



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
--	----

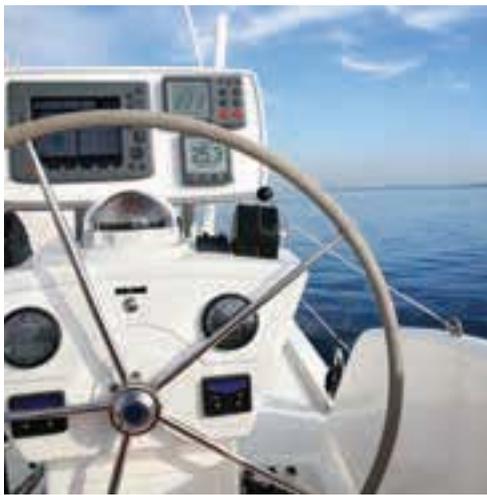
Schaltabstand . . . . .	86
-------------------------	----

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-, Klimaanlage-kondensat-, 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.

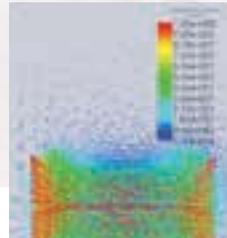
### ENGAGEMENT & KERNKOMPETENZ

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

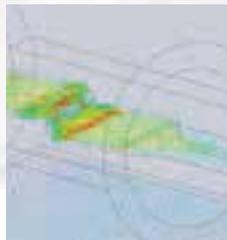
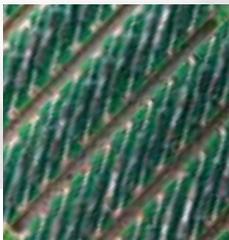
- Entwicklung elektronischer und magnetischer Sensoren
- Schaltungsentwicklung und Leiterplattendesign
- Patentierte Leitwert-Sensoren
- Patentierte induktive Sensoren
- 3-D CAD Darstellungen
- 3-D Scanning von Schaltpunkten
- EMS Software für magn. Simulationen
- PCB Prototypenherstellung
- Schnelle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

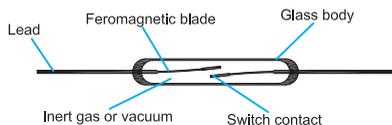


Abb. # 1 Zeigt den prinzipiellen Aufbau eines 1Form A-Schalters (NO).

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.

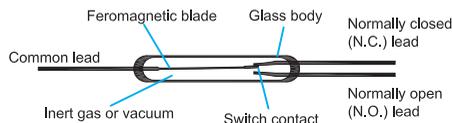


Abb. # 2 Der 1Form C-Schalter (SPDT) hat drei Anschlüsse.

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.

# Der Reedschalter als Schaltelement in einem Reedrelais

Wird der Reedschalter in einem Reedrelais verwendet, erzeugt man das Magnetfeld durch eine Kupferspule. Abb. # 1 zeigt die einfache Wirkungsweise. Reedrelais benötigen in der Regel eine relativ geringe Steuerleistung und können durch Transistoren, TTL-Logik oder CMOS-Treiber angesteuert werden. Schaltet man auf der Kontaktseite eine Last von weniger als 5V/10 mA (man spricht auch von trockener Schaltung), erreicht man Schaltspiele bis zu  $10^9$  und mehr. Eingesetzt in ATE (Automatische Testsysteme) empfiehlt es sich, einige Rahmenbedingungen des Reedrelais zu kennen und diese beim Design zu berücksichtigen.

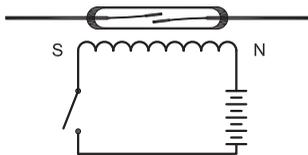


Abb. # 1 Ein Reedrelais besteht aus einer gewickelten Kupferspule. Der Reedschalter sitzt in der Mitte der Spule.

Verwendet man fachmännisches Design und geeignetes Material, so lassen sich mit Reedrelais minimalste Signallasten ohne jegliches Übersprechen von Spule / Kontakt schalten. Der dabei eingesetzte statische Schirm zwischen Reedschalter und Spule verhindert dies auf einfachste Art und Weise.

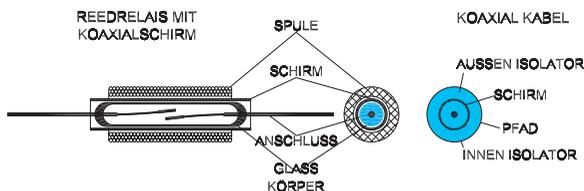


Abb. # 2 Schnittbild eines Reedrelais mit Reedschalter, Schirm und Spule.

Abb. # 2 zeigt so eine Anordnung. Diese lässt sich zu einem günstigen Kosten/Nutzenverhältnis realisieren.

Wird ein innenliegender Koaxialschirm verwendet, hat das Relais die Funktion eines Durchgangspfades für Hochfrequenzsignale. Durch die immer kleinere Bauweise (Reedrelais haben inzwischen Außenabmessungen von 8 mm und weniger), reduziert sich die Streukapazität auf weniger als 0,8 pF (siehe Abb. # 3). Reedrelais sind somit in der Lage, in Applikationen mit Schaltbandbreiten von 6 GHz und mehr eingebaut zu werden, der Signalverlust (loss of signal strength) ist dabei weniger als 3 dB. Weitere typische Werte: Einfügungsdämpfung (insertion loss) < 0,2 dB, VSWR 1,2. Damit sind Reedrelais eine interessante Alternative zu Gallium-Arsenid-Bauteilen, besonders aus preislicher Sicht. Aufgrund der stark verbesserten HF-Eigenschaften lassen sich HF-taugliche Reedrelais in Halbleitertestern und Mobiltelefonen (RX/TX-Umschaltung) einsetzen.

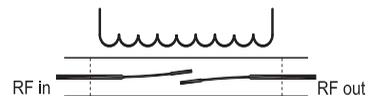


Abb. # 3 Ein Reedschalter mit Schirmung fügt sich in den HF-Pfad exzellent ein.

Täglich kommen zahlreiche neue Anwendungen hinzu. Bitte besuchen Sie unsere Homepage unter [www.standexmeder.com](http://www.standexmeder.com). Weitere Details auch in der Applikationssektion dieses Buches.