

FRIALIT®

**Elektrische Durchführungen und Isolierrohre
Keramik-Metall-Verbundbauteile**

**Electrical feedthroughs and insulating tubes
Ceramic-to-metal components**

**Passages électriques et tubes isolants
Assemblages céramique-métal**



Inhalt

Was ist FRIALIT®?	3
Physikalische Daten	4
Betriebsspannung	6
Strombelastbarkeit	6
Elektrischer Widerstand	7
Biege- und Druckfestigkeit	8
Metallisierung und Löttechnik	9
Temperaturbelastbarkeit	10
Konstruktionsmerkmale	11
Montagehinweise	12
Einfachdurchführungen	13
Mehrfachdurchführungen	21
Stützisolatoren	24
Isolierrohre	25
FRIALIT®-DEGUSSIT®- Erzeugnisse aus Oxidkeramik	27
FRIATEC - Ein vielseitiges Unternehmen	28

Contents

What is FRIALIT®?	3
Physical data	4
Operating voltage	6
Current-carrying capacity	6
Electrical resistance	7
Bend and compressive strength	8
Metallization and brazing techniques	9
Operating temperature	10
Design characteristics	11
Installation note	12
Single terminal feed- throughs and bushings	13
Multiterminal feedthroughs and bushings	21
Standoffs	24
Tube-to-tube-insulators	25
FRIALIT®-DEGUSSIT®- Products of Oxide Ceramics	27
FRIATEC - Impressions and Insights	28

Sommaire

Qu'est-ce que FRIALIT®?	3
Caractéristiques physiques	4
Tension électrique	6
Courant admissible	6
Résistance électrique	7
Résistance à la flexion et à la compression	8
Métallisation et brasure	10
Limite d'emploi en température	11
Caractéristiques de construction	11
Conseils de montage	12
Passages simples	13
Passages multiples	21
Isolateurs	24
Tubes isolants	25
Produits FRIALIT®- DEGUSSIT®- en oxydes céramiques	27
FRIATEC - Impressions - Aperçus	28

Grundfläche: 350 000 m²
Area of real estate: 350 000 m²
Aire de production: 350 000 m²



Die Werksanlagen

The plants

Les ateliers

FRIALIT®

■ FRIALIT ist das eingetragene Warenzeichen für oxidkeramische Erzeugnisse und Bauteile der FRIATEC AG, Division FRIALIT-DEGUSSIT, Mannheim-Friedrichsfeld.

■ FRIALIT is the registered trademark for ceramic oxide products and components manufactured by FRIATEC AG, Division FRIALIT-DEGUSSIT, Mannheim-Friedrichsfeld.

■ FRIALIT, marque déposée des produits et composants en oxyde de céramique de FRIATEC AG, Division FRIALIT-DEGUSSIT à Mannheim -Friedrichsfeld.

Die zunehmende Miniaturisierung von Schaltungen und Bauteilen für elektronische Geräte und Anlagen hat die Anforderungen an die verwendeten Isoliermaterialien so stark erhöht, daß nur noch hochreines Aluminiumoxid diesen Bedingungen gerecht werden kann.

Kunststoffe und Porzellan mußten daher bereits in vielen Fällen durch FRIALIT-Oxidkeramik ersetzt werden. Hierzu haben wir im Rahmen unserer Werkstoffgruppe FRIALIT die dichte Aluminiumoxidqualität mit 99,7% Al₂O₃-Gehalt geschaffen. Sie trägt die Bezeichnung FRIALIT F 99,7. Ihre Eigenschaften sind in der Tabelle der nachfolgenden Seite 4 zusammengestellt. Die angewandten Herstellungsverfahren garantieren eine gleichbleibende Güte der FRIALIT-Erzeugnisse.

FRIALIT-Bauteile haben ein breites Anwendungsgebiet gefunden und sich in jahrelangem Einsatz bewährt:

Hochvakuumdichte und druckbeständige Durchführungen und Isolierrohre für Hochspannung, Hochstrom und Meßtechnik, für die Industrie, den Reaktorbau und die Forschung erhalten Sie von FRIATEC auch ganz nach Ihren gezielten Anforderungen in Sonder- und Serienfertigung.

Die Vorteile der FRIALIT-Erzeugnisse liegen nicht allein in der Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit und langen Lebensdauer, sondern auch in folgenden Eigenschaften: Mechanische Festigkeit, große Temperaturwechselbeständigkeit, gute Wärmeleitfähigkeit. Hoher elektrischer Volumen- und Oberflächenwiderstand, hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit, geringe dielektrische Verluste bei hohen Frequenzen und niederer Neutronen-Absorptionsquerschnitt bei Anwendung in der Kerntechnik. Einige Durchführungen können auch mit unmagnetischen Metallteilen geliefert werden.

The increasing miniaturization of circuits and components for electronic equipment has increased the requirements with respect to the isolation materials used to such a degree that only extremely pure aluminium oxide can fulfill the conditions. For this reason, plastics and porcelain often had to be replaced by FRIALIT ceramic oxides, for which we have developed a dense aluminium oxide with a 99,7% Al₂O₃ content. It bears the designation FRIALIT F 99,7. Their properties are compiled in a table on page 4. The methods used in manufacturing FRIALIT products guarantee a constant high quality. FRIALIT components have found a wide field of application and have earned an excellent reputation through years of reliable service.

FRIATEC delivers highvacuum proof and pressure resistant electrical feedthroughs and insulating tubes, produced in series or according to customers' specific requirements; for high voltage, high current and measuring techniques in industry, nuclear reactor construction and research.

The advantages of the FRIALIT products are not only the operational safety, reliability, and long lifetime, but also the following characteristics: Mechanical strength, high thermal shock resistance at high and low temperatures, good thermal conductivity, high electrical volume and surface resistance, high dielectric strength, low dielectric losses at high frequencies and low cross section for neutron absorption when used in nuclear technology. A few electrical feedthroughs can be delivered with non-magnetic metal-parts, too.

La miniaturisation croissante des circuits et des composants pour appareils et installations électroniques a tant exigé des matériaux d'isolation, que seuls les oxydes d'alumine très purs ont pu remplir ces conditions. Les matières synthétiques et la porcelaine ont dû être remplacées dans beaucoup de cas par l'oxyde de céramique FRIALIT. Pour faire face à ces exigences, nous avons élaboré une qualité d'oxyde d'aluminium étanche de pureté 99,7%. Elle porte la désignation FRIALIT F 99,7.

Les propriétés respectives sont représentées dans le tableau de la page 5. Nos procédés de fabrication garantissent une qualité homogène des produits FRIALIT. Ils ont trouvé un large domaine d'utilisation et ont fait leurs preuves depuis de longues années.

FRIATEC livre également des passages électriques et tubes isolants étanches au vide poussé et résistants à la pression, en série ou sur fabrication spéciale, répondant exactement à vos besoins: pour haute tension, haute voltage, technique de mesure dans l'industrie, la construction de réacteurs nucléaires et la recherche.

Les avantages des produits FRIALIT reposent non seulement sur la sécurité d'utilisation, sur la fiabilité et sur une longue durée de vie, mais aussi sur les propriétés suivantes: Solidité mécanique, grande résistance aux chocs thermiques en hautes et basses températures, bonne conductibilité thermique. Haute résistance électrique de volume et de surface, grande rigidité électrique, pertes diélectriques minimales en hautes fréquences et faible absorption des neutrons dans la technique nucléaire.

Certains conducteurs peuvent également être livrés avec des parties métalliques non-magnétisables.

FRIALIT®		F 99,7
IEC 672-3		C 799
Al ₂ O ₃ -Gehalt Gew. %		99,7
Dichte g/cm ³		> 3,9
Wasseraufnahme %		0
Mechanische Eigenschaften		
Druckfestigkeit	MPa	> 3000
Biegebruchfestigkeit	MPa	350
Elastizitätsmodul	GPa	380
Härte (Knoop)		
(Prüflast: 100 g)	MPa	> 22000
Thermische Eigenschaften		
Lineare Wärmeausdehnung (10 ⁻⁶ /K)		
20- 200°C		6,6
20- 400°C		7,3
20- 600°C		7,8
20- 800°C		8,3
20- 1000°C		8,7
Wärmeleitfähigkeit (W/m · K)		
- 20°C		41
50°C		29
400°C		13
800°C		6
Spez. Wärme (J/kg · K)		900
max. Arbeitstemperatur (°C)		1725
Elektrische Eigenschaften		
Spez. elektr. Widerstand (Ω cm)		
bei 20°C		>10 ¹⁵
bei 200°C		10 ¹³
bei 400°C		10 ¹¹
bei 1000°C		10 ⁷
Elektr. Durchschlagfestigkeit		
kV/mm		>40
Dielektrizitätskonstante bei 20°C		
und 1 Ghz		ca. 9,6
Verlustwinkel tg δ		
bei 20°C und 1 khz		6 x 10 ⁻⁴
bei 20°C und 1 Mhz		4 x 10 ⁻⁴
bei 20°C und 1000 Mhz		5 x 10 ⁻⁴

FRIALIT®		F 99,7
IEC 672-3		C 799
Al ₂ O ₃ content, % by weight		99,7
Density g/cm ³		> 3,9
Water absorption %		0
Mechanical characteristics		
Compressive strength	MPa	> 3000
Bend strength	MPa	350
Coefficient of elsticity	GPa	380
Hardness (Knoop)		
(Test load: 100 g)	MPa	> 22000
Thermal characteristics		
Linear thermal expansion (10 ⁻⁶ /K)		
20- 200°C		6,6
20- 400°C		7,3
20- 600°C		7,8
20- 800°C		8,3
20- 1000°C		8,7
Thermal conductivity (W/m · K)		
- 20°C		41
50°C		29
400°C		13
800°C		6
Specific heat (J/kg · K)		900
Max. operating temperature (°C)		1725
Electrical characteristics		
Specific electrical resistance (Ω cm)		
at 20°C		> 10 ¹⁵
at 200°C		10 ¹³
at 400°C		10 ¹¹
at 1000°C		10 ⁷
Electrical dielectric strength		
kV/mm		>40
Dielectric constant at 20°C		
and 1 Ghz		ca. 9,6
Dielectric loss angle tg δ		
at 20°C and 1 khz		6 x 10 ⁻⁴
at 20°C and 1 Mhz		4 x 10 ⁻⁴
at 20°C and 1000 Mhz		5 x 10 ⁻⁴

Caractéristiques physiques

FRIALIT®		F 99,7
IEC 672-3		C 799
Teneur en Al ₂ O ₃ - Poids %		99,7
Densité apparente g/cm ³		> 3,9
Absorption d'eau %		0
Propriétés mécaniques		
Résistance		
à la compression	MPa	> 3000
Résistance à la flexion	MPa	350
Module d'élasticité	GPa	380
Dureté (Knoop)		
(charge d'essai: 100 g)	MPa	> 22000
Propriétés thermiques		
Coefficient de dilatation linéaire (10 ⁻⁶ /K)		
20- 200°C		6,6
20- 400°C		7,3
20- 600°C		7,8
20- 800°C		8,3
20- 1000°C		8,7
Conductibilité thermique (W/m · K)		
- 20°C		41
50°C		29
400°C		13
800°C		6
Chaleur spécifique (J/kg · K)		900
Température maximum d'emploi (°C)		1725
Propriétés électriques		
Résistance électriques spécifique (Ω cm)		
à 20°C		> 10 ¹⁵
200°C		10 ¹³
400°C		10 ¹¹
1000°C		10 ⁷
Rigidité diélectrique kV/mm		> 40
Constante diélectrique à 20°C et 1 Ghz		env. 9,6
Angle de perte tg δ		
à 20°C et 1 khz		6 x 10 ⁻⁴
à 20°C et 1 Mhz		4 x 10 ⁻⁴
à 20°C et 1000 Mhz		5 x 10 ⁻⁴



Unser komplettes Lieferprogramm finden Sie in unserem Übersichtsprospekt

Our complete delivery program you will find in our general brochure

Vous trouverez notre complet programme de fournitures dans notre vue d'ensemble

FRIATEC Aktiengesellschaft

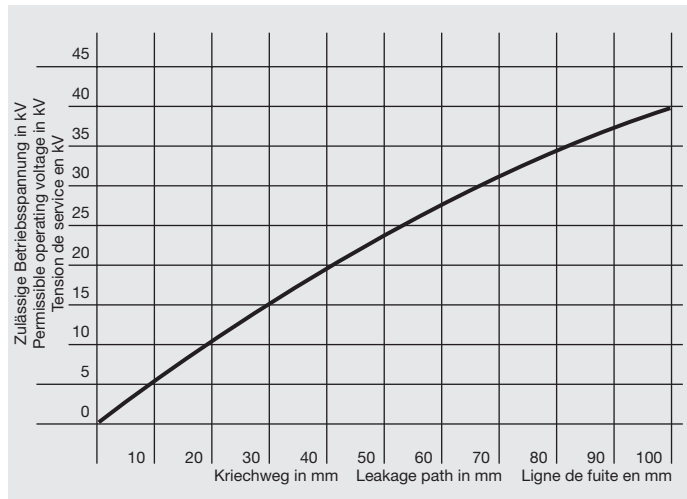
Steinzeugstrasse 50
D-68229 Mannheim
Tel. +49 (0) 6 21/486-13 66

Diagramme

Graphs

Diagrammes

Zulässige Betriebsspannung als Funktion des Kriechweges
 Permissible operating voltage as a function of the electrode distance
 Tension admissible en fonction de la ligne de fuite



Betriebsspannung *

Die Angabe der Überschlagnungswerte bezieht sich auf den Abstand zwischen zwei spannungsführenden Elektroden unter Normalbedingungen (760 mm Hg, 50% rel. Luftfeuchtigkeit), bei dem noch kein Überschlag erfolgt. Im Vakuum von etwa 10^{-6} mbar erhöhen sich die Werte um das 3-4fache. Auch bei Überdrücken von geeigneten, trockenen Gasen kann eine solche Erhöhung erreicht werden. Bei Spannungen unter 10 kV sind keine Rippen notwendig. Außerdem hängen die Werte noch von der Elektrodengeometrie ab. Wenn der Keramikkörper die Elektroden verdeckt, ist die Überschlagnungsspannung nur vom Kriechweg abhängig; dann kann die Betriebsspannung aus dem Diagramm entnommen werden.

Operating voltage *

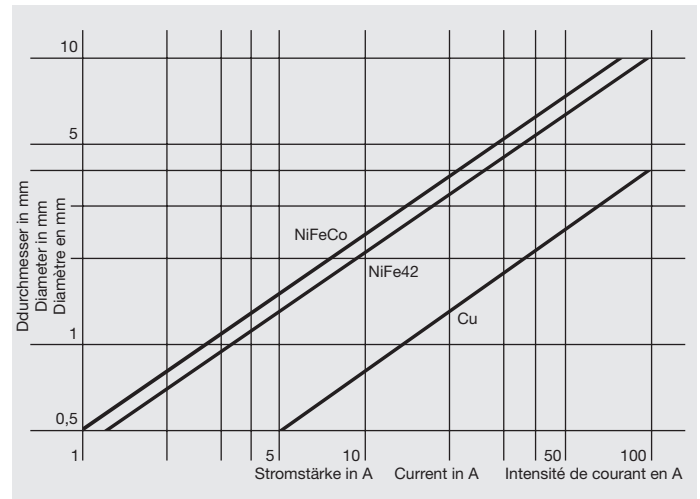
Specification of the flashover voltage values is referred to the distance between two voltage carrying electrodes under

normal conditions (760 mm Hg, 50% relative humidity) at which no flashover occurs. In vacuum of approximately 10^{-6} mbar these values increase 3-4times. In pressurized suitable dry gases such an increase can be obtained also. For voltage values below 10 kV no convolutions are necessary. Furthermore the values are depending on the geometry of the electrodes. If the ceramic body shields the electrodes, the flashover voltage depends only on the leakage path; in this case, the operating voltage is given in the graph.

Tension électrique de service *

L'indication des valeurs de tension d'amorçage se rapporte à la distance entre deux électrodes sous charge dans les conditions normales (760 mm Hg, 50% d'humidité relative de l'air), lorsqu'il ne se produit pas encore de claquage. Dans le vide d'environ 10^{-6} mbars les valeurs augmentent de 3 à 4 fois. De même, une telle augmentation peut être obtenue en milieu gazeux sec d'un gaz approprié.

Strombelastbarkeit verschiedener Materialien als Funktion des Drahtdurchmessers
 Permissible operating voltage as a function of the electrode distance
 Tension admissible en fonction de la ligne de fuite



En cas de tension inférieure à 10 kV les ondulations ne sont pas nécessaires. En outre, les valeurs dépendent également de la forme géométrique des électrodes. Dans le cas où la partie céramique recouvre les électrodes, la tension d'amorçage dépend uniquement de la ligne de fuite; alors on peut lire la tension de service sur le graphe.

Strombelastbarkeit *

Die Strombelastbarkeit der Durchführungen richtet sich hauptsächlich nach der Art des verwendeten Metalldrahtes. Die Angaben des hier gezeigten Diagrammes sind nur als Anhaltswerte zu betrachten. Im Einzelfall muß die Ableitung der Stromwärme durch den Isolator berücksichtigt werden.

Current-carrying capacity *

The current-carrying capacity of the feedthroughs depends mainly on the type of metal wire used. The specifications in the graph shown here should be regarded only as approximate values. In specific cases, the dissipation of the current heat through the insulator must be taken into account.

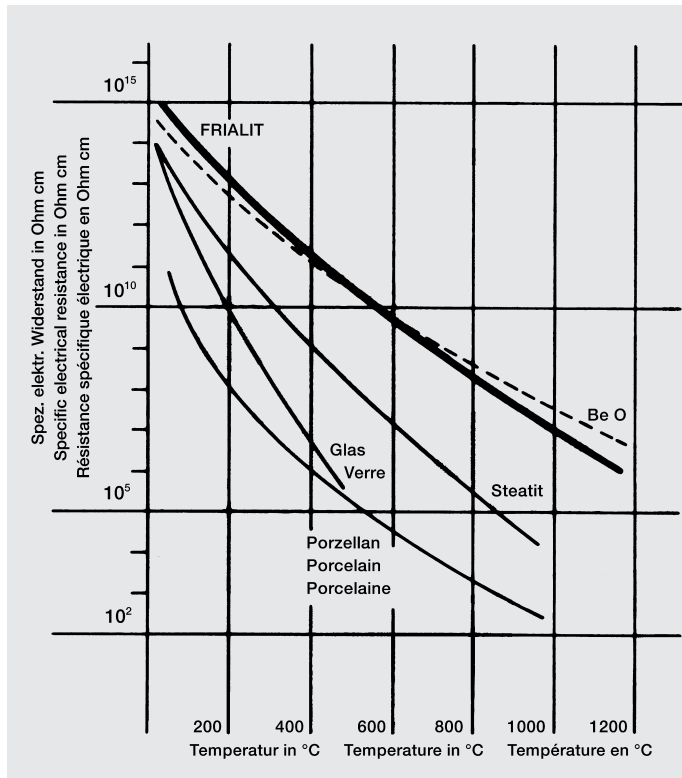
Courant admissible *

La charge admissible de courant des traversées dépend principalement du fil métallique utilisé. Les indications du diagramme sont à considérer comme valeur de repère. Dans un cas particulier, l'évacuation de la température du courant à travers l'isolateur doit être prise en considération.

Spezifischer elektrischer Widerstand verschiedener keramischer Isolierstoffe als Funktion der Temperatur

Specific electrical resistance of various ceramic insulating materials as a function of temperature

Résistance spécifique électrique de différentes matières céramiques isolantes en fonction de la température



Elektrischer Widerstand

Bei der Gegenüberstellung des elektrischen Widerstandes verschiedener Isolierkeramiken als Funktion der Temperatur zeigt sich, daß hochprozentige FRIALIT®-Keramik auch noch bei höheren Temperaturen eine sehr gute Isolierfähigkeit besitzt. Dieser hohe elektrische Widerstand (bei Zimmertemperatur etwa $10^{15}\Omega\text{ cm}$ für F 99,7) wird durch die weitgehende Alkalifreiheit erreicht, während das Porzellan und die anderen keramischen Isoliermassen leicht bewegliche elektrische Ladungen enthalten. Unsere Durchführungen und Isolierrohre werden aus F 99,7 hergestellt.

Um Verschmutzungseffekte der natürlichen Oberfläche von Oxidkeramik zu vermeiden, werden unsere Durchführungen mit einer hochschmelzenden Glasur versehen, die auch unter MIL-Bedingungen ausgezeichnete Isolationseigenschaften aufweist.

✱ Die in den Tabellen (S. 13-26) angegebenen **Betriebsspannungen** und **Strombelastbarkeiten** sind Standardwerte; für spezielle Anwendungen können diese Werte erheblich abweichen.

Electrical resistance

If the electrical resistance of various insulating ceramics as a function of temperature are compared, it becomes apparent that high percentage FRIALIT® ceramics retain their good insulating properties even at higher temperatures. This high electrical resistance (approximately $10^{15}\Omega\text{ cm}$ at room temperature for F 99,7) is the result of the almost complete lack of the alkali ions whereas porcelain and other ceramic insulating materials contain easily moved electrical charges. Our feedthroughs and insulating tubes are made of F 99,7. To avoid natural surface of oxide ceramic to become dirty, we cover it with a high melted glaze, which possesses excellent insulating properties.

Résistance électrique

Si on compare la résistance électrique de différentes céramiques isolantes en fonction de la température, il apparaît que la céramique FRIALIT® de haute pureté possède encore un très bon isolement aux températures élevées. Cette haute résistance électrique (pour la température ambiante environ $10^{15}\Omega\text{ cm}$ pour F 99,7) est réalisée grâce à la presque nonexistence d'alkali tandis que la porcelaine et les autres isolants céramiques renferment des charges électriques légèrement mobiles. Nos passages électriques et tubes isolants sont fabriqués à partir de F 99,7. Pour éviter les effets de salissure à la surface naturelle de l'oxide de céramique, nous appliquons sur la partie céramique du passage un émail d'un point de fusion très élevé ayant les propriétés d'isolation correspondant au cahier des charges MIL.

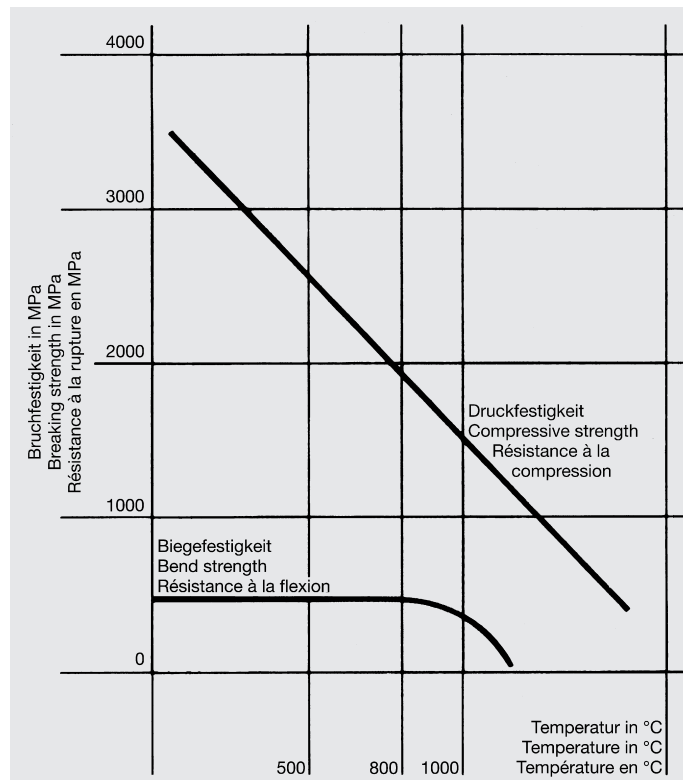
✱ **Voltage and intensity** figures (P. 13-26) are given for normal conditions of use. For particular physical conditions of use, the indicated values may vary to a great extent.

✱ **Les tensions et intensités** indiquées (P. 13-26) correspondent à des conditions moyennes normales d'utilisation. Des conditions physiques particulières d'emploi peuvent modifier ces valeurs dans une large mesure.

Biege- und Druckfestigkeit von FRIALIT F 99,7
als Funktion der Temperatur

Bend and compressive strength of FRIALIT F 99,7
as a function of temperature

Résistance à la flexion et à la
compression de la FRIALIT F 99,7 en
fonction de la température.



Biege- und Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit von FRIALIT ist für jeden Temperaturbereich höher als die der Metalle. Die Biegefestigkeit ist bei Raumtemperaturen zwar niedriger, übertrifft jedoch die der Metalle oberhalb 700°C. Diese Erscheinung ist so zu erklären, daß bei oxidkeramischen Sinterwerkstoffen Elastizitäts- und Bruchgrenze zusammen fallen und auftretende Spannung nicht durch plastisches Fließen abgebaut werden können. Bei höheren Temperaturen kompensiert die Zunahme der Plastizität den thermisch bedingten Festigkeitsabfall.

Bend and compressive strength

The compressive strength of FRIALIT is higher than that of metals at any temperature. The bend strength is lower than that of metals at room temperatures, but exceeds it at temperatures above 700°C. This effect is due to the fact that the elasticity limit and the breakage limit coincide in ceramic oxide sintered materials and that any existing stress cannot be equalized by plastic flow processes. At higher temperatures, the increase in plasticity compensates for the strength decrease due to thermal effects.

Résistance à la flexion et résistance à la compression

La résistance à la compression de la FRIALIT est pour chaque gamme de température plus élevée que celle des métaux. La résistance à la flexion est en effet inférieure pour les températures ambiantes, surpasse cependant celle des métaux au-dessus de 700°C. Ce phénomène s'explique du fait que pour les oxydes de céramique, les limites des points de rupture et d'élasticité coïncident (résultat de la concentration par séparation moléculaire des éléments d'une substance minérale) et que les tensions intervenantes ne peuvent pas être réduites par fluage plastique. Pour les hautes températures, l'accroissement de la plasticité compense la perte de solidité due à la température.

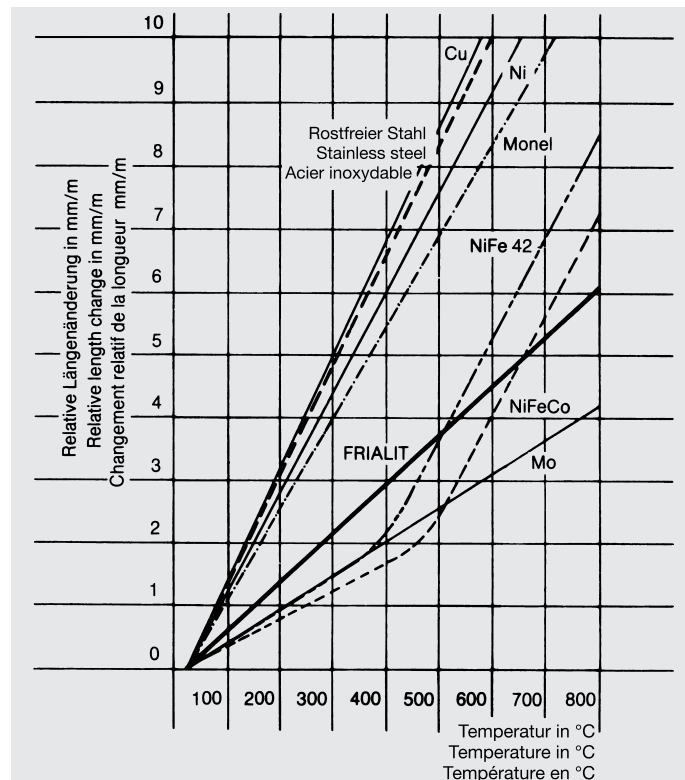
Wärmeausdehnungscharakteristik von Metallen und FRIALIT
 Thermal expansion characteristics of metals and FRIALIT
 Caractéristique de la dilatation thermique des métaux et de la FRIALIT

Metallisierung und Löttechnik

FRIALIT-Teile werden überwiegend nach dem Mo-Mn-Verfahren metallisiert. Auf dieser Grundmetallisierung kann vernickelt werden. Diese Metallisierung ermöglicht es, Lötungen bis zu Temperaturen von 1200°C unter H₂-Atmosphäre bzw. im Vakuum durchzuführen. Die nach diesem Metallisierungsprozeß vorbereiteten FRIALIT-Keramikteile können mit thermisch angepaßten Metallteilen: NiFe 42 (z.B. VACODIL), NiFeCo (z.B. VACON 10/70), Ti, Mo und andere hart verlötet werden. Das Hartlöten muß unter Schutzgas oder Vakuum vorgenommen werden, wobei im Einzelfall der Dampfdruck des Lotes dem Verfahren angepaßt sein soll. Als Lotlegierung kommen zur Anwendung:

Lot	Löttemperatur
Ag-Cu	780 °C
Ag-Cu-Pd _x	805-1015°C
Au-Ni	950 °C
Cu-Ge	1000 °C
Au	1070 °C
Ti-Ag-Cu	850- 950°C

Unsere metallisierten FRIALIT-Teile können mit einer galvanischen Verzinnung geliefert werden, um bei niedrigen Temperaturen mit Weichloten arbeiten zu können. Die Festigkeit der hartgelöteten Metall-Keramik-Verbindungen beträgt bei einer Metallisierungsbreite von mindestens 2 mm mehr als 50 MPa. Diese Festigkeiten sind bei geeigneter Konstruktion auch mit Aktivlötung erreichbar.



Keramik-Keramik-Verbindungen stellen wir auch in Glaslöttechnik her.

Das Diagramm zeigt einige Wärmeausdehnungskurven von Metallen und Legierungen im Vergleich zu FRIALIT als Funktion der Temperatur. Hieraus ergibt sich, daß die während des Lötprozesses bei höheren Temperaturen bestehenden Ausdehnungsunterschiede bei niedrigeren Temperaturen zur mechanischen Beanspruchung der Keramik führen müssen. Durch geeignete Konstruktionsprinzipien ist jedoch in den meisten Fällen möglich, diese Spannungen abzubauen bzw. in niedrigeren Grenzen zu halten.

Metallization and brazing techniques

FRIALIT parts are mainly metallized using the Mo-Mn process. Nickel-plating can be applied to this basic metal coating. This metallization makes it possible to carry out brazing operations up to temperatures of 1200°C in an H₂ atmosphere or in a vacuum. The FRIALIT ceramic components prepared with this metallization process can be brazed to thermally matched metal components: e.g. NiFe 42 (VACODIL), NiFeCo (VACON 10/70), Ti, Mo, etc. Brazing must be carried out in a protective atmosphere or in a vacuum, whereby the vapor pressure of brazing materials must be matched to the method in each

case. The following brazing alloys can be used.

Composition:	Brazing temperature
Ag-Cu	780 °C
Ag-Cu-Pd _x	805-1015°C
Au-Ni	950 °C
Cu-Ge	1000 °C
Au	1070 °C
Ti-Ag-Cu	850- 950°C

Our metallized FRIALIT components can also be electro-tinned before delivery in order to permit the use of soft solders at low temperatures. The strength of the brazed metal-ceramic connections is more than 50 MPa, where the metallization width is at least 2 mm.

With a suitable design this strength can also be obtained by a special brazing method without metallization.

We can also produce ceramic-ceramic bonding using a special glass brazing technique.

The graph shows a few thermal expansion curves of metals and alloys as a function of temperature compared with FRIALIT. This shows that the differences in expansion which occur at the high temperatures during the brazing process must lead to mechanical stress in the ceramic material at lower temperatures. However, it is normally possible, by suitable design principles, to dissipate these stresses or to keep them within low limits.

Metallisation et procédés de brasure

Les pièces FRIALIT sont le plus souvent métallisées suivant le procédé Mo-Mn. Cette métallisation de base peut être nickelée. Cette métallisation permet des brasures jusqu'à des températures de 1200°C dans l'atmosphère H₂ ou dans le vide.

Les parties céramiques préparées suivant ce procédé de métallisation peuvent être brasées sur les parties métalliques thermiquement appropriées. Exemples: NiFe 42, (exemple VACODIL), NiFeCo (exemple VACON 10/70), Ti, Mo, etc. La brasure doit être faite sous (N₂ + H₂) ou sous vide en ajustant le cas échéant la pression de vapeur de la brasure au procédé.

Alliages de brasure appropriés:

Composants	Température de brasure
Ag-Cu	780 °C
Ag-Cu-Pd _x	805-1015°C
Au-Ni	950 °C
Cu-Ge	1000 °C
Au	1070 °C
Ti-Ag-Cu	850- 950°C

Nous pouvons fournir les pièces métalliques étamées afin de permettre une brasure à basse température. La résistance à la traction des jonctions céramique-métal pour une largeur de métallisation d'au moins 2 mm dépasse les 50 MPa. Pour une construction appropriée, ces résistances à la traction peuvent aussi être atteintes par soudage sans métallisation.

Nous fabriquons des liaisons céramique-céramique par technique d'enverrage.

Le diagramme montre quelques courbes de dilatation thermique de métaux et d'alliages comparées à la FRIALIT en fonction de la température. Il en résulte que les différences de dilatation qui existent pendant le processus de brasure à hautes températures doivent produire des efforts mécaniques sur la céramique à basses températures. Grâce à des principes de construction, il est cependant possible dans la plupart des cas de diminuer ces tensions ou de les tenir dans des limites admissibles.

Temperaturbelastbarkeit

Hartgelötete Metall-Keramik-Verbindungen eignen sich besonders für den Einsatz bei höheren Temperaturen bis 600°C. In nicht vergoldeter Ausführung sind diese Durchführungen bis 350°C Arbeitstemperatur an Luft einsetzbar, in vergoldeter Ausführung bis 450°C. Auch andere galvanische Oberflächenschichten z. B. Cu, Ni oder Ag können aufgebracht werden.

Die meisten Durchführungen können bis zu -270°C eingesetzt werden. Die Thermochockbeständigkeit der Durchführungen und Gehäuse beträgt abhängig von der Größe und Gestalt der Teile ca. 180°C. (MIL, Standard 202 C, Methode 107 B, Kondition C).

Operating temperature range

Brazed metal-ceramic connections are particularly suitable for use at higher temperatures up to 600°C. If used without gold-plating, these feedthroughs can be used to a working temperature of 350°C in air, this being extended to 450°C in the case of gold-plated versions. Other electroplated surface layers such as Cu, Ni, or Ag can also be applied. Most of the feedthroughs can be used at temperatures down as far as -270°C. The thermal shock resistance of the feedthroughs depends on the size and shape of the parts and is approximately 180°C (MIL, Standard 202 C, Method 107 B, Condition C).

Limite d'emploi en température

Les scelllements métal-céramique brasés sont surtout utilisés jusqu' à 600°C. Les traversées non dorées peuvent être utilisées dans l'air jusqu' à 350°C, dorés jusqu' à 450°C. Des traitements galvaniques tels que Cu, Ni ou Ag sont également possibles. La plupart des passages électriques peuvent être utilisés jusqu' à -270°C. La résistance au choc thermique des traversées et des capots, dépendante de leur dimensions et de leur forme, se tient à environ 180°C. (MIL, Standard 202 C, méthode 107 B, Condition C).

Konstruktionsmerkmale

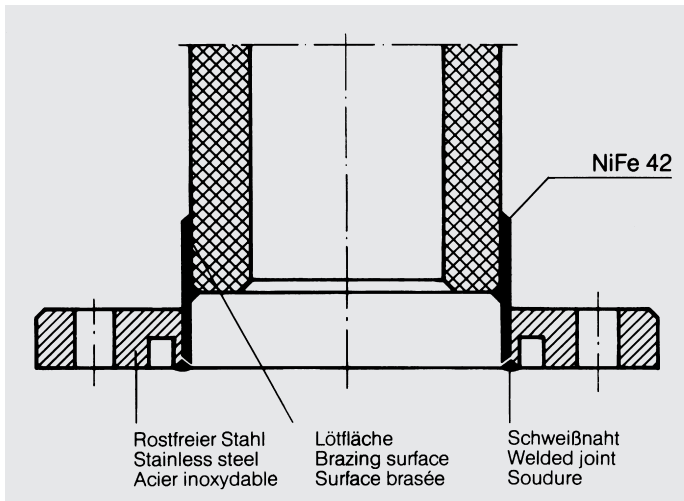
Auch beim Einbau der Durchführungen und Gehäuse aus FRIALIT treten während des Schweißens oder Lötens thermische Belastungen auf, die von den Keramik-Metall-Verbindungsflächen möglichst ferngehalten werden müssen. Dies kann durch geeignete Konstruktion der Flansche oder durch Hilfsmittel zur Wärmeabfuhr berücksichtigt werden. Die Vakuumdichtigkeit von Metall-Keramik-Durchführungen wird generell mit Massenspektrometern bei einem Differenzdruck von 760 Torr mit Helium als Testgas überprüft. Die Empfindlichkeit dieser Testmethode liegt bei ca. 10^{-9} mbar l/sec. Für die Prüfung der Druckfestigkeit von FRIALIT-Durchführungen stehen Druckgefäße bis zu 40 bar zur Verfügung. Bei mechanisch hochbelasteten Durchführungen muß darauf geachtet werden, daß innerhalb der Keramik möglichst nur Druckspannungen auftreten. Wird dieses Konstruktionsprinzip berücksichtigt, lassen sich mit FRIALIT sehr hochbelastbare Durchführungen herstellen.

Design characteristics

Thermal stresses also occur during welding or brazing when the feedthroughs made of FRIALIT are installed, and these stresses must be kept away from the ceramic-metal boundaries wherever possible. This can be taken into account by suitable design of the flanges or by the use of special heat sinks. The vacuum leak test of metal-ceramic feedthroughs is generally tested with mass spectrometers at a differential pressure of 760 Torr, using helium as the testgas. The sensitivity of this test method is of the order of 10^{-9} mbar l/sec. Pressure vessels with pressures of up to 40 bar are available for testing the pressure resistance of FRIALIT feedthroughs. In the case of feedthroughs subjected to high mechanical stresses, care must be taken that only compressive stresses occur within the ceramic material wherever possible. If this design principle is remembered, extremely strong pressure resistant feedthroughs can be constructed with FRIALIT.

Caractéristiques de construction

Lors du montage des traversées et des boîtiers en FRIALIT, des tensions thermiques interviennent pendant la soudure ou la brasure à haute température, qui doivent être éloignées dans la mesure du possible des jonction métal-céramique. Ceci peut être pris en considération par une construction appropriée des collerettes ou bien à l'aide des moyens d'évacuation de la chaleur. L'étanchéité des traversées métal-céramique est généralement contrôlée à l'aide d'un spectromètre de masse sous une différence de pression de 760 Torr avec helium comme gaz d'essai. La sensibilité de cette méthode est d'environ 10^{-9} mbar l/sec. Pour l'essai de la résistance à la compression des traversées FRIALIT, nous nous servons de récipients de pression allant jusqu' à 40 bar. La céramique des traversées dont on exige une très grande résistance, ne devrait être soumise qu' à des tensions de pression. Si ce principe de construction est respecté, il est possible d'obtenir avec la FRIALIT des passages résistant à des pressions extrême.



Montage-Hinweise

Hartgelötete FRIALIT-Durchführungen können durch Widerstandsschweißen, Induktionslöten unter Schutzgas, Argonarc-Schweißen, Cu-Kaltschweißen sowie Elektronenstrahlschweißen mit anderen Metallteilen verbunden werden. Grundsätzlich muß bei jedem Verfahren darauf geachtet werden, daß nicht unmittelbar an der Metall-Keramik-Lötstelle zu große Temperaturgradienten auftreten. Eine optimale Konstruktion liegt dann vor, wenn die Weiterverarbeitung der Durchführung in die konstruktiven Überlegungen mit einbezogen wird.

Falls keine anderen Angaben gemacht werden, gelten die **Freimaßtoleranzen für Metall DIN 2768 mittel, für Keramik DIN 40680 mittel.**

Installation notes

Brazed FRIALIT feedthroughs can be connected to other metal components by resistance welding, induction brazing under a protective atmosphere, Argon-arc welding, copper cold welding, and electron beam welding.

In all cases, regardless of the method, care must be taken that excessive temperature gradients do not occur in close vicinity to the brazed connection between the metal and the ceramic material. An optimum design exists if further processing of the leadthroughs is included in the design considerations.

Unless otherwise specified the tolerances for metal parts are **DIN 2768 m and for ceramic according to DIN 40680 m.**

Conseils de montage

Les traversées FRIALIT, brasées à haute température peuvent être réunies à d'autres parties métalliques par soudure par résistance, soudure par induction en atmosphère neutre ($N_2 + H_2$), soudure à l'arc sous argon, soudure par bombardement électronique. En principe, il faut faire attention pour chaque procédé à ce que la brasure métal-céramique ne soit pas exposée directement à une température trop élevée. Le meilleur résultat est obtenu, lorsque dès la conception de la pièce l'utilisation ultérieure est prise en considération.

En cas d'absence de données, les tolérances appliquées sont conformes aux **normes DIN 2768 m pour le métal et DIN 40680 m pour la céramique.**

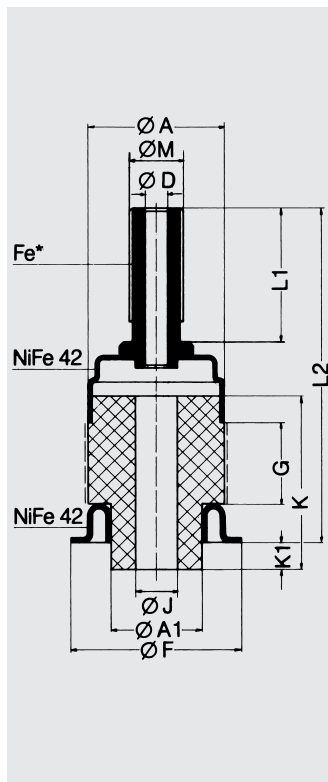
Erklärung der in den Abbildungen (S. 13-26) verwendeten **Materialbezeichnungen:**
Definition of symbols for **materials** (P. 13-26) used in drawings:
Explications des **abréviations** utilisées dans les schémas (P. 13-26):

	Allg. Bezeichnung General notation Dénomination générale	Markenbezeichnung Trade name Marque commerciale	Normbezeichnung Standard notation Norme	Werkstoff-Nr. Material-No. No. de matière
Fe*	Stahl steel acier	–	9 S 20	1.0711
CrNiFe	rostfreier Stahl stainless steel acier inoxydable	V 2 A V 4 A	x 5 CrNi 18 10 x 6 CrNiTi 18 10 x 6 CrNiMoTi 17 12 2	1.4301 1.4541 1.4571
NiFe 42	–	VACODIL 42	Ni 42	1.3917
NiFeCo	–	VACON 11 VACON 70	NiCo 29 18 NiCo 28 23	1.3981 1.3982
Cu	–	–	OF-Cu SE-Cu	2.0040 2.0070
Ni	–	–	Ni 99,6 LC-Ni 99	2.4060 2.4068
Ti	–	–	Contimet 30	3.7024
Mo	Reinmolybdän min. 99,95%	–	–	–

Einfachdurchführungen

Single terminal feedthroughs and bushings

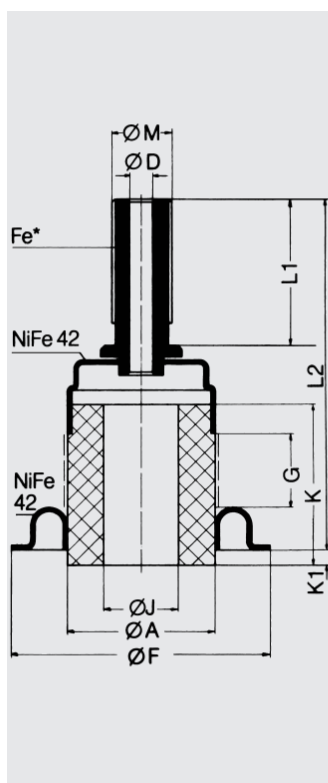
Passages simples



Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Ø M	Ø D	Ø F	Ø A	Ø A1	Ø J
551-1042	3 kV	M 4	1,6	12,7	10	6,7	3,1

G	K	K 1	L 1	L 2
6	13	2	10	25

Durchführungen auch in anderen Abmessungen lieferbar
Feedthroughs are also available in other dimensions
Les passages sont aussi livrables dans d'autres dimensions

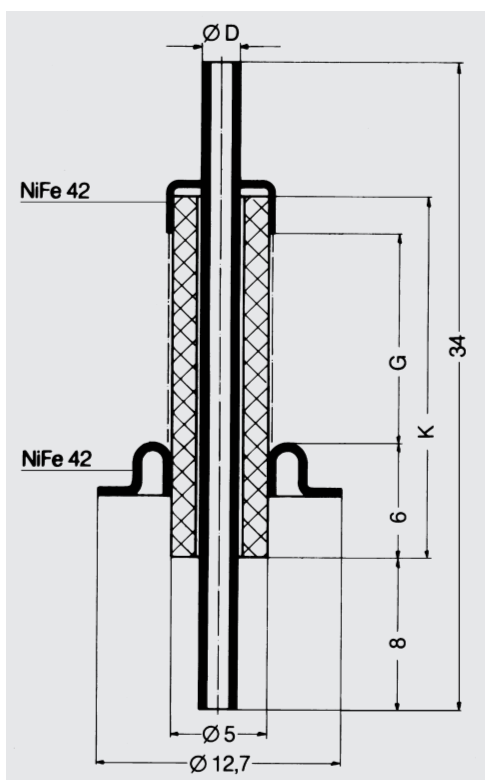
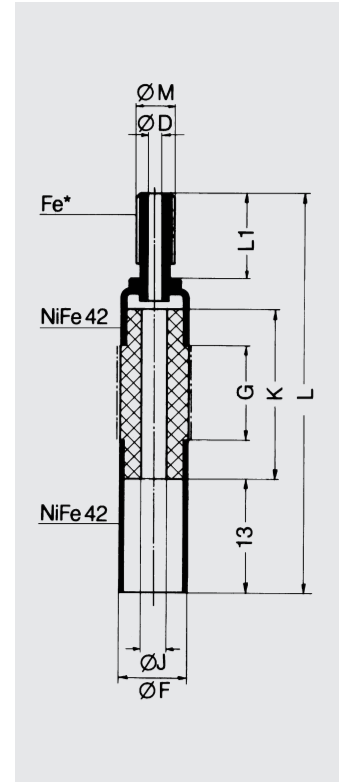


Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Ø M	Ø D	Ø F	Ø A	Ø J
551-1034	8 kV	M 4	1,6	17,5	10,2	4,8

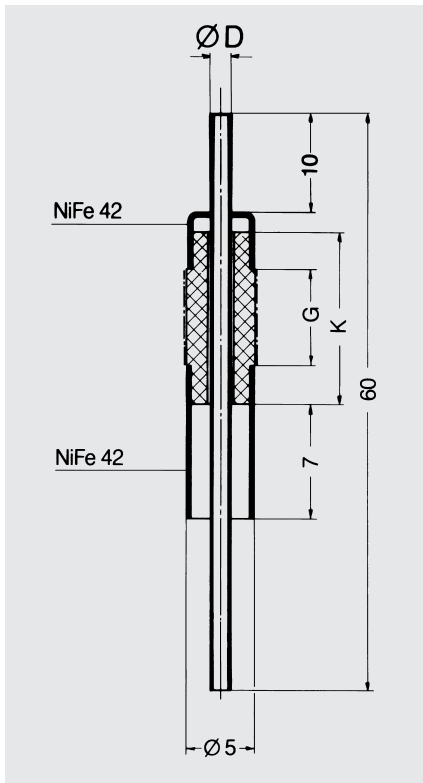
G	K	K 1	L 1	L 2
16	27	6	10	35

Durchführungen auch in anderen Abmessungen lieferbar
Feedthroughs are also available in other dimensions
Les passages sont aussi livrables dans d'autres dimensions

Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Ø M	Ø D	Ø F	Ø J	G	K	L	L1
551-1001	4 kV	M4	1,6	7,0	3,0	8	15	41	10
551-1002	6 kV	M6	2,5	9,0	4,0	13	20	47	10
551-1003	6 kV	M6	2,5	10,8	5,0	13	20	47	10
551-1004	6 kV	M8	3,8	13,5	6,5	13	20	54	17



Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Stromleiter Conductor Conducteur	Strom Current Courant	Ø D	G	K
551-1015	5 kV	NiFe 42	8 A	2	11	19
551-1016-2	5 kV	Ni	5 A	2 x 0,4	11	19

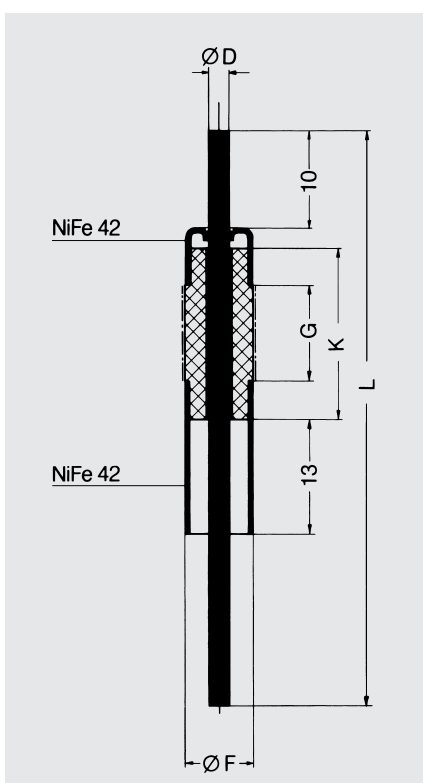


Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Stromleiter Conductor Conducteur	Strom Current Courant	Ø D	G	K
551-1063	2 kV	NiFeCo	4 A	1,5 x 0,25	4	10,5
551-1064	2 kV	NiFeCo	5 A	1,5	4	10,5
551-1066	3 kV	NiFeCo	5 A	1,5	6	12,5
551-1066-2	3 kV	Cu	15 A	1,5	6	12,5
551-1068	5 kV	NiFeCo	5 A	1,5	10	16,5
551-1068-2	5 kV	Cu	15 A	1,5	10	16,5

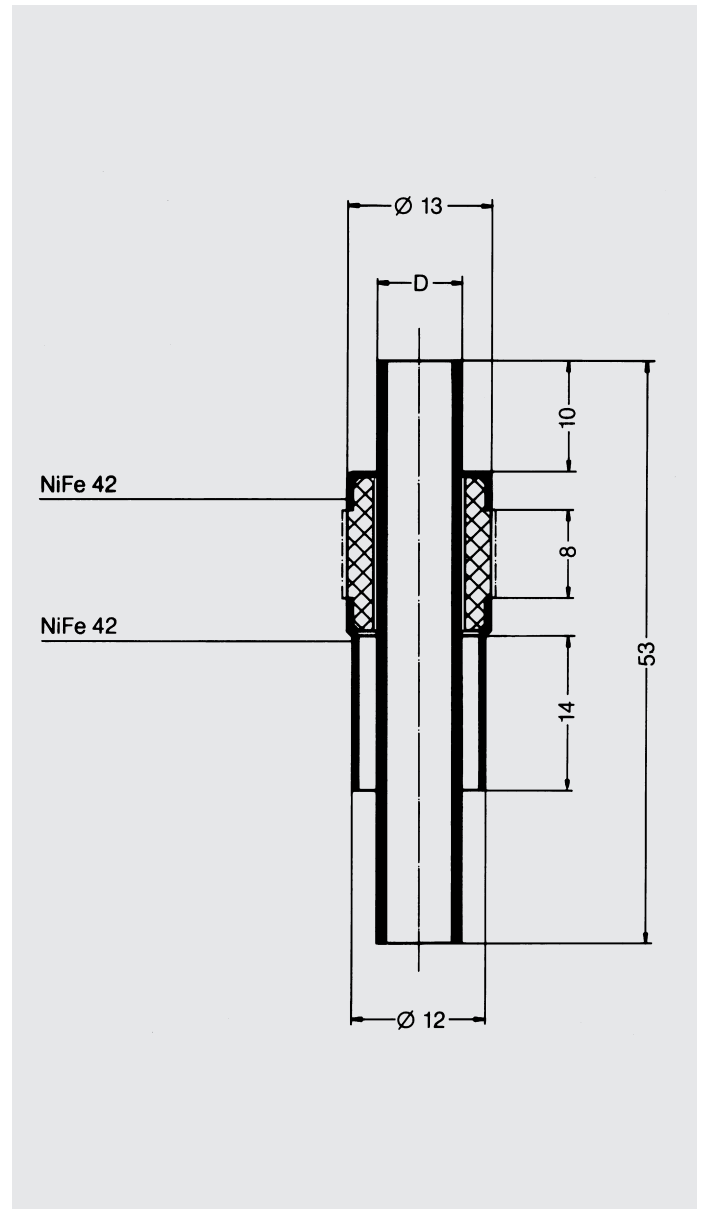
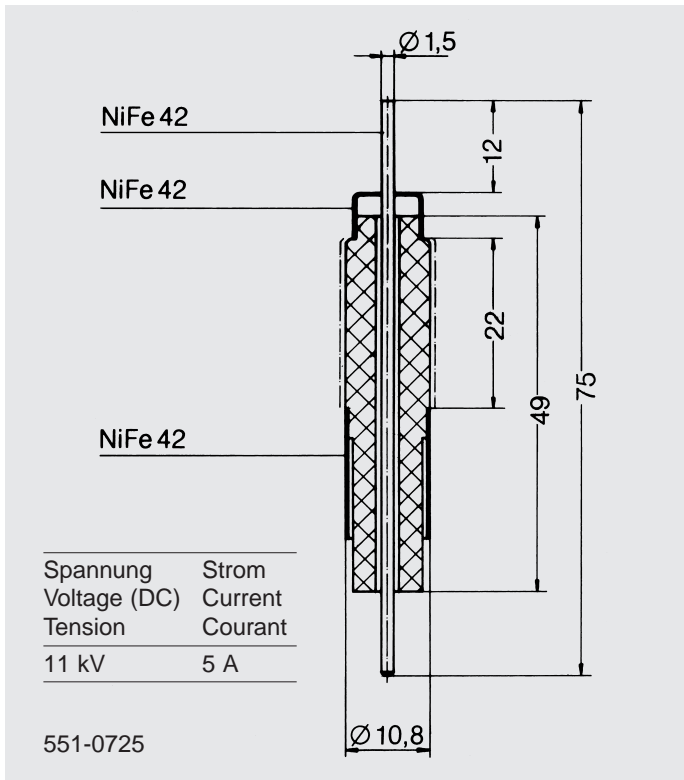
Durchführungen auch mit Stromleitern aus Cu und in anderen Abmessungen lieferbar

Feedthroughs are also available with copper conductors and in other dimensions

Les passages sont aussi livrables équipés de conducteurs en cuivre et dans d'autres dimensions



Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Stromleiter Conductor Conducteur	Strom Current Courant	Ø D	Ø F	G	K	L
551-0412	4 kV	NiFe 42	5 A	1,5	7	8	15	57
551-0412-1	4 kV	Cu	15 A	1,5	7	8	15	57
551-1006	4 kV	NiFe 42	8 A	2	7	8	15	52
551-1006-1	4 kV	Cu	25 A	2	7	8	15	52
551-1007	6 kV	NiFe 42	12 A	3	9	13	20	58
551-1007-1	6 kV	Cu	40 A	3	9	13	20	58
551-1008	6 kV	NiFe 42	20 A	4	10,8	13	20	58
551-1008-1	6 kV	Cu	60 A	4	10,8	13	20	58
551-1009	6 kV	NiFe 42	25 A	5	13,5	13	20	65
551-1009-1	6 kV	Cu	80 A	5	13,5	13	20	65
551-1010-1	8 kV	Cu	120 A	8	19,8	16	23	68

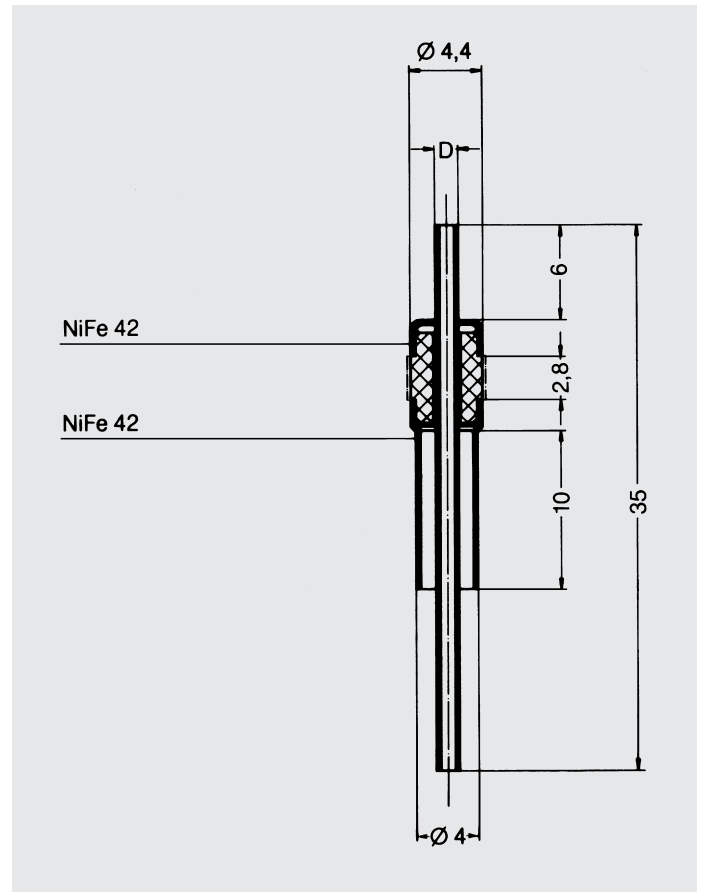
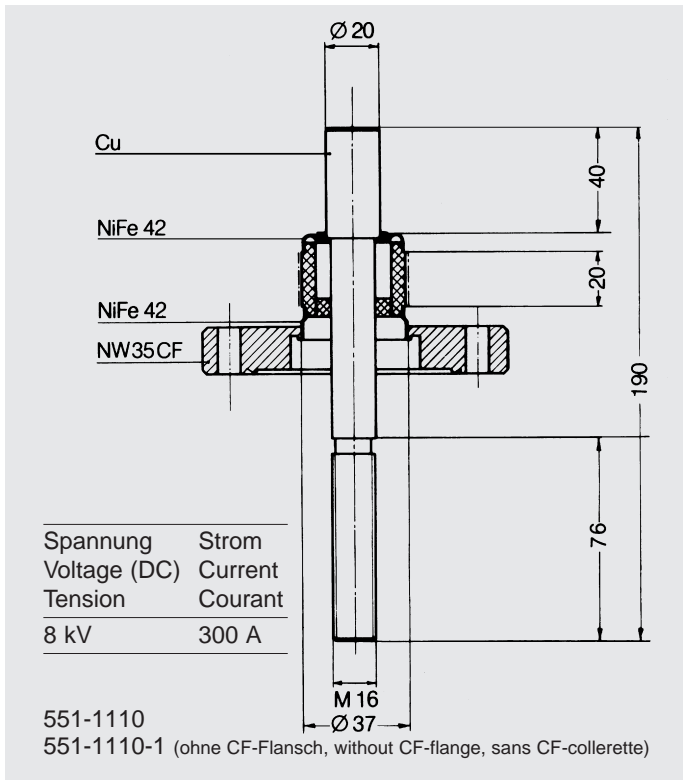


Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Stromleiter Conductor Conducteur	Strom Current Courant	Ø D
551-1633	4 kV	NiFe 42	30 A	7,5 x 0,75
551-1633-1	4 kV	Cu	90 A	7,5 x 0,75

Durchführungen auch mit Stäben als Stromleiter und in anderen Abmessungen lieferbar

Feedthroughs are also available with solid rod conductors and in other dimensions

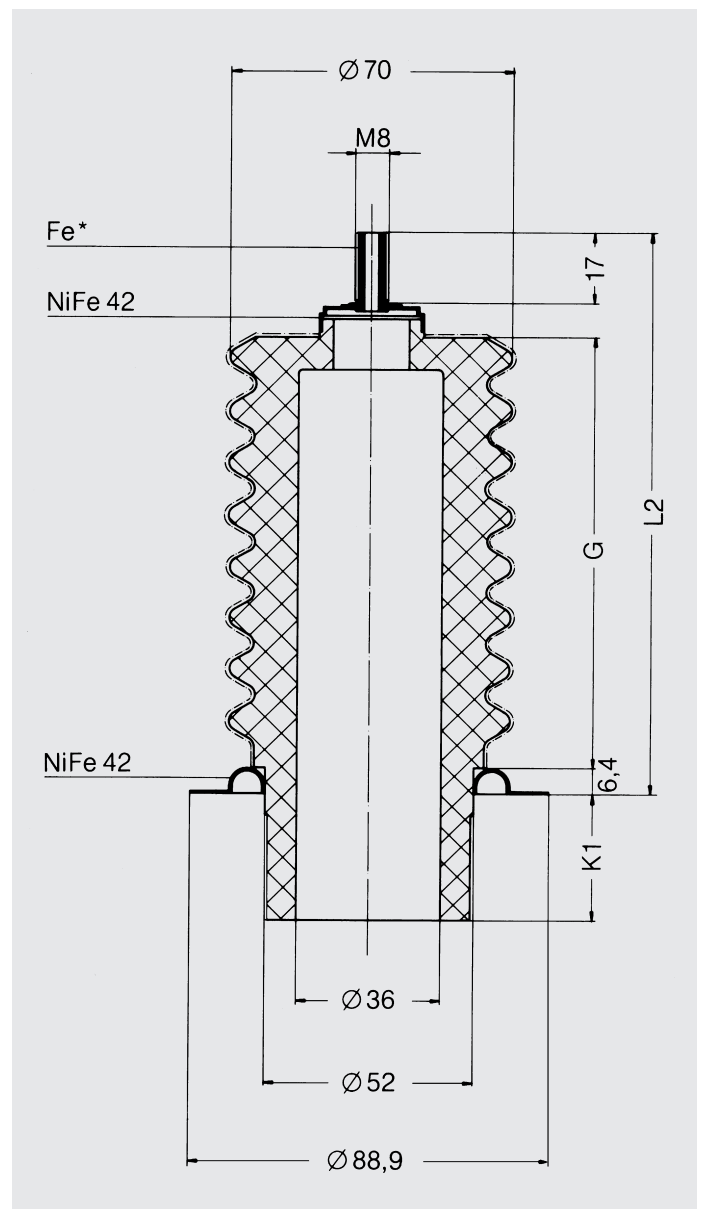
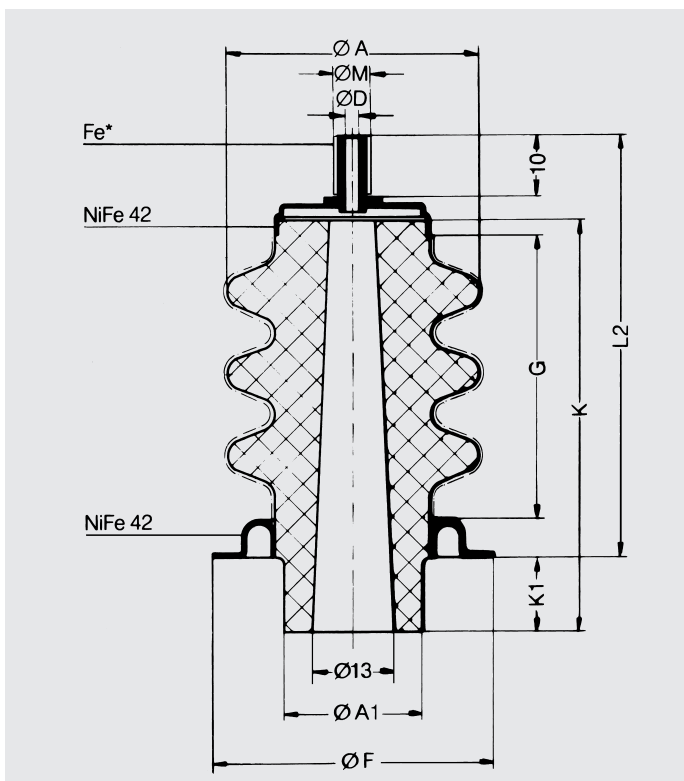
Les passages sont aussi livrables avec des conducteurs pleins et dans d'autres dimensions



Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Stromleiter Conductor Conducteur	Strom Current Courant	Ø D
551-1491	1 kV	NiFe 42	4 A	1,5 x 0,25
551-1425	1 kV	NiFe 42	5 A	1,5
551-1425-1	1 kV	Cu	5 A	1,5

Artikel-Nr.	Spannung	Anzahl der Rippen	Kriechweg									
Item-No.	Voltage (DC)	No. of Flutes	Leakage path	Ø M	Ø D	Ø F	Ø A	Ø A1	G	K	K1	L2
Réf.	Tension	Nbr. d'ondulations	Ligne de fuite									
551-1012	25 kV	3	54	M6	2,5	45	40	22	45	66	12	67

Isolatoren auch in anderen Abmessungen lieferbar
 Insulators are also available in other dimensions
 Les isolateurs sont aussi livrables dans d'autres dimensions

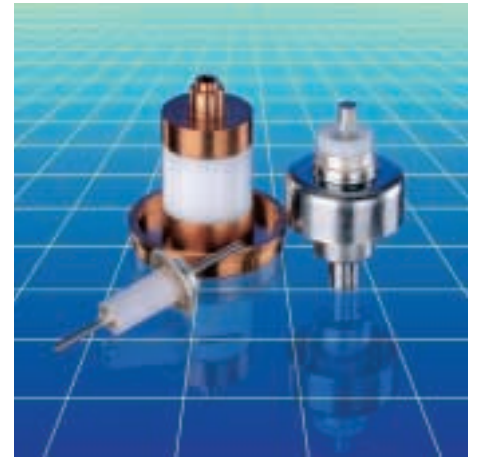


Art.-Nr.	Spannung	Anz. d. Rippen	Kriechweg			
Item-No.	Voltage (DC)	No. of Flutes	Leakage path	G	K1	L2
Réf.	Tension	Nbr. d'ondulations	Ligne de fuite			
551-0970	50 kV	8	150	108	31,6	141,4±1

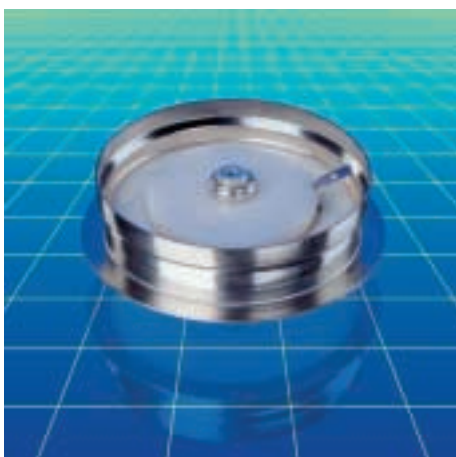
Produkt-Beispiele

Product examples

Exemples de produits



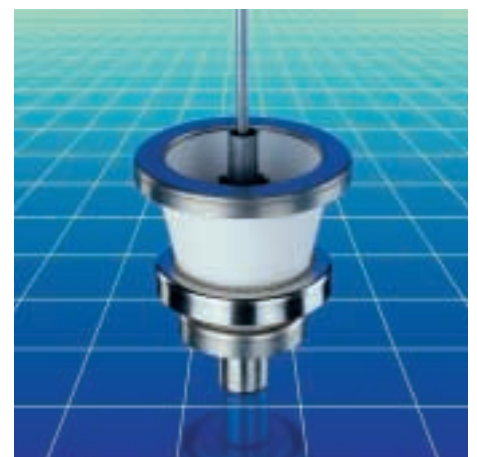
Einfach Durchführungen für Hochspannung, Hochstrom, mineral-isolierte Kabel
Single feedthroughs for high voltage, high current, mineral-insulated cables
Passages simples pour haute tension, courant fort, câbles minéraux isolants



Isolator für Zählrohre
Insulator for radiation detectors
Isolateur pour tubes de comptage



Hochstromdurchführung
mit Steuerleitungen
High-current feedthrough
with gate contacts
Passage pour courant fort
avec conducteurs pilotes



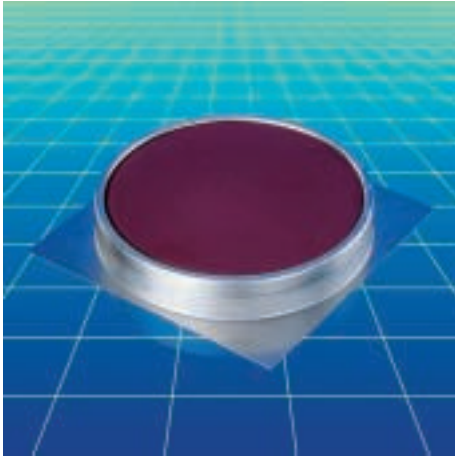
Triodengehäuse
Triode housing
Capot de triode

Produkt-Beispiele

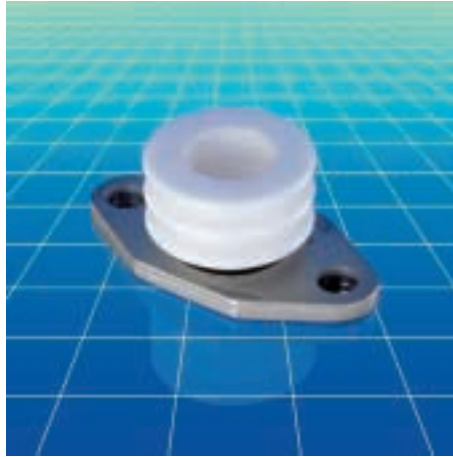
Product examples

Exemples de produits

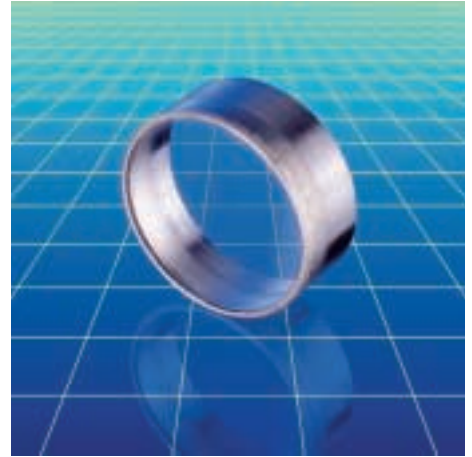
FRIALIT®



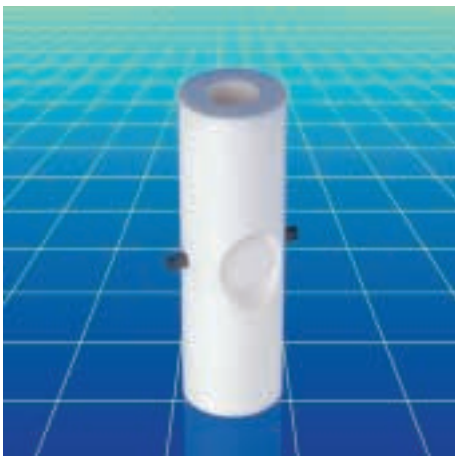
Sensorgehäuse
Sensor housing
Boîtier de capteur



Sensorgehäuse
Sensor housing
Boîtier de capteur



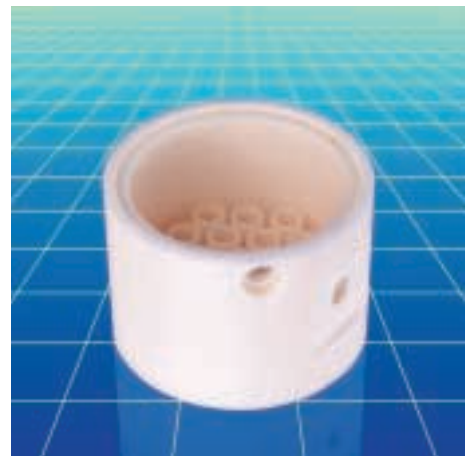
Saphirfenster
Sapphire window
Fenêtre saphir



Meßzelle mit
ingesinterten Elektroden
Measuring cells with
sintered-in electrodes
Cellule de mesure avec
électrodes insérées au frittage



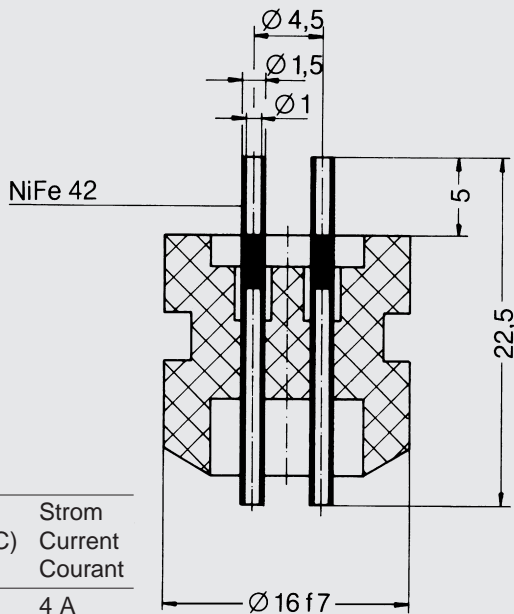
Glasgelötete Keramik- und Saphirteile
Glass-sealed ceramic and sapphire components
Pièces céramique et saphir enverrées



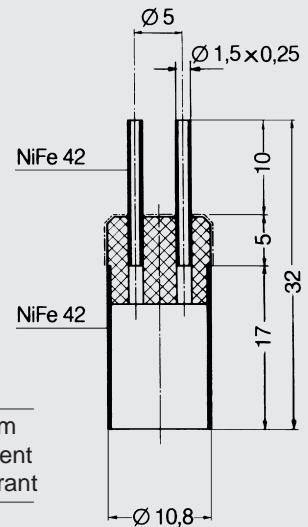
Mehrfachdurchführungen

Multiterminal feedthroughs and bushings

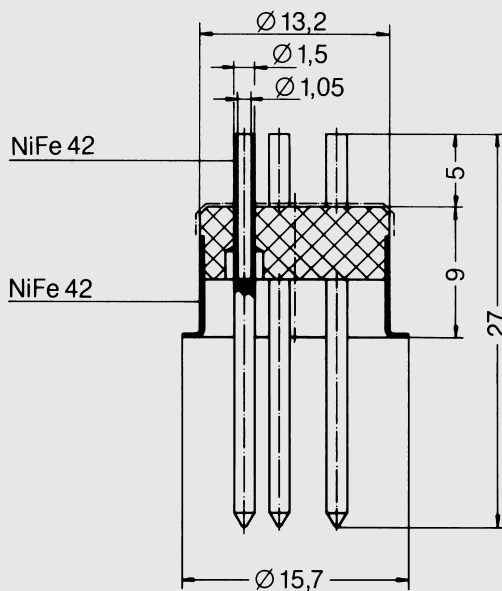
Passages multiples



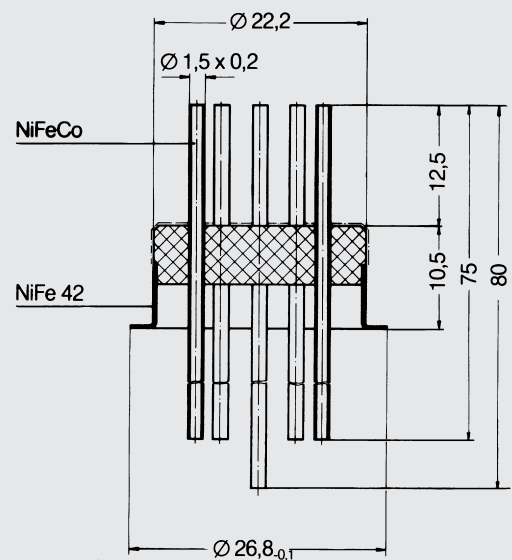
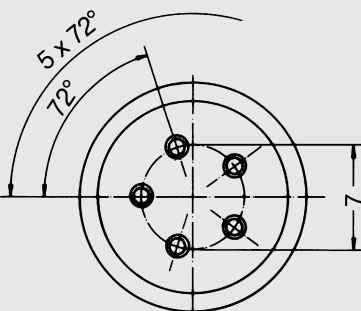
552-2807 (2-fach, 2-terminal, 2-Conducteur)
552-2807-1 (4-fach, 4-terminal, 4-Conducteur)



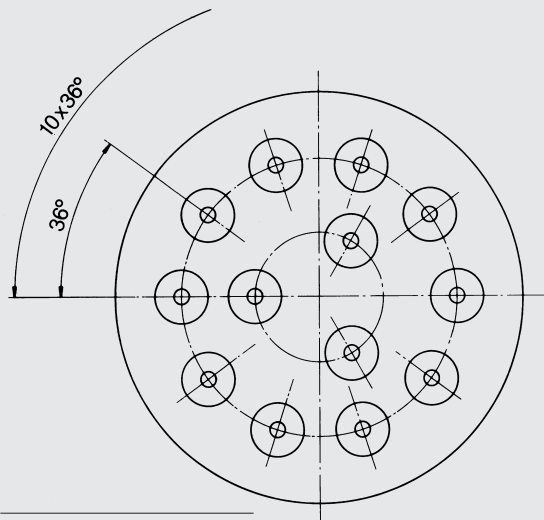
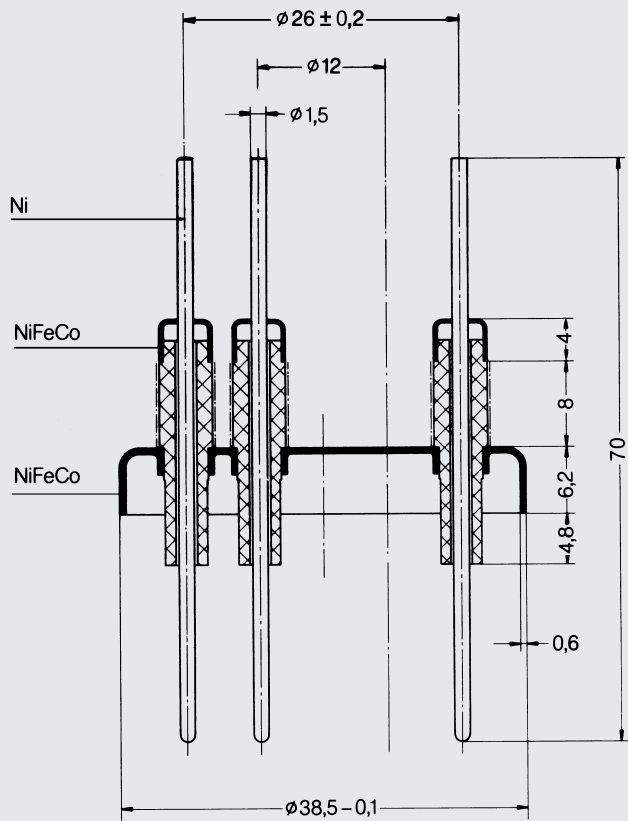
552-0861 (2-fach, 2-terminal, 2-Conducteur)
552-0838 (4-fach, 4-terminal, 4-Conducteur)



552-2548 (5-fach, 5-terminal, 5-Conducteur)

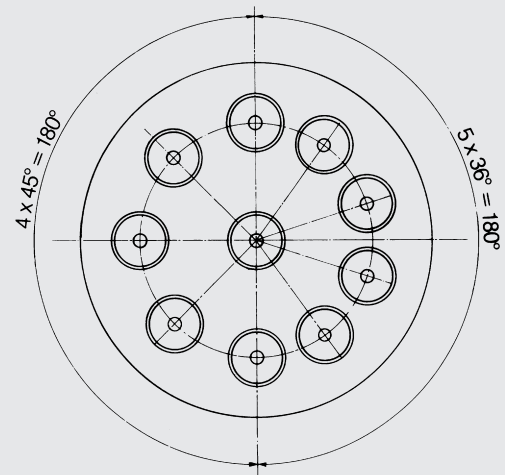
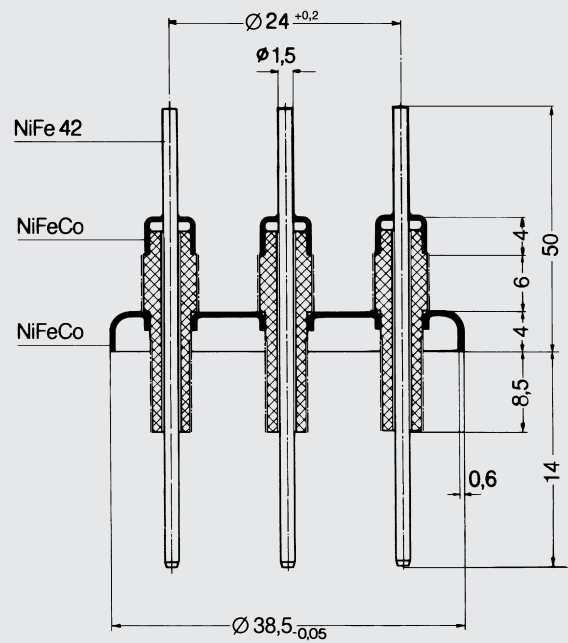


552-1264 (10-fach, 10-terminal, 10-Conducteur)



Spannung Voltage (DC) Tension	Strom Current Courant
4 kV	5 A

552-2123-2 (13-fach, 13-terminal, 13-Conducteur)



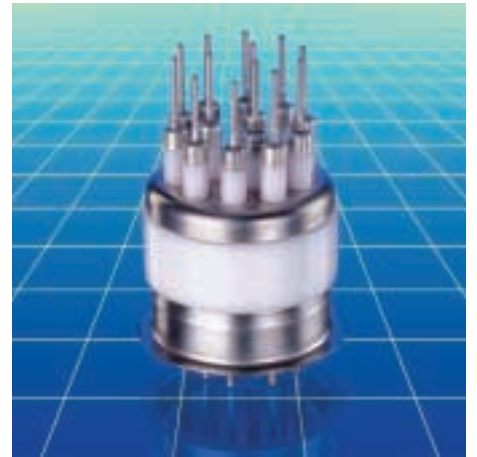
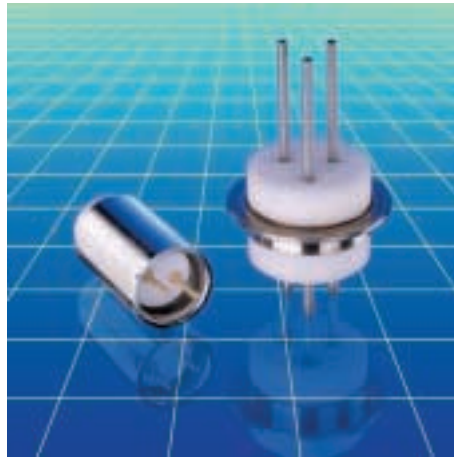
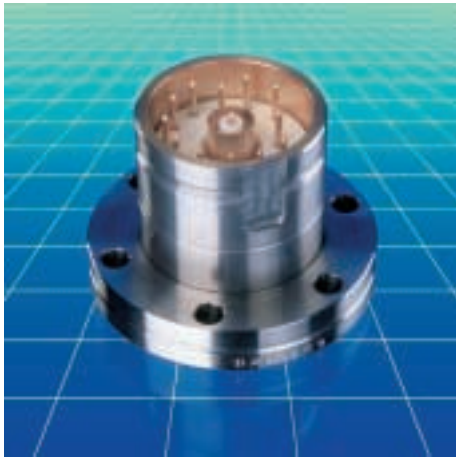
Spannung Voltage (DC) Tension	Strom Current Courant
3 kV	5 A

552-1106 (10-fach, 10-terminal, 10-Conducteur)

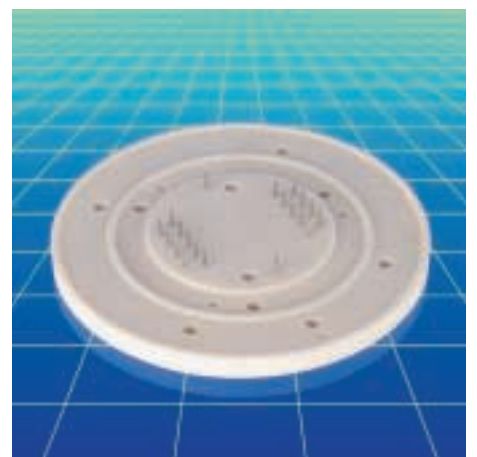
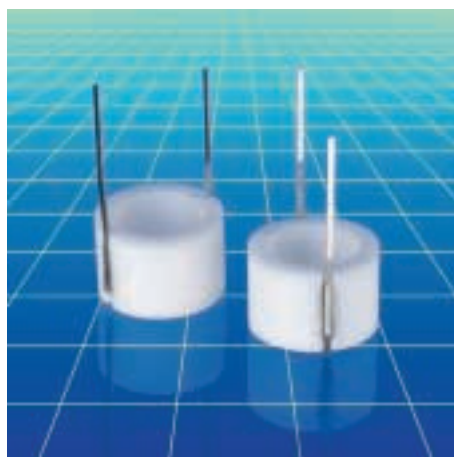
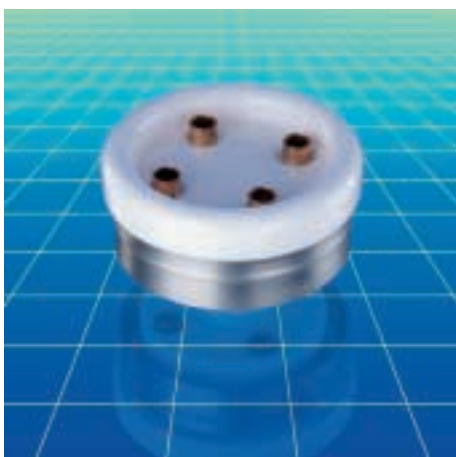
Produkt-Beispiele

Product examples

Exemples de produits



Mehrfachdurchführungen für hochohmige Meßsysteme und Sensoren
Multi-pin feedthroughs for high-resistance measuring systems and sensors
Passages multiples pour systèmes de mesures et capteurs à forte résistance



Durchführung für Hochdruck
Feedthroughs for high pressure
Passage pour haute pression

Spulenträger
Coil housing
Support de bobines

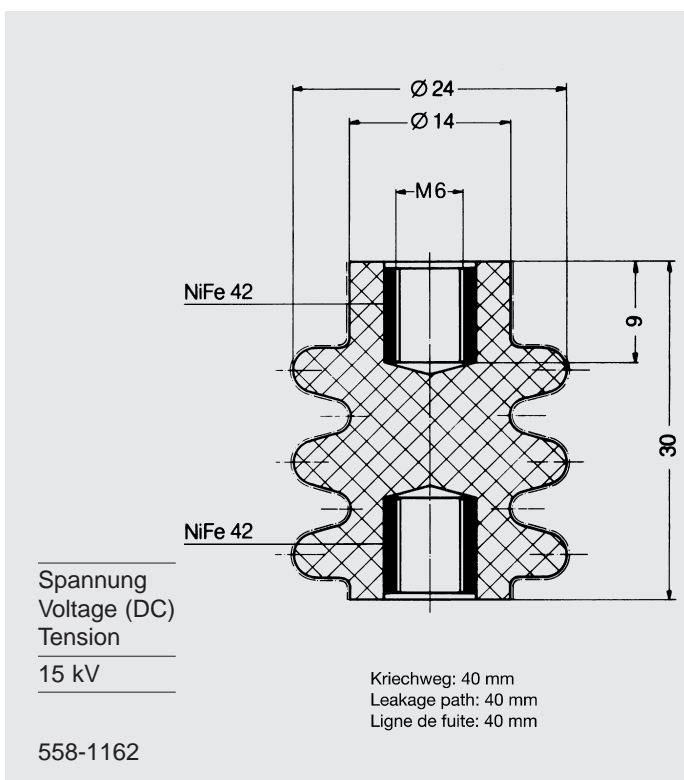
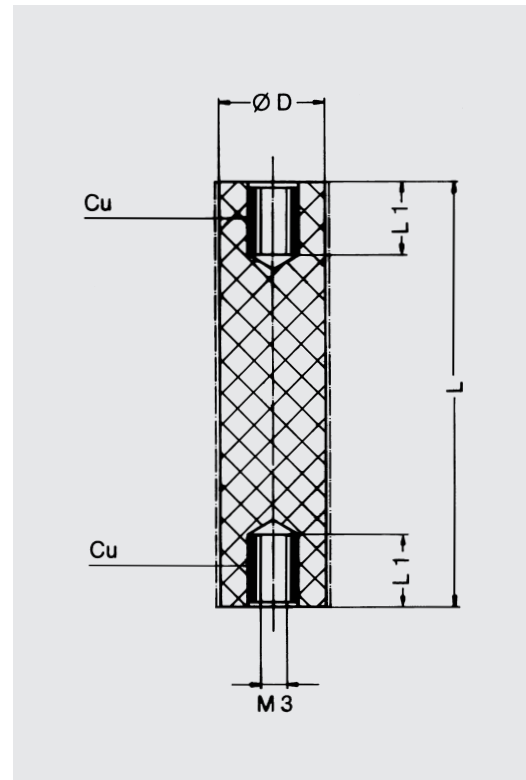
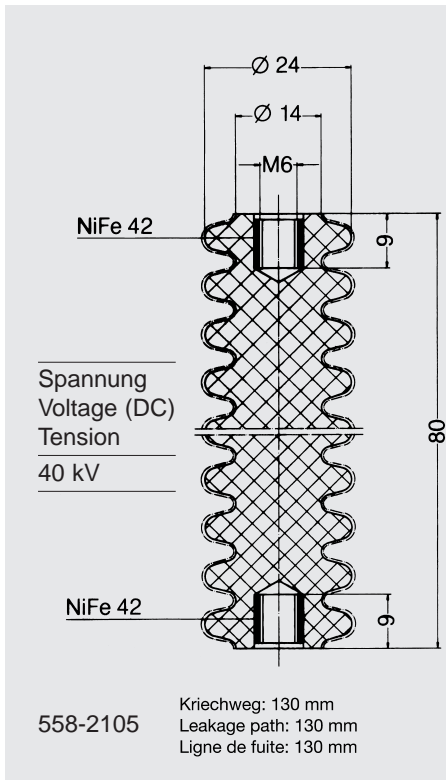
Substratträger mit
eingesinterten Kontakten aus Platin
Substrate carrier with
sintered-in platinum contacts
Support pour substrats avec
contacts platine insérés au frittage

Stützisolatoren

Standoffs

Isolateurs

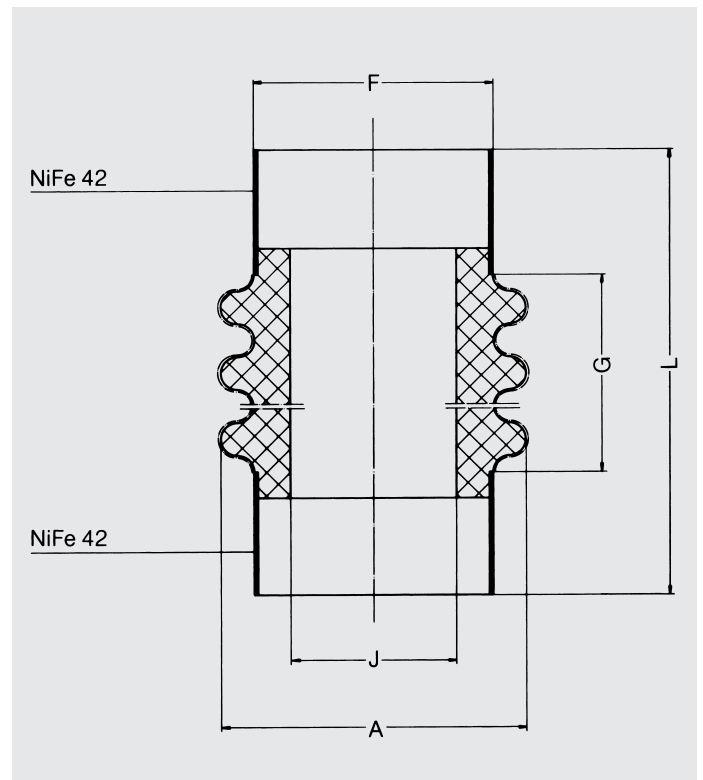
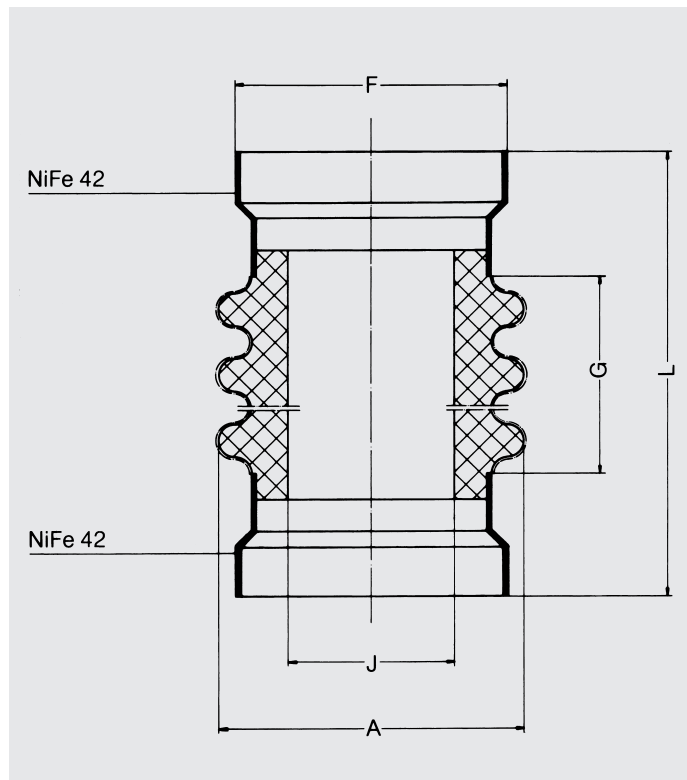
Artikel-Nr. Item-No. Réf.	Spannung Voltage (DC) Tension	Ø D	L 1	L
558-1511	10 kV	7,5	8	25
558-1984	15 kV	9,5	6	38,1



Isolierrohre

Tube-to-tube insulators

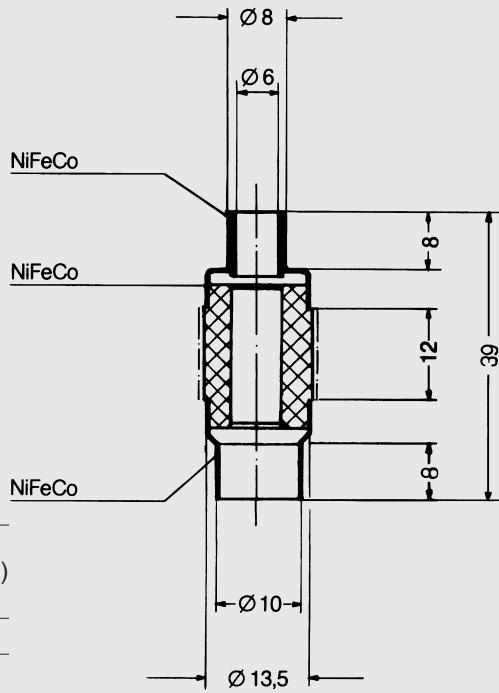
Tubes isolants



Artikel-Nr.	Spannung	Anzahl der Rippen	Kriechweg	Lieferbar mit					
Item-No.	Voltage (DC)	No. of Flutes	Leakage path	Available with					
Réf.	Tension d'ondulations	Nbr.	Ligne de fuite	Livable avec	Ø F	Ø A	Ø J	G	L
		NW...CF							
559-0656	30 kV	6	90	100	101	112	85	60	117,6

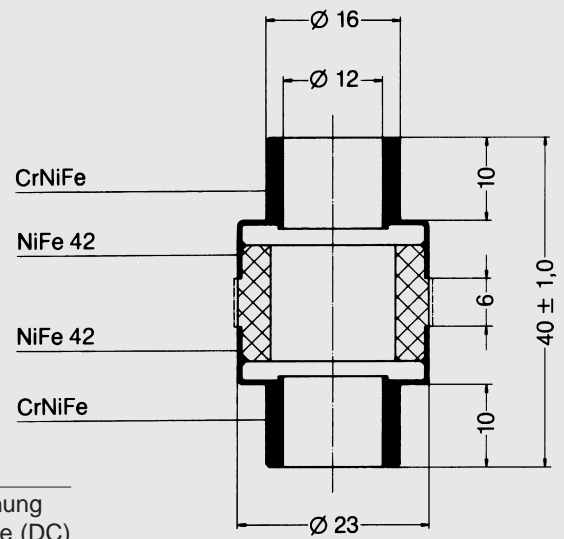
Artikel-Nr.	Spannung	Anzahl der Rippen	Kriechweg	Lieferbar mit					
Item-No.	Voltage (DC)	No. of Flutes	Leakage path	Available with					
Réf.	Tension d'ondulations	Nbr.	Ligne de fuite	Livable avec	Ø F	Ø A	Ø J	G	L
		NW...CF							
559-0654	15 kV	3	44	35	36	46	25	30	67,6

Isolierrohre auch in anderen Abmessungen lieferbar
 Tube isolators and vacuum breaks are also available in other dimensions
 Les tubes isolants sont aussi livrables dans d'autres dimensions



Spannung
Voltage (DC)
Tension
5 kV

559-1464



Spannung
Voltage (DC)
Tension
3 kV

559-1974

• Das Unternehmen

• The Company

• L'entreprise



- Das Werk, Grundstücksfläche ca. 350.000 m²
- The company, covering an area of approx. 350.000 m²
- L'usine, avec une superficie d'env. 350.000 m²

Die FRIATEC AG wurde 1860 gegründet und gehört heute zur Aliaxis-Unternehmensgruppe mit Hauptsitz in Brüssel, Belgien. Das Unternehmen gliedert sich heute in drei Unternehmensbereiche, die wiederum in vier Divisionen und zwei Bereiche unterteilt sind und Produkte der unterschiedlichsten Art für eine Vielzahl von Abnehmergruppen fertigen. Wir besitzen als Spezialist für korrosionsbeständige und verschleißfeste Werkstoffe seit Jahren auf vielen Gebieten ein führendes Know-how. Weltweite Marktpräsenz ist durch die Kooperation mit vielen Aliaxis-Unternehmen gewährleistet.

Unser Ziel ist es, in markt- und kundenorientierter Weise schnell die Probleme unserer Abnehmer zu lösen. Deshalb gehören eine kundennahe und schlagkräftige Entwicklung sowie ein schneller Service zum wesentlichen Bestandteil unserer Firmenphilosophie. Mitarbeiter können die Probleme ihrer Kunden nur lösen, wenn sie selbst Freude an der Arbeit haben und gute Kontakte pflegen. Eine dezentralisierte Verantwortung mit Freiheit und Motivation bei angemessener Kontrolle bilden den Rahmen einer guten Zusammenarbeit.

Kundennähe und Kundens Schulung ist ein tragendes Element der Firmenphilosophie. In einem mit allen Mitteln der Medientechnik ausgestatteten Congresscenter führen die einzelnen Divisionen des Unternehmens laufend zielgruppengerechte Seminare durch. Es stehen auch praxisgerechte Schulungswerkstätten zur Verfügung, so dass den Schulungsteilnehmern neben theoretischem Wissen auch praktische Fortbildung an den jeweiligen Produkten vermittelt wird.

FRIATEC AG was founded in 1860 and is today part of the Aliaxis Group with its headquarter in Brussels, Belgium. The company is divided into three business areas today which in turn are subdivided into four divisions and two areas. These manufacture products of many different kinds for a large variety of customer groups. As specialists for corrosion- and wear-resistant materials, we have leading expertise in many areas. We have world-wide market presence through our co-operation with many Aliaxis companies. Our aim is to solve our customers' problems quickly using market and customer-oriented methods. That is why customer-related and effective development work as well as fast service form an integral part of our company philosophy. Our employees will only be able to solve customers' problems if they enjoy their work and look after their contacts. The framework for mutual co-operation is based on decentralized responsibility, freedom and motivation, with an appropriate level of administrative monitoring.

Customer contact and customer training are essential elements of the company's philosophy. The individual divisions continuously carry out seminars aimed at different groups in the congress centre. The centre has been equipped with all possible means of media technology. Training workshops aimed at specific groups are also available, where training participants can top up their theoretical knowledge by working practically with a particular product.

La société FRIATEC AG fut fondée en 1860 et fait aujourd'hui partie du groupe d'entreprises Aliaxis avec siège principal à Bruxelles en Belgique. Elle comprend aujourd'hui trois secteurs d'activité qui sont de leur part regroupés en quatre divisions et deux secteurs. Ainsi, ils produisent une large gamme de produits pour une clientèle variée. En tant que spécialiste des matériaux résistants à la corrosion et à l'abrasion, notre entreprise bénéficie depuis de nombreuses années d'un savoir-faire performant. Notre coopération avec les nombreuses entreprises du groupe Aliaxis garantit une présence sur les marchés internationaux.

Notre objectif est de résoudre rapidement les problèmes en restant constamment à l'écoute des besoins du marché et de nos clients. C'est pourquoi une politique de développement dynamique et orientée vers le client associée à un service rapide constitue le pilier principal de la philosophie de notre entreprise. Les employés d'une entreprise ne peuvent résoudre efficacement les problèmes de leurs clients que s'ils entretiennent de bonnes relations avec ces derniers et s'ils aiment leur travail. Une coopération efficace repose sur la décentralisation des responsabilités, la liberté d'action et la motivation, le tout encadré par un contrôle minimum.

Le pilier principal de la philosophie de notre entreprise est constitué par l'orientation vers le client et la formation continue de ce dernier. Notre centre de congrès qui dispose de tous les moyens techniques et médiatiques actuels permet aux différentes divisions de notre entreprise de proposer en permanence des séminaires ciblés sur leur groupe de clients. Nous disposons également d'ateliers de formation pour que les participants à une formation n'accumulent non seulement le savoir-faire en théorie, mais qu'ils auront la possibilité de s'informer en pratique sur les nouveaux produits en question.



FRIATEC

Aktiengesellschaft
 Division FRIALIT®-DEGUSSIT®
 Postfach 71 02 61 · D-68222 Mannheim
 Telefon (06 21) 4 86-13 66
 Telefax (06 21) 4 779 99
 Internet: www.friatec.de
 e-mail: info@friatec.de



Verkauf
 Sales department
 Service commercial
 (06 21) 486-13 66
 e-mail: Gaby.Schuhmacher@friatec.de

Technische Beratung
 Technical Service
 Service technique
 (06 21) 486-13 78
 e-mail: Roger.Weber@friatec.de



Rohre und Kapillaren

zum Schutz und zur Isolierung von Thermo-
 elementen, für die Gasentnahme und
 -zuführung.

Tubes and multi-bore tubes

for protection and insulation of thermo-
 couples, for gas extraction and gas feeding

Tubes et capillaires

pour protection et isolement de pyromètres,
 pour prélèvement et alimentation de gaz.

Prospekt 977



Laborgeräte

Tiegel, Schiffchen zum Glühen und
 Schmelzen bei hohen Temperaturen.

Laboratory ware

crucibles, boats for annealing and melting at
 high temperatures.

Appareillage laboratoire

creusets, nacelles pour combustion et fusion
 à haute température.

Prospekt 977



FRIALIT-Elektrische Durchführungen

hochvakuumdicht, temperaturbeständig und
 höchste Isolationseigenschaften für Meßtechnik
 Hochspannungs- und Hochstromanwendungen.

FRIALIT electrical feedthroughs

highvacuumproof, temperature resistant and high
 insulated for high voltage, high and low current.

Traversées électriques FRIALIT

étanches au vide poussée, résistants à la
 température et haute valeur d'isolation pour
 haute tension, courants forts et faibles.

Prospekt 1126/2



Verschleißschutzteile

Kolben und Plunger
 Gleitringe, Präzisionskugeln
 Dichtscheiben für Armaturen

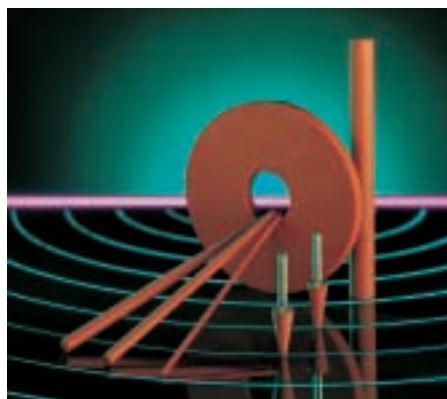
Abrasion and Corrosion resistant parts

Pistons and Plungers
 Bearing rings, precision balls
 Ceramic sealing discs. For valves
 and water-mixing taps.

Pièces d'usure

Pistons et Plongeurs
 Bagues de friction, billes de précision
 Disques d'étanchéité pour robinetterie.

Prospekt 1279



Feinschleifwerkzeuge

Scheiben, Abziehsteine, Kleinstfeilen, Hand-
 läpper zum Bearbeiten harter Werkstoffe und
 für alle Feinschleifarbeiten.

Fine grinding tools

wheels, whetstones, midget files, hand-
 lappers for various fine grinding operations
 on hard materials.

Outils de finition

meules, pierres à affûter, petites limes et
 affiloirs pour la finition de matériaux durs et
 pour toutes opérations de rectification fine.

Prospekt 998

FRIALIT®

DEGUSSIT®

Erzeugnisse aus Oxidkeramik

Products of Oxide Ceramics

Produits en oxydes céramiques