



Custom  
Engineered  
Solutions for  
Tomorrow

# Reed Technologie



[standexmeder.com](http://standexmeder.com)



## Grundlagen der Reedtechnik

Allgemeine Beschreibung des Reedschalters . . . . .	7
Die Funktion des Reedschalters . . . . .	8
Magnetische und elektrische Parameter für Reed-Bauelemente . . . . .	10
Wie arbeiten Reedschalter und Magnete zusammen . . . . .	18
Reedsensoren im Vergleich zu Halleffektsensoren . . . . .	25
Reedschalter im Vergleich zu mechanischen Mikroschaltern . . . . .	28

## Magnete

Magnete und deren Eigenschaften . . . . .	29
Handhabungshinweise für Magnete . . . . .	34
Magnetisierung . . . . .	35

## Vorsichtsmaßnahmen

Mechanische und elektrische Schutzmaßnahmen für Reedschalter in Relais- und Sensorapplikationen . . . . .	37
Kontaktschutz – Elektrische Schutzbeschaltung . . . . .	41
Kontaktschutz – Schutzbeschaltungen der Reedschalter . . . . .	43

## Ampere-Turns (AT) versus Millitesla (mT)

Vergleich zwischen Amperewindungen (AW, AT) und Millitesla (mT) . . . . .	45
---	----

## Anwendungsbeispiele

Applikationen für Reedschalter und Reedsensoren . . . . .	51
Anwendungen für Automotive und Transport . . . . .	53
Marine und Bootsanwendungen . . . . .	56
Intelligente Anwendungen für Zuhause . . . . .	57
Schutz und Sicherheit . . . . .	60
Medizin . . . . .	61
Test- und Messtechnik . . . . .	62
Telekommunikation . . . . .	63
Weitere Applikationen . . . . .	64

## Reedrelais

Der Reedschalter als Schaltelement in einem Reedrelais . . . . .	65
Applikationen für Reedrelais . . . . .	66
Magnetische Interaktion in Reedrelaisanwendungen . . . . .	67
Reedrelais im Vergleich zu Solid-State und mechanischen Relais . . . . .	73
7 GHz HF-Reedrelais – Applikationen . . . . .	74
Applikationshinweis für Messungen im Frequenz- und Zeitbereich an HF-Relais . . . . .	76

## Lebensdauer

Anforderungen an die Lebensdauer . . . . .	85
--	----

Schaltabstand . . . . .	86
-------------------------	----

Glossar . . . . .	90
-------------------	----



PRODUKTE UND LÖSUNGEN –  
SO UNTERSCHIEDLICH  
WIE DIE MÄRKTE,  
DIE WIR BEDIENEN.





## DAS UNTERNEHMEN

Standex-Meder Electronics ist weltweiter Marktführer in Design, Entwicklung und Produktion von Standardversionen und Sonderanfertigungen elektromagnetischer Bauteile und Innovationen auf der Basis von Reed Schaltern.

Unser Produktangebot magnetisch betätigter Bauelemente umfasst Planar Transformatoren, Rogowski-Spulen, Stromwandler, Nieder- und Hochfrequenztransformatoren sowie induktive Bauelemente. Unsere auf Reed-Technologie basierenden Produktlösungen beinhalten Reed Schalter der Marken Meder, Standex und OKI, sowie den kompletten Produktbereich Reed Relais. Ferner ein umfassendes Spektrum von Level-, Näherungs-, Strömungs-, Klimaanlagekondensat-, hydraulischen Differenzdruck-, kapazitiven, leitfähigen und induktiven Sensoren

## MARKTÜBERSICHT

Wir bieten technische Produktlösungen für ein breites Spektrum von Produktenwendungen in einer Vielzahl von Märkten:

- Allgemeine Industrie
- Alternative Energien
- Automatisierung
- Automotive/Verkehr
- Beleuchtungstechnik
- Energieversorgung
- Haushaltsgeräte
- Hobby und Freizeit
- Hydraulik und pneumatische Antriebe
- Intelligente Netzsysteme
- Kommunikations-technik
- Lebensmitteltechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Lüftungs- und Klimatechnik
- Medizin
- Mess- und Regeltechnik
- Messgeräte
- Nutzfahrzeuge
- Offroad
- Rüstungsindustrie
- Sicherheitstechnik
- Strömungstechnik
- Test- und Messtechnik





## KUNDENORIENTIERTE INNOVATIONEN. TECHNISCHE FÄHIGKEITEN AUF WELTWEIT ERSTKLASSIGEM TOPNIVEAU.

### ENGAGEMENT & KERNKOMPETENZ

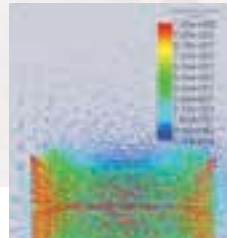
Standex-Meder Electronics hat sich der absoluten Kundenzufriedenheit und der kundengesteuerten Innovation verpflichtet und bietet im Rahmen einer globalen Organisation weltweite Vertriebsunterstützung, Entwicklungskapazitäten und technische Ressourcen.

Neben dem Hauptsitz in Cincinnati, Ohio, USA verfügt Standex-Meder Electronics über acht Produktionsstätten in sechs Ländern (USA, Deutschland, China, Mexiko, Großbritannien und Kanada).

### PRODUKTION

- Automatische Reed Schalterprüfung und -sortierung
- Spulenkörper- und Ringkernbewicklung

- Umspritzen und Einhausen von Spulen
- Transfermoulding
- Hot Melt Niederdruckspritzguss Verfahren
- Automatische SMD-Bestückung mit optischer Inspektion
- Plasmaoberflächenbehandlung
- Kunststoffspritzguss und Einlegespritzguss
- Zwei Komponenten Verguss
- Folgeverbund Stanzen
- Reflow-, Selektiv- und Wellenlöttechnologie
- Reed Schalterproduktion
- Automatische Sensormontage
- Entwicklung und Produktion von Transformatoren
- Edelstahlbearbeitung und präzises Laserschweißen





## ENTWICKLUNG

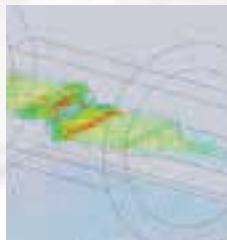
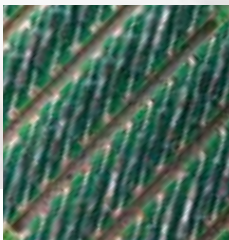
- Entwicklung elektronischer und magnetischer Sensoren
- Schaltungsentwicklung und Leiterplattendesign
- Patentierte Leitwert-Sensoren
- Patentierte induktive Sensoren
- 3-D CAD Darstellungen
- 3-D Scanning von Schaltpunkten
- EMS Software für magn. Simulationen
- PCB Prototypenherstellung
- Schnelle Prototypenanfertigung mit 3-D Drucker

## TEST- & MESSTECHNIK

- Automatische Bestückungs- und Prüfsysteme
- Umwelt- und Beständigkeitstests
- Lebensdauertest
- Fluxmeter
- Nanovoltmeter
- Picoamperemeter
- Abreißkraft-Prüfstand
- Gauss- / Teslameter
- Hochspannungs- und Isolationsprüfgeräte

## QUALITÄTS- / LABORMERKMALE

- Zertifizierung nach AS9100, ITAR, DIN EN ISO9001, ISO/TS16949
- Voll ausgestattete und zertifizierte Testlabore
- Burn-In und Lebensdauertest
- Eigene mechanische Bearbeitung (Werkzeugbau)
- Corona Entladungs Testgerät
- Mikroskopische Untersuchung/DPA
- Dichtigkeitsprüfung
- Schichtdicken Messgerät
- Salzsprühnebel und Lötbarkeitstest
- Auszugskraftmessung
- Temperaturwechsel- und Klimatest
- Mechanische Schock- und Vibrationstests



# Notizen



# Allgemeine Beschreibung des Reedschalters

Der Reedschalter hat seinen Ursprung in den USA und wurde dort von Bell Labs Ende 1930 entwickelt. Ab 1940 gab es bereits erste Industrieanwendungen für Reedsensoren und Reedrelais – hauptsächlich in einfachen, magnetisch ausgelösten Schaltfunktionen und ersten Modellen von Testgeräten. Ende der 40er Jahre war es die Firma Western Electric, die Reedschalter in Telefonsysteme einführte. Selbst heutige Designs nutzen die Vorteile der Reedschalter in derartigen Anwendungen immer noch.

Während dieser Zeit gab es ein Kommen und Gehen von Herstellern. Die meisten haben es geschafft, mit modernen Produktionsmaschinen eine sehr hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Einige wenige machen weiter wie früher, was dem Ansehen des Reedschalters sicherlich nicht positiv zuträgt.

Der weltweite Bedarf an Reedschaltern pro Jahr wächst stetig: Einsatzgebiet ist das gesamte Spektrum der Elektrotechnik und Elektronik wie Automobilmarkt, Alarmanlagen, Test- und Messgerätemarkt, Hausgeräte, Medizintechnik, Industrieanwendungen.

Beim Reedschalter handelt es sich um ein kleines, aber feines Bauteil. Aufgrund der verwendeten Materialien und hermetisch geschlossenen Bauweise, lassen sich Schaltfunktionen in fast allen denkbaren Umweltbedingungen realisieren. Trotzdem sind einige Punkte zu beachten, die auf die Langzeitstabilität eine gravierende Wirkung haben können. So ist die Glas-Metall-Einschmelzzone aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten für die Dichtheit verantwortlich. Ansonsten besteht die Gefahr von Haarrissen mit all den bekannten Konsequenzen. Beim Auftragen des Kontaktmaterials gilt dasselbe: Rhodium oder Rhutenium wird entweder gesputtert oder galvanisch abgeschieden. Ganz egal wie, aber dieser Prozess ist extrem von den äußeren Umweltbedingungen abhängig und sollte am besten in einem Reinraum stattfinden. Genau wie in der Halbleiterindustrie sind fremde Partikel, auch bereits in kleinster Ausprägung, die Quelle für Zuverlässigkeitsprobleme. Um den Qualitätsanspruch unserer Kunden gerecht zu werden, entschloss man sich die Fertigung der Reedschalter

selbst in die Hand zu nehmen. Reedschalter werden seit 1968 in England und seit 2001 in Deutschland gefertigt.

Im Laufe der Zeit konnten die Abmessungen von 50 mm Länge auf 3,7 mm geschrumpft werden. Dadurch wurden eine Vielzahl neuer Anwendungen entwickelt, die technisch realisiert, besonders im Bereich der Hochfrequenztechnik und Impulsschaltungsanwendungen.

Hier eine Aufstellung über die wichtigsten Merkmale:

1. Fähigkeit zum Schalten bis 10.000 Volt
2. Schaltströme bis 5 A möglich
3. Minimalspannungen von 10 Nanovolt können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
4. Ströme von 1 Femtoampere können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
5. Fähigkeit, Signale bis 7 GHz ohne nennenswerte Verluste zu schalten
6. Isolationsspannung über den geöffneten Kontakt bis  $10^{15}$  Ohm
7. Kontaktwiderstand im geschlossenen Zustand typ. 50 mOhm
8. Verharrt im geöffneten Zustand ohne jegliche externe Leistung
9. Bistabile Schaltfunktion möglich
10. Schließzeit ca. 100 bis 300  $\mu$ sec
11. Fähigkeit, auch in extremen Temperaturschwankungen zwischen  $-55^{\circ}\text{C}$  und  $+200^{\circ}\text{C}$  zu schalten
12. Elemente wie Wasser, Vakuum, Öl, Fett und sonstige aggressive Umwelteinflüsse beeindrucken das Bauteil aus Glas nur in ganz seltenen Fällen
13. Schockresistenz bis 200 g
14. Einsetzbar bei Vibrationen von 50 Hz bis 2.000 Hz bei 30 g
15. Lange Lebensdauer – bei Schaltspannungen unter 5 V (Lichtbogen-Grenze) sind Schaltspiele weit über  $10^9$  hinaus erreichbar
16. Kein Stromverbrauch, daher ideal für transportable und batteriebetriebene Geräte
17. Kein Schaltgeräusch

## Die Funktion des Reedswitchers

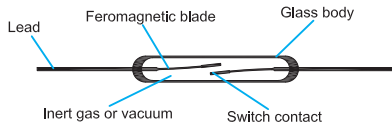


Abb. # 1 Zeigt den prinzipiellen Aufbau eines 1Form A-Schalters (NO).

Ein Reedswitcher besteht aus zwei ferromagnetischen Schaltungen (normalerweise Nickel/Eisenlegierung), die hermetisch dicht verschlossen in ein Glasröhrchen eingeschmolzen werden. Die beiden Schaltungen überlappen. Wirkt ein entsprechendes Magnetfeld auf den Schalter, bewegen sich die beiden Paddel aufeinander zu – der Schalter schließt. Der Kontaktbereich der beiden Schaltungen ist mit einem sehr harten Metall beschichtet, meist Rhodium oder Ruthenium. In Frage kommen aber auch Wolfram, Iridium oder ähnlich strukturierte Metalle. Aufgetragen werden diese entweder galvanisch oder durch einen Sputterprozess (bekannt aus der Halbleiterindustrie). Diese hart beschichteten Kontaktflächen sind der Garant für die sehr lange Lebensdauer eines Reedswitchers. Vor dem Einschmelzen wird die vorhandene Luft evakuiert. Dies geschieht mittels Unterdruck. Während des Einschmelzvorganges füllen wir den Schalter mit Stickstoff oder einer Inertgasmischung mit hohem Stickstoffanteil. Zur Erhöhung der Schaltspannungsgrenze besteht aber auch die Möglichkeit, den Schalter vor dem Verschließen zu evakuieren. Durch das erzeugte Vakuum sind diese Schalter für den Einsatz in Hochspannungsanwendungen bestens geeignet und können bis zu 10kV schalten.

Das, durch Permanentmagnet oder Spule erzeugte, Magnetfeld ist gegenpolig gerichtet, die Paddel ziehen sich an. Übersteigt die magnetische Kraft die Federwirkung des Paddel, schließen die beiden Kontakte. Beim Öffnen geschieht dasselbe: Ist die Magnetkraft geringer als die Federkraft der Schalter, so öffnet der Reedswitcher wieder.

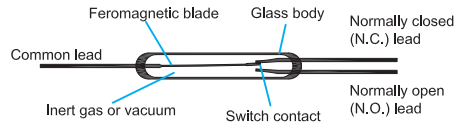


Abb. # 2 Der 1Form C-Schalter (SPDT) hat drei Anschlüsse.

Der beschriebene Ablauf gilt für den 1Form A-Schalter, auch bekannt als NO (Normally Open), Schließer oder SPST (Single-Pole-Single-Throw) Reedswitcher. Man findet aber auch Mehrfachbelegung wie 2Form A (2 Schließer), 3Form A etc.

Ist der Schalter in Ruhestellung geschlossen spricht man von 1Form B-Funktion. Vielleicht besser bekannt als Öffner.

Möchte man Strom- oder Signalpfade wechseln, kommt der 1Form C-Schalter in Frage, auch bekannt als Wechsler. Die internationale Bezeichnung ist SPDT (Single-Pole-Double-Throw). In Ruhestellung und ohne anliegendes Magnetfeld wird der so genannte Ruhekontakt hergestellt. Beaufschlagt man den Wechsler mit einem entsprechend starken Feld, so wechselt der Kontakt vom Ruhe- auf den Arbeitskontakt. Ruhe- und Arbeitskontakte sind unbewegte Kontakte. Alle drei Paddel sind ferromagnetisch leitend; lediglich der Kontaktbereich des Ruhekontakts (Öffners) ist mit einem nicht leitenden Plättchen versehen. Wird ein Magnetfeld in der Form angelegt, dass die beiden Anschlüsse NO und NC eine Polarität erfahren und der Common-Anschluss die andere Polarität erfährt, so bewegt sich das Paddel in Richtung Schließeranschluss.

# Mechanische und elektrische Schutzmaßnahmen für Reedschalter in Relais- und Sensorapplikationen

Viele Anwender von Reedschaltern verarbeiten die Bauteile im eigenen Hause, entweder zu Reedrelais oder Reedsensoren. Wir beschreiben hier zahlreiche prinzipielle Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung eines zuverlässigen Betriebes der Reedschalter. Es hat sich unserer Erfahrung nach bewährt, diese zu berücksichtigen.

Die Bearbeitung und Modifizierung von Reedschaltern beinhaltet bei unsachgemäßer Durchführung einige Gefahren. Im Verhältnis zur Glaseinschmelzzone sind die Reedanschlüsse extrem lang. In der Einschmelzzone versucht man, ein ausgewogenes Spannungsverhältnis zwischen Glas und Metall zu erreichen. Dazu, aber auch zur Erreichung gewisser Lastdaten, ist eine entsprechende Drahtstärke notwendig. Das Bearbeiten ist dadurch nicht immer ganz einfach. Biegen und Schneiden von Reedschaltern muss deshalb mit absoluter Vorsicht und entsprechenden Maschinen erfolgen. Jegliche Glasabspaltungen oder Haarrisse an der Einschmelzzone, sind ein Zeichen für unsachgemäße Bearbeitung. Es können im Extremfall auch interne Abspaltungen ohne äußere Anzeichen von Verletzung erfolgen. Ist dies geschehen, sind gravierende Einflüsse auf die Lebensdauer, die Hysterese (Verhältnis von Ein- und Ausschaltbereich), den Einschalt- und Ausschaltbereich, sowie den Kontaktwiderstand nicht auszuschließen.

Manche Hersteller für Reedschalter bieten einen Konfektionsservice an. Hier wird normalerweise mit fachmännischen Vorrichtungen und Maschinen gearbeitet, um diesen Stress für die Reedschalter zu verhindern. Sehr oft ist dieser Service der beste und preiswerteste Weg, auch wenn es im ersten Moment nicht so erscheinen mag.

Wir haben auch die Möglichkeit den Prozess mit umfangreichen Messmitteln zu begleiten. So können eventuelle Frühausfälle sofort erkannt und notfalls beseitigt werden. Untenstehende Abb. # 1 und Abb. # 2 zeigen eine fachmännische Anordnung für den Schneide- und/oder Biegeprozess. Der Effekt auf die Parameter, wie Anzugs- und Abfallempfindlichkeit wird später erläutert.

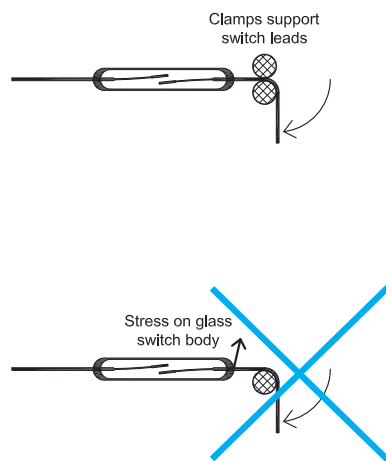


Abb. # 1 So kann man sich eine Entlastung der Paddel beim Biegen / Schneiden vorstellen.

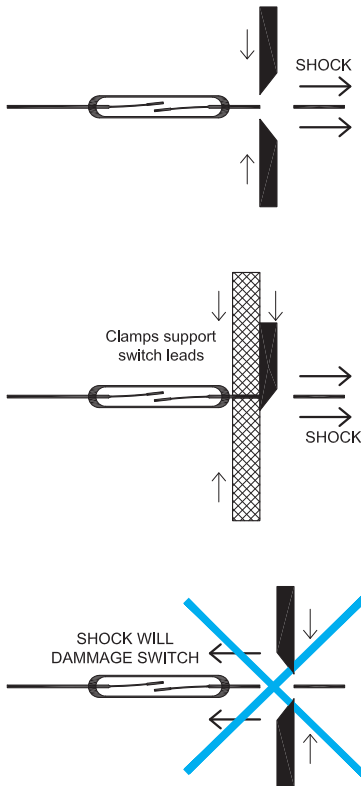


Abb. # 2 Nicht sauber entlastet kann der Schock den Reed-schalter zerstören.

## Löten und Schweißen

Bei der Weiterverarbeitung eines Reed-schalters sind Löten und Schweißen die wichtigsten Verbindungstechniken. In beiden Fällen gilt: Je weiter weg von der Einschmelzzone, um so besser. Bei unsachgemäßer Handhabung können leicht Haarrisse, Glasabsplitterungen oder Druck auf die Einschmelzonen entstehen.

Zu nahe an der Einschmelzzone durchgeführt, ist das Schweißen der gefährlichste Vorgang. In diesem Falle erreichen wir kurzfristige Temperatursprünge von bis

1.000 °C auf der einen Seite des Schalters, die andere Seite ist noch auf 20 °C. Dieses Temperaturgefälle kann die Einschmelzzone in vielfältiger Weise verletzen und letztendlich zu unangenehmen und unerwarteten Früh-ausfällen führen. Siehe auch Abb. # 3

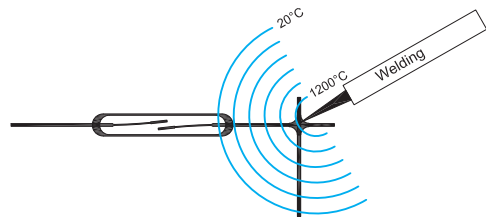


Abb. # 3 Löten und Schweißen kann einen Hitzeschock auf die Glas-Metalleinschmelzung erzeugen.

Das Löten führt in abgeschwächter Form letztendlich zum selben Effekt, mit dem einen Unterschied: Die Löttemperatur liegt bei „nur“ +200 °C bis +300 °C.

Doch es gibt Abhilfe – zwei Möglichkeiten bieten sich an: Abb. # 4 zeigt eine geeignete Wärmeabführung, oder man heizt den Reed-schalter auf eine höhere Temperatur vor.

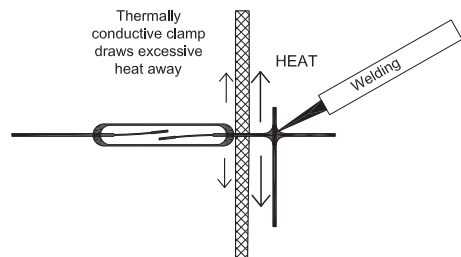


Abb. # 4 Wärmeableitung beim Bearbeiten.

Die meisten kommerziellen Lötanlagen haben vor dem eigentlichen Wellenlötbad einen Vorheizbereich. Wird die Leiterplatte mit dem Reedschalter dort durchgeführt, reduziert sich der Temperaturschock markant. Reedglas und Reedpaddel erwärmen und dehnen sich gleichmäßig aus, und werden so vor Vorschädigung geschützt.

## Einbau in Leiterplatten

Auch beim Einbau eines Reedswitchers auf Leiterplatten, gibt es einige Punkte zu beachten. Meist sind die Einzelplatinen im Nutzen untereinander durch feine Stege verbunden. Wird dieser Steg entfernt, kann es zu geringfügigen Verspannungen im Bereich des Reedswitchers kommen. Wird die Verformung nicht verhindert, besteht die Gefahr von erhöhtem Druck auf die Einschmelzzonen, die Folgen haben wir schon mehrfach erläutert: Haarrisse, Glasabsplitterungen oder gar Glasbrüche. Erhöhte Gefahr herrscht bei ganz dünnen Leiterplatten durch Oberflächenverbiegung.

## Ultraschallschweißen/-waschen

Das Ultraschallschweißen ist eine weitere gute Verarbeitungsmöglichkeit. Damit lassen sich ganz einfach Gehäuse für Sensoren und Relais verschließen. Hinzu kommen Ultraschallreinigungsstationen in Lötanlagen oder sonstigen Reinigungsprozessen. All diese Verfahren beinhalten einige Gefahren. Die Ultraschallfrequenz liegt zwischen 10 kHz und 250 kHz, manchmal noch höher. Aber nicht nur die Resonanzfrequenz ist eine Gefahr für den Schalter, auch die Resonanzfrequenz des Einbaugesäuses ist zu beachten. Denn bei der entsprechenden Frequenz und Amplitude, sind Langzeitschäden beim Reedschalter nicht auszuschließen. Kommt das Ultraschallverfahren zum Einsatz, raten wir zu ausführlichen Tests mit eingebautem Reedschalter. Dadurch lassen sich auf alle Fälle im Vorfeld, alle Unregelmäßigkeiten eingrenzen und ausschalten.

## Wenn ein Reedschalter hart aufprallt

Fällt ein Reedschalter, ein Reedrelais oder ein Reedsensor auf einen harten Untergrund, ist äußerste Vorsicht geboten. Unter allen Umständen sind Schockeinwirkungen größer 200 G zu verhindern (siehe auch Abb. # 5). Beim Fall aus 30 cm Höhe können Schockeinwirkungen von 100 G und mehr entstehen, und das Reedprodukt zumindest vorschädigen. Abhängig von der Richtung des Schocks, kommt es zur Vergrößerung oder Verkleinerung des Paddelabstandes – beides ist gefährlich und hat starken Einfluss auf die Langzeitstabilität. Gummimatten oder sonstige Schockabsorptionen eliminieren das Problem auf einfachste Art und Weise. Bitte unterweisen Sie auch das Personal in die Problematik und drängen Sie auf eine Wiederholungsprüfung für den Fall eines Schocks.

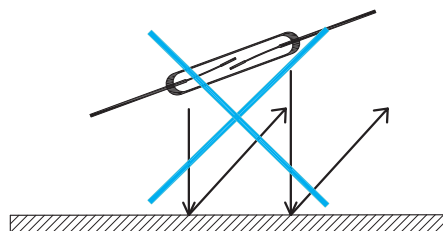


Abb. # 5 Beim Aufprall des Reedswitchers auf harten Untergrund können einige 100 G als Schock auf den Schalter wirken.

## Einhausung von Reedschaltern

Vorsicht ist geboten beim Vergießen oder Umpressen eines Reedswitchers. Ob Ein- oder Zweikomponentenverguss, Thermo- oder Duroplastpressen oder ein sonstiges Verfahren – ein Schaden auf dem Reedswitcher kann bei unsachgemäßer Behandlung nicht ausgeschlossen werden. Ohne einen Puffer können Haarrisse oder Glasabsprengungen entstehen. Durch weiche Materialien zwischen Reedswitcher und Gehäuse, schaffen Sie vorzüglich und einfach Abhilfe.

Zudem besteht eine Schutzmöglichkeit in der Anpassung der Ausdehnungskoeffizienten von Gehäuse, Trägerstreifen, Verguss und / oder Pressmasse. Speziell nach dem Aushärten kann es bei falsch angepassten Materialien zu den gefürchteten Haarrissen, Glasabsprengungen und mechanischen Verspannungen am Reedswitcher kommen.

Meist ist die Verwendung einer Kombination bewährter Komponenten der beste Weg, ein Test ist aber oftmals unerlässlich.

## Temperatureffekte und mechanischer Schock

Kommt es beim Einsatz von Reedswitchern zu starken Temperaturschwankungen oder gar Temperaturschocks, so muss dies beim Design eines Produkts berücksichtigt werden. Wie bereits erklärt, führen die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten (Coefficient of thermal expansion) bei unfachmännischem Einsatz der Materialien zu Langzeitgefährdungen. Sie können sicher sein, dass wir beim Design all unserer Produkte größten Wert auf die Auswahl der richtigen Materialien legen und dies durch Langzeittests erprobt wurde. So sind alle unsere Produkte, entsprechend der Spezifikation, resistent gegen Temperaturschwankungen, Schock und Vibration.