme par des dispositifs de mesures et de coupure adaptés.
- Pour éviter de dépasser le choc de température maximal admis de 120 K pour les installations en verre, l'installation en verre ne doit pas être exploitée à proximité d'un système d'aspersion. En cas d'incendie, le déclenchement du système d'aspersion peut provoquer la rupture du verre.
- Les charges supplémentaires, comme les forces de réaction et les vibrations sur les raccords, ne sont pas admises. Les conduites de raccordement doivent être reliées sans tension à des compensateurs avec l'installation en verre.
- Mesures mécaniques de protection :  
Le châssis de tubes dans lequel l'appareil ou l'installation est soutenue sert simultanément de dispositif de protection contre les dommages par les influences extérieures et comme protection contre le contact. Les parties de l'installation situées à l'extérieur du châssis doivent être protégées contre une détérioration mécanique.  
Les parties de l'installation dont la surface supérieure peut atteindre plus de 60 °C pendant l'exploitation, et qui se trouvent à l'extérieur du châssis de l'installation, doivent être équipées d'une protection contre le contact.  
Les parois de protection, les protections anti-éclaboussures et les composants en verre revêtus sont des mesures supplémentaires de protection disponibles.
- Sur les échangeurs de chaleur, des dommages peuvent se produire sur les paquets d'échange des échangeurs de chaleur à serpentin ou sur les tubes des échangeurs de



chaleur à faisceau tubulaire pour le mélange du fluide de service et du produit. Pour les fluides de régulation de température qui peuvent réagir à l'apparition de la pression et de la température, des mesures séparées de sécurisation sont nécessaires.

- Il est recommandé de ne pas réutiliser les joints des liaisons standard. Les composants en PTFE comme les soufflets doivent aussi être remplacés dès l'apparition de signes de fortes sollicitations (usure de la surface de contact, fissures).

**MONTAGE ET MISE EN SERVICE**

Les liaisons de tubes PF et KF ont d'excellentes propriétés de montage. Ainsi les montages en verre peuvent ainsi être réalisés sans problème par des personnes inexpérimentées. Naturellement NORMAG peut apporter une aide par des conseils. Vous pouvez également faire appel au service de montage de NORMAG pour l'assemblage d'installations en verre.

Les monteurs de verre expérimentés et formés garantissent un montage conforme à la technique et rapide des installations que nous livrons.

En règle générale, l'étanchéité de l'installation est testée en fin de montage avec un essai sous vide.

Au montage des liaisons de verre, les couples de serrage maximaux dans le tableau 10.11 doivent impérativement être respectés.

<b>DN</b>	<b>PF Liaison Modèle CP, CS</b>	<b>KF Liaison Modèle CP, CS</b>	<b>KF Liaison Modèle CA</b>
15	1,5	1,0	1,0
25	2	1,5	2,5
40	2	1,5	3,5
50	2	1,5	3,5
80	2	2	3,5
100	2	2	4,5
150	3	3,5	4,5
200	4	4	4,5
225	4	-	-
300	4	4	4,5
400	7	7	-
450	7	7	-
600	12	12	-

Tableau 10.11 : Couple de serrage maximal des vis\* en Nm pour les systèmes de liaison en verre

\* Les couples de serrage des vis cités sont nécessaires uniquement pour les surpressions maximales d'exploitation et peuvent être réduits pour les pression inférieures.

**LISTE DES POIDS**

La liste des poids comporte les composants du catalogue « NORMAG PROZESSTECHNIK 2012 » dans l'ordre alphabétique des numéros de commande.

Sauf mention contraire, tous les poids recensés dans cette liste sont données en kg et s'entendent comme poids nets. On ne peut exclure des divergences sur les composants en raison des méthodes de fabrication.

Nous nous réservons toutes les modifications techniques qui peuvent également influencer le poids.

Vous pouvez au besoin nous demander la liste des poids.