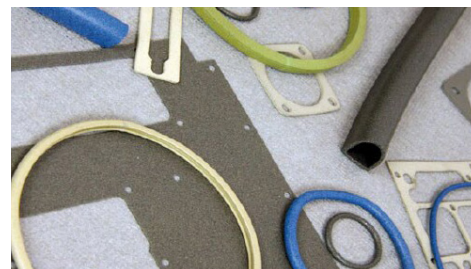




EMV-ABSCHIRMUNGSLÖSUNGEN FÜR VERTEIDIGUNGSANWENDUNGEN

EINFÜHRUNG

Die Luft- und Raumfahrt- sowie die Verteidigungsindustrie sind seit jeher die Haupttreiber für RFI/EMV-Abschirmungsdesign und -produkte. Sicherheitslücken im Bereich der EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) sind im Alltag meist nur ein frustrierendes Ärgernis – in der Luft- und Raumfahrt müssen sie dagegen unbedingt vermieden werden.



Flugzeuge können regelmäßig von Blitzen getroffen werden, die einen elektromagnetischen Impuls (EMP) verursachen. Ein solcher EMP hat eine zerstörerische Wirkung auf elektronische Schaltungen. Daher ist es wichtig, dass das Flugzeug über ein System verfügt, das den Blitz ohne Schäden passieren lässt. Anders im Weltraum: Satelliten befinden sich in einer äußerst aggressiven elektromagnetischen Umgebung mit Sonneneruptionen, die koronale Massenauswürfe auslösen können. Auf der Erde sind wir durch die Magnetosphäre geschützt, aber Satelliten haben diesen Vorteil nicht, sodass die Abschirmung von entscheidender Bedeutung ist, um die Sicherheit des Satelliten und seiner Systeme zu gewährleisten.

Die zunehmende Integration von Elektronik bedeutet, dass die elektromagnetische Kompatibilität zwischen den Systemen von größter Bedeutung ist, um sicherzustellen, dass sie harmonisch funktionieren und sich nicht gegenseitig stören. Flugzeuge sind eher Fly-by-Wire-Systeme als mechanische Konstruktionen und benötigen eine komplexe Software, die ihre computergestützten Systeme steuert. Sensoren, die die Umgebung des Flugzeugs, Flugdaten usw. messen, müssen alle miteinander kommunizieren, unabhängig voneinander arbeiten und bei Systemausfällen oder -fehlern als Backup fungieren.

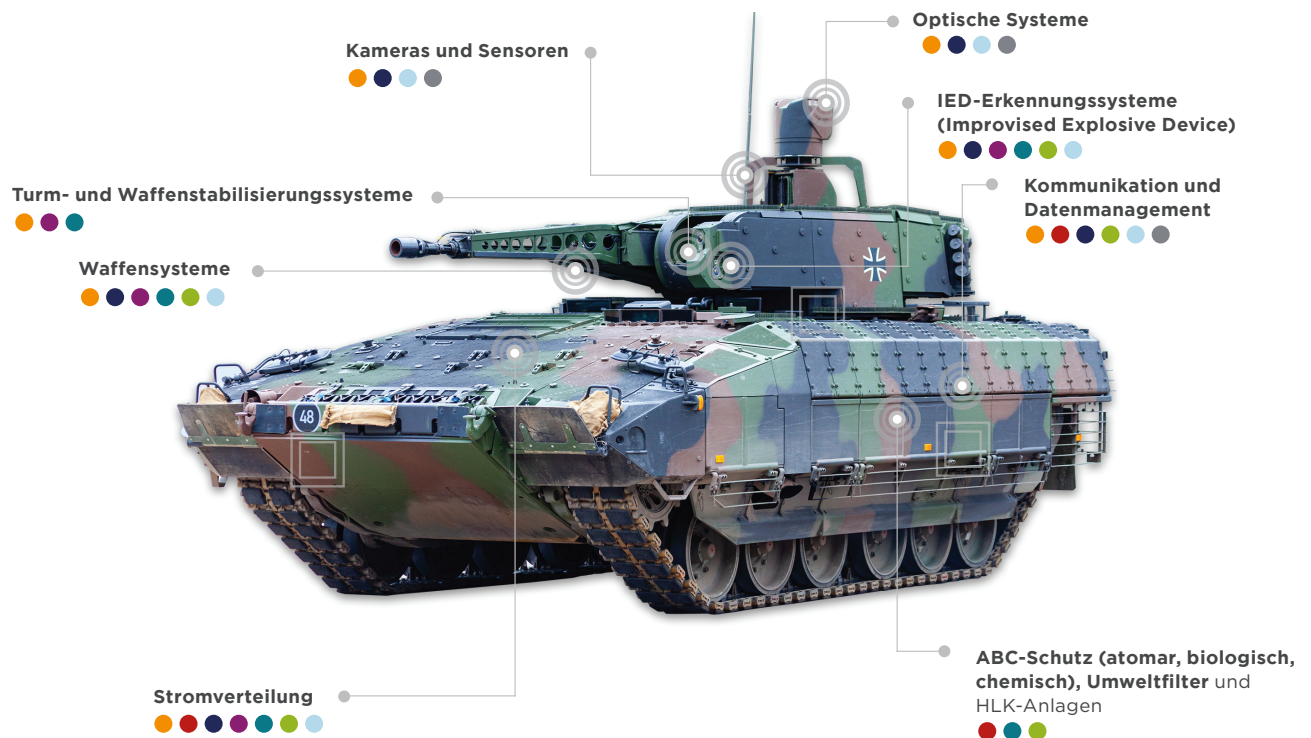
Elektronikingenieure kennen sich mit diesem Thema gut aus und werden im Rahmen der Entwicklung bereits einen guten Aufbau der Leiterplatte, Filter, Erdungskomponenten, Signalintegrität usw. berücksichtigen, um EMI bereits weitestgehend am Entstehungsort zu minimieren. Ebenso wichtig ist jedoch die Abschirmung des Gehäuses, die das Problem der Emissionsabstrahlung und Empfindlichkeit löst. Die Anschlussflächen an einem Gehäuse können sehr flach aussehen und man denkt, dass es einen vollständigen Metall-Metall-Kontakt gibt, aber in einer Massenfertigung kann nichts so flach sein und es werden Lücken bestehen. Diese Lücken sind im Prinzip Schlitzte und können so leider zu strahlenden Antennen werden. Derartige Unebenheiten in der Verbindung können durch die Verwendung einer elektrischen Dichtung und das Hinzufügen weiterer Befestigungsmittel ausgeglichen werden, um einen guten Kontakt zwischen den ineinandergreifenden Oberflächen herzustellen.

Die RFI/EMV-Abschirmung ist eine mechanische Lösung für ein elektrisches Problem, und der Konstrukteur des Gehäuses sollte die verfügbaren Dichtungstypen und ihre unterschiedlichen Eigenschaften kennen und sicherstellen, dass an den Gehäusenähten, Türen usw. genügend Fläche für die Dichtung vorhanden ist. In der Luft- und Raumfahrt spielen Gewicht und Größe von Geräten und Systemen eine wichtige Rolle, sodass nach Möglichkeit auf Miniaturisierung gesetzt wird. Das bedeutet, dass die Abschirmungsoptionen, die den Konstrukteuren zur Verfügung stehen, ebenfalls klein sind und eine gute Abschirmung bieten müssen. Elektrisch leitfähige Elastomere sind die beste Option für die Luft- und Raumfahrt, da das Material geformt, extrudiert oder zu sehr kleinen Komponenten verarbeitet oder direkt auf die Hardware aufgebracht werden kann. Viele elektrisch leitfähige Füllstoffe stehen zur Verfügung, um den Anforderungen an die Abschirmung gerecht zu werden, und eine Fluorsilikonbasis erfüllt die Anforderungen an die Beständigkeit gegen Heizöle etc.

Ziel ist es, immer für den schlimmsten Fall vorzusorgen und die Abschirmung bereits in einem frühen Stadium des Entwurfsprozesses zu berücksichtigen, da es extrem schwierig oder gar unmöglich ist, eine Abschirmung in einem Gehäuse nachzurüsten, in dem kein Platz für eine abschirmende Dichtung oder Komponente vorhanden ist.

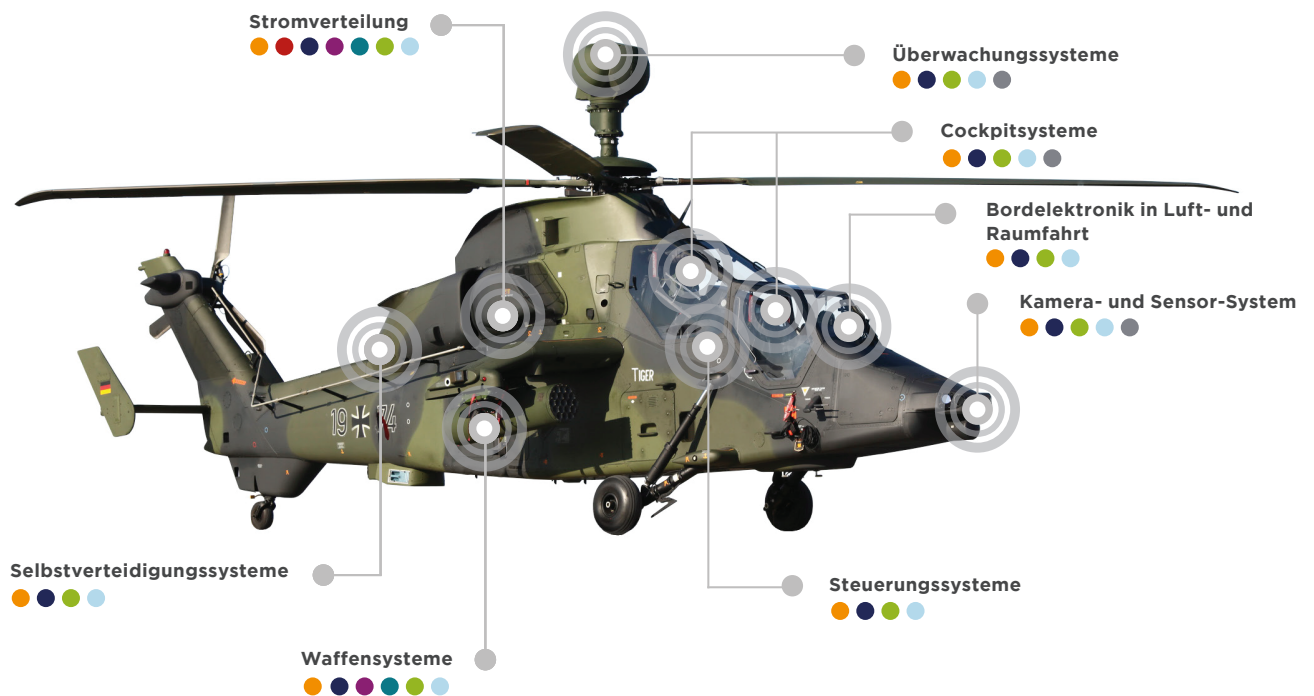
MILITÄR PANZER

Anwendungs-Subsysteme	Steckverbinderdichtung	Entlüftungen	O-Ring	Drahtgestrick	Drahtgestrick mit Elastomerkern	Gerichteter Draht	Kontermutterdichtung	Abschirmungsfenster
Kameras und Sensoren	●		●				●	●
Optische Systeme	●		●				●	●
IED-Erkennungssysteme (Improvised Explosive Device)	●		●	●	●	●	●	
Kommunikation und Datenmanagement	●	●	●			●	●	●
ABC-Schutz (atomar, biologisch, chemisch), Umweltfilter und HLK-Anlagen		●			●	●		
Stromverteilung	●	●	●	●	●	●	●	
Waffensysteme	●		●	●	●	●	●	
Turm- und Waffenstabilisierungssysteme	●			●	●			



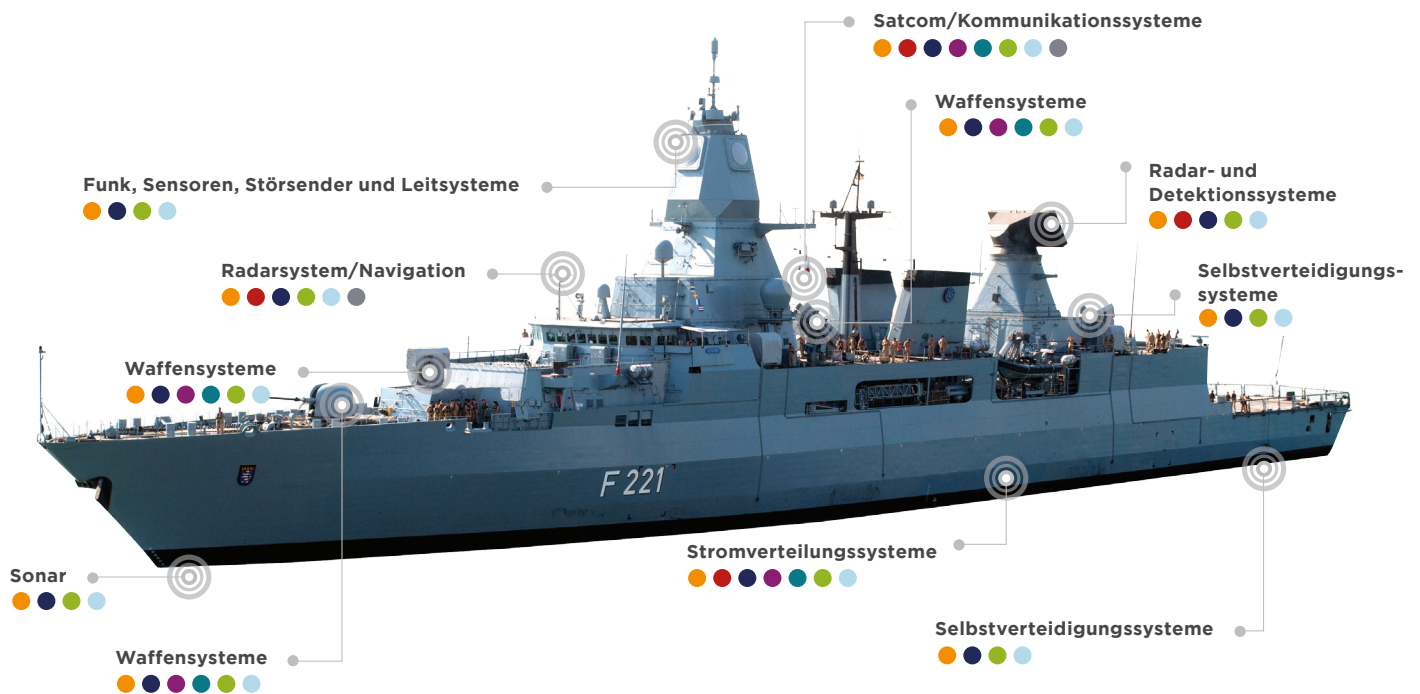
HUBSCHRAUBER

Anwendungs-Subsystem	Steckverbinderdichtung	Entlüftungen	O-Ring	Drahtgestrick	Drahtgestrick mit Elastomerkern	Gerichteter Draht	Konter-mutterdichtung	Abschirmungsfenster
Stromverteilung	●	●	●	●	●	●	●	
Selbstverteidigungssysteme	●		●			●	●	
Waffensysteme	●		●	●	●	●	●	
Steuerungssysteme	●		●			●	●	
Überwachungssysteme	●		●			●	●	●
Cockpitsysteme	●		●			●	●	●
Bordelektronik in Luft- und Raumfahrt	●		●			●	●	
Kamera- und Sensor-System	●		●			●	●	●



MARINESCHIFF

Anwendungs-Subsystem	Steckverbinderdichtung	Entlüftungen	O-Ring	Drahtgestrick	Drahtgestrick mit Elastomerkern	Gerichteter Draht	Kontermutterdichtung	Abschirmungsfenster
Satcom/Kommunikationssystem	●	●	●	●	●	●	●	●
Waffensysteme	●		●	●	●	●	●	
Radar- und Detektionssysteme	●	●	●			●	●	
Selbstverteidigungssysteme	●		●			●	●	
Stromverteilungssysteme	●	●	●	●	●	●	●	
Sonar	●		●			●	●	
Radarsystem/Navigation	●	●	●			●	●	●
Funk, Sensoren, Störsender und Leitsysteme	●		●			●	●	



PRODUKTPORTFOLIO

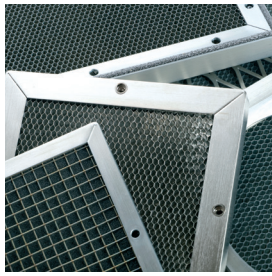
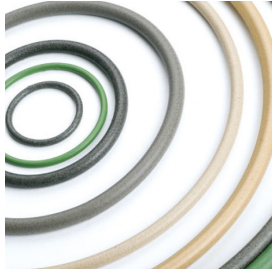
BILD	PRODUKT	BESCHREIBUNG	EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE
	Steckverbinderdichtung	- Wir bieten eine große Auswahl an Dichtungen für viele Steckverbinder in Standardgröße, die eine EMV/RFI-Dichtung mit optionalen Umweltdichtungen oder Versiegelungen erfordern. - Die Materialauswahl ist riesig, und es gibt Steckverbinderdichtungen aus praktisch allen Flachblech-EMV-Materialien.	- Die betreffenden Produkte entsprechen den Normformaten MIL-C-81511, MIL-C-5015 und MIL-C-38999 sowie den allgemeinen Sub-D-Steckverbinderdichtungen. - Anschläge und Kragen in Standardgrößen und -materialien erhältlich, andere Größen und Materialien auf Anfrage. - Der Pressanschlag sorgt außerdem für eine zusätzliche elektrische Verbindung zwischen den Oberflächen mit einem sehr geringen Durchgangswiderstand. - Oberflächenmontierte Dichtungen sind dort zu verwenden, wo nutenmontierte Dichtungen wie O-Ringe nicht aufgenommen werden können.
	Entlüftungen	- Aluminum-Wabenlüftungspaneele bestehen aus einer wabenförmigen Aluminiumfolie, die in einem festen Rahmen aus extrudiertem Aluminium befestigt ist. - Die Folie, die zu einer fortlaufenden Reihe von Wabenzellen geformt und laminiert sowie anschließend an den Verbindungsstellen geklebt und perforiert oder lasergeschweißt wird, sorgt an jeder Verbindungsstelle für einen Leitfähigkeitspfad. - TE bietet Kemtron EMV-Lüftungspaneele an, die für den Einsatz in Elektronikgehäusen ausgelegt sind, in denen ein guter Luftstrom für Kühlung und Ventilation erforderlich ist, aber gleichzeitig auch die EMV-Konformität gewährleistet werden muss.	- Wabenförmige Lüftungspaneele bestehen aus einer Reihe von Röhren, die als Hohl- oder Wellenleiter fungieren und elektromagnetische Wellen in das Gehäuse oder aus dem Gehäuse passieren lassen. - Diese Lösung überzeugt durch ihre hohe Abschirmungsleistung, ihr geringes Gewicht und ihre gute Luftströmungseffizienz. - Sie besteht aus einer wabenförmigen Aluminiumfolie, die in einem festen Rahmen aus extrudiertem Aluminium befestigt ist. - Die Folie, die zu einer fortlaufenden Reihe von Wabenzellen geformt und laminiert sowie anschließend an den Verbindungsstellen geklebt und perforiert oder lasergeschweißt wird, sorgt an jeder Verbindungsstelle für einen Leitfähigkeitspfad. - Verbesserte EMV-Abschirmung über Luftein- und -auslassöffnungen für noch mehr Abschirmleistung.
	O-Ringe	- Zu den Herstellungsmethoden für O-Ringe gehören Guss- oder Strangpressprofile, die auf Länge geschnitten und vulkanisiert werden. Mit diesen Methoden können wir eine Reihe von Lösungen anbieten, die allen Ihren Anforderungen entsprechen und kurze Lieferzeiten ermöglichen. - Die meisten unserer leitfähigen Elastomerprofile sind als O-Ringe in allen leitfähigen Silikon- und Fluorsilikontypen erhältlich.	- Gussverfahren ermöglichen die Herstellung fugenloser O-Ringe, die für Anwendungen geeignet sind, bei denen während des Zusammendrückens eine Scherkraft ausgeübt wird. - Andere als runde Profile lassen sich oft besser formen, da sie flach liegen und die richtige Ausrichtung des Profils beibehalten. - Beim Gießen können gute, wiederholbare Toleranzen erzielt werden. - Geformte Ringe sind ideal, wenn ein kleiner Querschnitt oder ein sehr kleiner Innendurchmesser erforderlich ist.
	Leitfähige Elastomere	- Leitfähige Elastomere sind vollständig ausgehärtete Silikon- oder Fluorsilikonmaterialien, die mit einer Vielzahl hochleitfähiger Partikel beladen sind und eine hervorragende EMV/RFI-Abschirmleistung in Kombination mit einer ausgezeichneten Abdichtung gegen Umwelteinflüsse bieten. - Die verschiedenen leitfähigen Füllstoffe sind so konzipiert, dass sie die galvanische Kompatibilität gewährleisten und gleichzeitig einen geringen Widerstand zwischen den Kontaktflächen gewährleisten.	- Materialoptionen für die erforderliche EMV-Leistung und galvanische Kompatibilität. - Sorgen für einen geringen Übergangswiderstand zwischen Stecker und Gehäuse. - Hochleitfähige EMV/RFI-Dichtungen und umgebungsfeste Dichtungen. - Funktioniert in einem großen Temperaturbereich von -55 bis +160 °C - Fluorsilikon für raue Umgebungen: Heizöle und Lösungsmittel. - Flammhemmend nach UL94 V-0 (nur für Formteile).

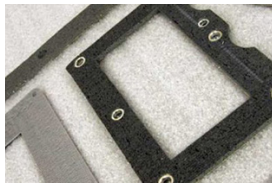
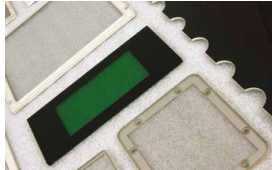
BILD	PRODUKT	BESCHREIBUNG	EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE
	Drahtgestrick	• Eine Serie von Dichtungen aus Drahtgestrick – eine kostengünstige Lösung für Anwendungen mit hoher Abschirmleistung in den magnetischen und elektrischen Feldern RFI/EMI und EMP. • Die Einzelfaserkonstruktion mit ineinandergreifenden Schlingen sorgt für Festigkeit und ermöglicht gleichzeitig eine Anpassung an nahezu jede Größe oder Form. • Der Herstellungsprozess ermöglicht einen optionalen Elastomer-Kern als Kompressionshilfe im Produkt. • Das Drahtgestrick über einem Elastomerkern – beispielsweise ein Neopren- oder Silikon-Zellprofil bzw. -schlauch – besteht aus zwei Schichten Strickgewebe über dem Elastomerkern, in kleinen Abschnitten mit 1,5 mm Durchmesser, die nur eine Schicht erfordern. • Das Drahtgestrick wird dann in das ausgewählte Profil geformt, wodurch ein durchgehender Dichtungsstreifen entsteht, der flexibel und komprimierbar ist und eine hervorragende RFI/EMV/EMP-Dichtung bildet.	• Dichtungen aus massivem Drahtgestrick bieten eine hervorragende EMV/RFI/EMP-Abschirmung zwischen zwei metallischen Oberflächen und ermöglichen durch die Wahl des Drahtgewebematerials eine gute galvanische Übereinstimmung mit den Gegenflanschen, wodurch die Gefahr von Korrosion zwischen Dichtung und Flansch minimiert wird. • Drahtgestricke über einem Elastomer bieten eine ausgezeichnete EMV/RFI/EMP-Abschirmung. • Darüber hinaus lässt sich der Elastomerkern der Dichtung mit geringer bis mittlerer Kraft zusammendrücken, sodass sie sich unebenen Oberflächen anpasst und sich nach dem Gebrauch gut erholt.
	Gerichteter Draht	• Gerichteter Draht ist ein flaches, plattenförmiges Material, das aus festem Silikonkautschuk besteht und in das Metalldrähte aus Monel oder Aluminium eingebettet sind, die senkrecht zu seiner Oberfläche ausgerichtet sind. Hier wird eine hervorragende RFI/EMI/EMP-Abschirmungsleistung erreicht, da das Material eine Drahtdichte von bis zu 140 Drähten/cm² in festem Silikon aufweist und eine Umwelt- und RFI/EMV-Abdichtung bietet, wenn es zwischen zwei metallischen Oberflächen geklemmt wird. Diese Kabel sind gecrimpt, um die Kompression zu unterstützen, und werden chemisch gebunden, um ihren Halt zu gewährleisten.	• Enthält Tausende von dünnen Monel- oder Aluminiumdrähten, die durch die Blechdicke verlaufen. • Eine hervorragende Lösung, um RFI/EMV/EMP und Umgebungsversiegelung in Form einer unkomplizierten Dichtung zu erreichen. • Kann mit Druckanschlüssen oder Kragen ausgestattet werden. • Ideal für den Einsatz als Zugangsklappen, Dichtungen, Steckverbinderdichtung usw. • Gute Anpassungsfähigkeit für unebene Oberflächen. • Selbstklebende Rückseite für einfache Montage.
	Kontermutterdichtungen	• Dichtungen mit Einpressmutter sind formgepresst und haben keine Fuge wie vulkanisierte O-Ringe. • Die Formgebung ist unerlässlich, wenn ein kleiner Querschnitt und/oder ein kleiner Innendurchmesser erforderlich ist. • Wenn der O-Ring in eine Nut passen soll, ist es wichtig, dass er die Nut nicht überfüllt. • Die Querschnittsfläche der Nut muss um mindestens 5 % größer sein als die Querschnittsfläche des O-Rings. • Es ist darauf zu achten, dass die vorhandene Schließkraft den O-Ring auf die erforderliche Arbeitshöhe auslenkt.	• Formgepresst. • Entspricht den Normen MIL-FTL-38999, MILDTL-26482 und MIL-DTL-81511. • Die Unversehrtheit der Dichtung ist ideal, wenn ein kleiner Querschnitt und/oder ein kleiner Innendurchmesser erforderlich ist.

BILD	PRODUKT	BESCHREIBUNG	EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE
	Abschirmungsfenster	• EMV-geschirmte Fenster sorgen als Bestandteile eines abgeschirmten Gehäuses, das Schutz vor Störstrahlung bietet und die Anfälligkeit reduziert, für eine EMV-Abschirmung. • Geschirmte Fenster müssen eine gute Transparenz für die Betrachtung von Anzeigegeräten bieten, beispielsweise in LED-, LCD-, Vakuumfluoreszenz- oder Plasmasystemen. Sie können auch die Frontblende eines Gehäuses bilden, um Aufprallschutz, Kontrastverbesserung von Anzeigen, Farbanpassung von Anzeigen, Antireflexions- und Blendschutzflächen zu gewährleisten. • Größere Fenster können für architektonische Zwecke gute Sicht und EMV-Abschirmung miteinander verbinden, z. B. für Computerräume, abgeschirmte Räume und Räume zur abgesicherten Kommunikation.	• Geschirmte Sichtfenster bieten eine leistungsfähige EMV-Abschirmung bei gleichzeitiger Beibehaltung einer optimalen Sichttransparenz. • Die Abschirmung von optischen Fenstern erfolgt durch die Verwendung von: • Ein äußerst feines, gewebtes Drahtgestrick, das zwischen einem klaren optischen Substrat wie Acryl, Polycarbonat oder Glas eingeschlossen oder darin eingebettet ist, oder • eine transparente, durch Abscheidung aus der Gasphase aufgetragene leitfähige Beschichtung, z. B. Indiumzinnoxid oder Gold, auf der Oberfläche eines klaren optischen Substrats. • Die Terminierung der Abschirmungsfenster zu den Gehäusen wird durch einen durchgängigen leitfähigen Rand mit niedrigem Widerstand rund um das Fenster erreicht, entweder durch eine leitfähige Stromschiene und eine leitfähige Dichtung oder ein erweitertes Drahtgeflecht (siehe Fensterabschluss).



**CLICK HERE TO VIEW OUR WHITEPAPER:
Overcoming Galvanic Compatibility Challenges in EMI Shielding**

KLICKEN SIE HIER, UM UNSER WHITEPAPER ANZUSEHEN: Bewältigung der Herausforderungen der galvanischen Kompatibilität bei der EMV-Abschirmung

Setzen Sie sich mit uns in Verbindung

Wir machen es Ihnen leicht, mit unseren Experten in Kontakt zu treten, und helfen Ihnen gerne bei allen Fragen. Besuchen Sie te.com/support, um mit einem Produktspezialisten zu chatten.

te.com

TE, TE Connectivity, TE Connectivity (Logo) und EVERY CONNECTION COUNTS sind Handelsmarken im Eigentum oder unter Lizenz der Unternehmensfamilie TE Connectivity plc. Alle anderen hier erwähnten Produktnamen, Logos und Firmennamen können Handelsmarken ihrer jeweiligen Inhaber sein.

Die hier zur Verfügung gestellten Informationen, einschließlich Abbildungen, Illustrationen und schematischer Darstellungen, dienen lediglich zur Veranschaulichung und wurden nach unserem besten Wissen erstellt. TE Connectivity gewährt jedoch keinerlei Garantie bezüglich der Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben und lehnt jegliche Haftung für deren Gebrauch ab. TE Connectivity übernimmt nur die in den allgemeinen Geschäftsbedingungen für dieses Produkt festgelegten Verpflichtungen und haftet in keinem Fall für durch den Verkauf, den Wiederverkauf, den Gebrauch oder den fehlerhaften Einsatz des Produkts entstehende Begleitschäden, indirekte Schäden oder Folgeschäden. Die Nutzer von Produkten des Herstellers TE Connectivity müssen selbst beurteilen, ob das jeweilige Produkt für die jeweils gewünschte Anwendung geeignet ist.

© 2025 TE Connectivity. Alle Rechte vorbehalten.

(Veröffentlicht) 01-25