

# Application Alley

## Kein Stromverbrauch dank reedbasierter Schatlösungen

*Reed Schalter, Sensoren und Relais arbeiten mit einer Schatlösung die keinen Strom benötigt*



## Einleitung

Der Stromverbrauch auf dem heutigen Elektronikmarkt ist angesichts des dramatischen Anstiegs der Nutzung tragbarer elektronischer Geräte ein Problem. Stromfressende Komponenten werden schnell zugunsten von stromsparenden Produkten verdrängt. Reed Sensoren und Reed Relais verbrauchen in ihrem normal geschlossenen Zustand keinen Strom. Ein Reed Relais mit bistabiler Funktion („latching“) verbraucht nur minimal Strom zum Setzen und Zurücksetzen der Kontaktzustände und hat daher das Interesse von energieeffizienten Entwicklern geweckt. Bistabile Reed Schalter und Sensoren nutzen auf ähnliche Weise die einfache Bewegung eines Permanentmagneten, um den Zustand der Reedkontakte zu ändern, ohne dabei Strom zu verbrauchen. In kritischen Anwendungen, in denen Kontakte auch bei Stromausfall funktionieren müssen, ist die Reedtechnologie häufig der beste Ansatz.

## Anwendungsbereiche

- Batteriebetriebene Elektronik, die Schaltfunktionen benötigt
- Sicherheitsschaltungen, die einen Schalter (Öffner) ohne Stromverbrauch erfordern, der nur aktiviert wird (den Stromkreis öffnet), wenn ein Fehlerzustand auftritt
- Anwendungen, bei denen die Schaltfunktion für eine lange Zeit geschlossen ist und keinen Strom verbraucht
- Anwendungen, bei denen die Schaltfunktion über lange Zeiträume entweder offen oder geschlossen ist und in beiden Zuständen keinen Strom verbraucht
- Niedrige Mikrovolt-Offsetanforderungen
- Tragbare elektronische Geräte
- Aufzugssteuerungen
- Transport- und Lagerumgebungen
- Erforderliche Schaltfunktionen bei Stromausfällen oder -unterbrechungen
- Sicherheits- und Alarmanlagen
- Haushaltsgeräte
- Und vieles mehr

Um die Funktionsweise der Reedtechnologie in den folgenden Konfigurationen richtig zu verstehen, ist es zunächst wichtig, die Grundlagen des Reed Schalters zu verstehen.

1. Form A Reed Schalter (Schließer, NC)
2. Form B Reed Relais (Öffner, NC)
3. Bistabile Reed Schalter/Sensoren (Latching)
4. Bistabile Reed Relais (Latching)

## Form A Reed Schalter

Die Reed Schalter sind in der Ruhestellung normalerweise offen. Dies wird üblicherweise als Schließer, SPST (Single-Pole-Single-Throw) oder Form A bezeichnet (siehe Abbildung 1).

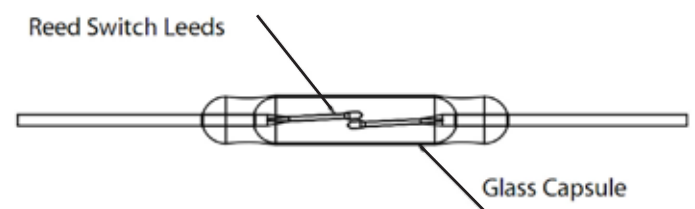


Abbildung 1. Schließer Reed Schalter (Form A)

Die beiden Reedschalterleitungen sind ferromagnetisch und hermetisch in einer Glaskapsel eingeschlossen. Wenn der Form A Reed Schalter einem Magnetfeld ausgesetzt wird, schließen sich die Kontakte (siehe Abbildung 2). Die Kontakte bleiben so lange geschlossen, wie das Magnetfeld erhalten bleibt. Sobald das Magnetfeld beseitigt wird, öffnen sich die Kontakte. Hier wird während der gesamten Zeit, in der sich die Kontakte im geschlossenen Zustand befinden, Energie verbraucht.

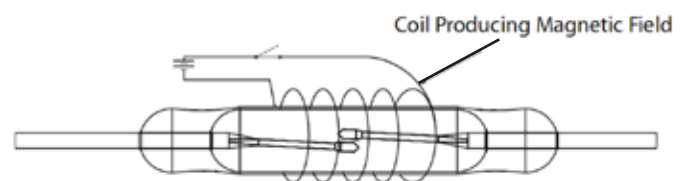


Abbildung 2. Die Form-A-Reed Schalterkontakte haben sich bei Vorliegen eines Magnetfelds geschlossen.

## Form C Reed Schalter

Eine andere Art von Reed Schalter ist der Form C Reed Schalter (single pole double throw, SPDT) oder auch Wechsler genannt (siehe Abbildung 3).

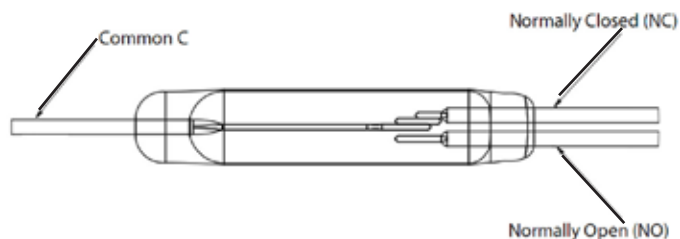


Abbildung 3. Form C Reed Schalter in stromloser Stellung.

In Abbildung 3 ist kein Magnetfeld vorhanden, daher behält der gemeinsame Kontakt seine Verbindung zum Öffner bei. Der Reed Schalter verbraucht in seinem normal geschlossenen Zustand keinen Strom. Wenn ein Magnetfeld angelegt wird, nimmt das Reed Relais 100 % Strom auf, während das gemeinsame Reedelement vom Öffner- in den Schließerkontakt umschaltet (siehe Abbildung 4). Sobald das Magnetfeld beseitigt wird, schaltet der gemeinsame Kontakt wieder auf den Öffnerkontakt um.

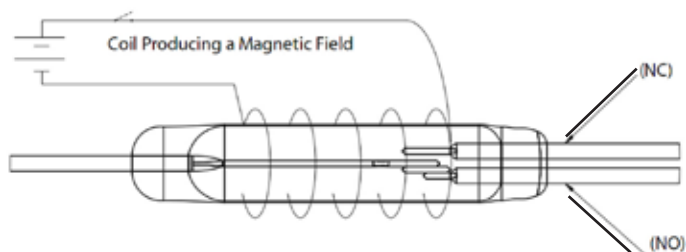


Abbildung 4. Form C Reed Schalter zeigt seinen geänderten Zustand bei Vorliegen eines Magnetfelds.

## Form B Reed Schalter

Da der Ruhezustand eines Form A Reed Schalters normal offen ist, müssen wir einen Permanentmagneten an den Reed Schalter anlegen, der in seiner magnetischen Stärke ausreicht, um die Reedkontakte zu schließen (siehe Abbildung 5). Der Vormagnetisierungsmagnet muss größer sein als das Pull-in-Feld oder das MilliTesla (mT)-Feld, das die Kontakte im Schließer-Zustand schließt.

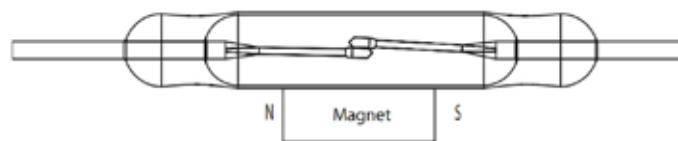


Abbildung 5. Ein Form-A-Reed Schalter wird durch Vorspannung mit einem Permanentmagneten geschlossen.

**In dieser Phase** spielt die Polarität des Magneten keine Rolle. Um die Kontakte jedoch zu öffnen, muss ein Permanentmagnet in die Nähe des Vormagneten mit einer entgegengesetzten Polarität und einer ausreichenden Magnetstärke gebracht werden, die dem Vormagneten entspricht oder stärker ist als dieser, um die Kontakte zu öffnen (siehe Abbildung 6).

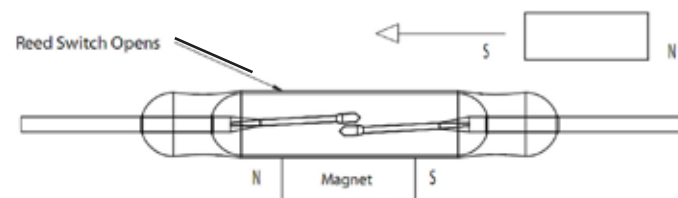


Abbildung 6. Der Form A Reed Schalter (NC) öffnet sich bei Vorliegen eines kompensierenden Magnetfelds entgegengesetzter Polarität.

## Form B Öffner-Reed Relais (NC)

Mehrere Anwendungen erfordern, dass die Kontakte eines Reed Relais für längere Zeit geschlossen bleiben und sich nur öffnen, wenn ein Fehlerzustand auftritt. Form B Reedrelais wurde für eine solche Anwendung entwickelt. Darüber hinaus verbraucht die Relais-spule in der geschlossenen Stellung keinen Strom, so dass sie sich für batteriebetriebene Geräte und/oder Anforderungen eignet, bei denen nur wenig Strom verfügbar ist. Abbildung 7 zeigt die schematische Konfiguration eines Form-B-Reed Relais im stromlosen normal geschlossenen Zustand.

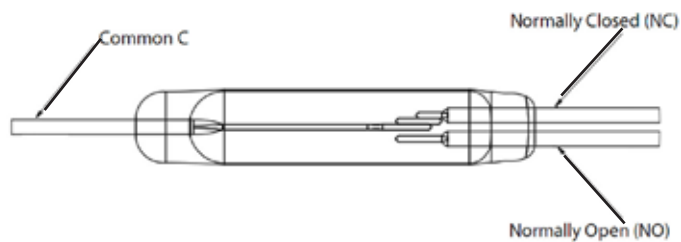


Abbildung 7. Ein Form-B-Reedrelais im ausgeschalteten Zustand, bei dem die Kontakte geschlossen sind.

Wenn an die Spule Strom angelegt wird, der eine magnetische Polarität erzeugt, die der Polarität des Vormagneten entgegengesetzt ist, und eine ausreichende magnetische Stärke aufweist, um die Feldstärke des Vormagneten zu überwinden, werden die Kontakte geöffnet (siehe Abbildung 8).

## Die Form B Sequenz

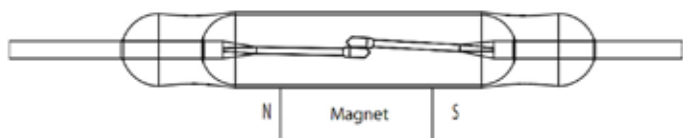


Abbildung 8. Eine stromführende Form B, bei der die Spulenleistung ausreicht, um die Feldstärke des Permanentmagneten zu überwinden, der die Kontakte öffnet.

Abbildung 9 zeigt die Schritt-für-Schritt-Abfolge des Betriebs eines Form B Reed Relais. Zunächst wird ein Reed Schalter mit einem Einschaltpunkt (Pull-in) von 4 mT und einem Abschaltpunkt (Drop-out) von 2 mT ausgewählt. Anschließend wird ein Vormagnetisierungsmagnet mit einer Feldstärke von 5 mT auf den Reed Schalter gerichtet. Da diese Feldstärke über dem Anzugspunkt des Reed Schalters liegt, schließen sich die Kontakte wie bei Punkt 1 im Diagramm dargestellt. Als nächstes legt die Spule ein entgegengesetztes Magnetfeld von 4 mT an. Das Nettoergebnis der beiden Magnetfelder beträgt 1 mT. Diese Nettofeldstärke liegt unter dem Rückfallwert des Reed Schalters, wodurch die Kontakte geöffnet werden, wie in Punkt 2 dargestellt. Abschließend wird die Spule ausgeschaltet und die Kontakte schließen sich, da die Magnetfeldstärke wieder 5 mT beträgt.

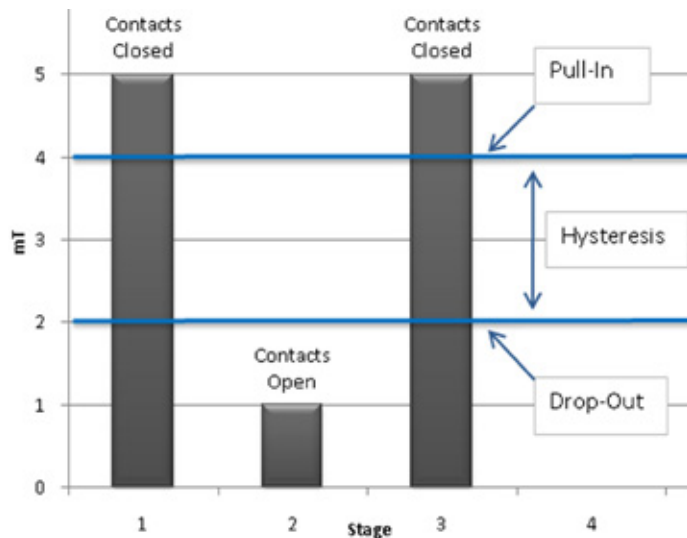


Abbildung 9. Ein schrittweiser Ansatz, der einen vollständigen Betriebszyklus eines Form B Reed Relais zeigt.

Die Polarität der an das Form B Relais angelegten Spulenspannung bestimmt die magnetische Polarität der Spule. Diese Spannungspolarität wird bauartbedingt bestimmt und ist auf dem Relais gekennzeichnet. Das Anlegen einer umgekehrten Spannungspolarität führt zu einer Fehlfunktion des Relais, bis die richtige Polarität angelegt wird. Auch eine zu hohe Spannung, die über der angegebenen Nennspannung liegt, kann dazu führen, dass sich die Kontakte wieder schließen. Im Allgemeinen wird die Wiedereinschaltspannung mit 50 % über der Nennspannung angegeben. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass das Anlegen von mehr als 7,5 Volt bei einem Form B Relais mit einer Nennspannung von 5 Volt dazu führen kann, dass die Kontakte wieder geschlossen werden. Sollte dies jemals ein Problem für einen Benutzer sein, dessen Schaltung Spannungen erzeugt, die mehr als 50 % über dem Nennwert liegen, können die Konstrukteure der Relais die Magnetkonstruktion anpassen, um die angegebene Wiedereinschaltspannung zu erhöhen.

## Bistabile Reed Relais/Reed Sensoren

Bistabile Reed Relais/Reed Sensoren können per Definition zwei Zustände annehmen: den offenen Zustand und den geschlossenen Zustand. In beiden Zuständen ist kein Strom erforderlich, um den Reed Schalter im jeweiligen Zustand zu halten.

Die bistabile Funktion wird durch die natürliche Hysterese ermöglicht, die zwischen dem Einschalt- (Pull-in) und dem Ausschalt- (Drop-out) des Reed Schalters besteht (siehe Abbildung 10). Wie in Abbildung 10 gezeigt, ist die Hysterese umso größer, je höher der Einschalt- (Pull-in) Punkt ist. Je größer die Hysterese ist, desto einfacher ist es, die Schließ- und Öffnungspunkte vom Standpunkt der Konstruktion aus zu bestimmen. Ein Permanentmagnet ist erforderlich, um den Reed Schalter so zu verstellen, dass er im Schließmodus betrieben werden kann. Dies wird sich im folgenden zeigen.

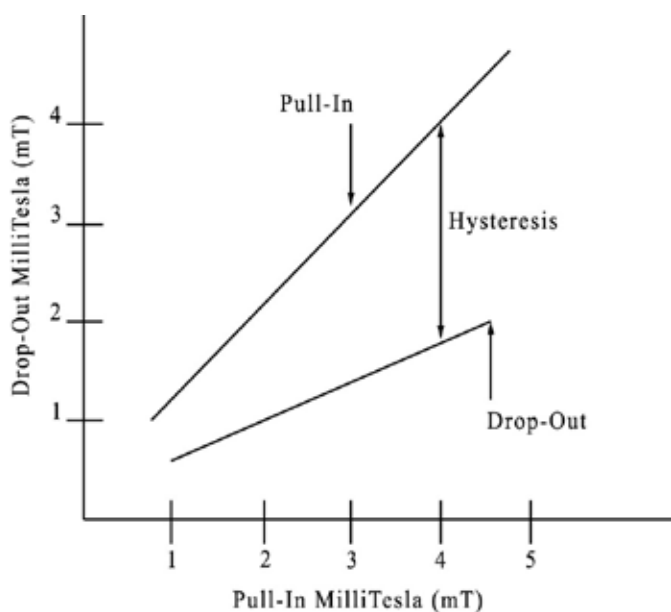


Abbildung 10. Ein Diagramm der Einschalt- (Pull-in) und Abschalt- (Drop-out) Punkte in MilliTesla zeigt die Hysterese.

### Bistabile Reed Relais

Ein bistabiles Reed Relais verwendet einen Schließer (Form A) Reed Schalter in Verbindung mit einem Permanentmagneten (siehe Abbildung 11).

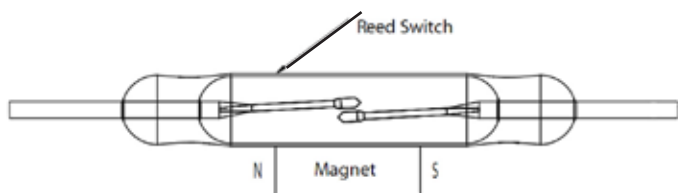


Abbildung 11. Ein Form A Reed Schalter ist durch die Anwesenheit eines Permanentmagneten magnetisch vorgespannt.

In diesem Zustand kann sich der Reed Schalter im normalerweise geöffneten oder im normalerweise geschlossenen Zustand befinden. Der Zustand, in dem er sich befindet, hängt von dem Magnetfeld ab, dem er zuletzt ausgesetzt war. Wenn die Kontakte offen sind, gehen sie bei einem Magnetimpuls mit der richtigen magnetischen Polarität in den normalerweise geschlossenen Zustand über (siehe Abbildung 12).

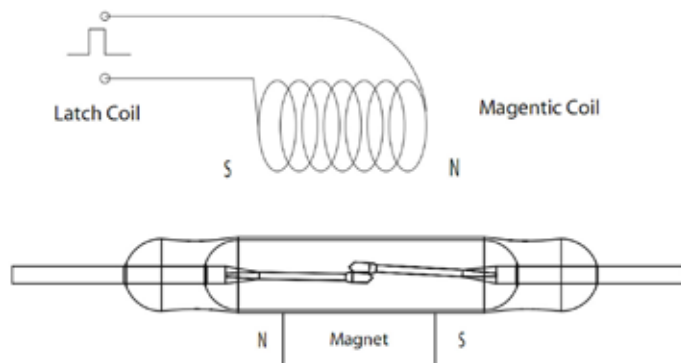


Abbildung 12. Bistabiles Reed Relais, bei dem der magnetische Impuls den Zustand des geschlossenen Reed Schalters ändert.

Sobald das gepulste Magnetfeld verschwunden ist, bleibt der Reed Schalter geschlossen, bis ein weiterer magnetischer Impuls mit der entgegengesetzten magnetischen Polarität angelegt wird (siehe Abbildung 13). In diesem geschlossenen Zustand wird so lange kein Strom verbraucht, wie er sich in diesem Zustand befindet.

Das Pulsieren der Spulen von bistabilen Reed Relais in Verbindung mit dem Vormagneten zum Schließen und Öffnen der Reedkontakte verbraucht nur wenig Strom.

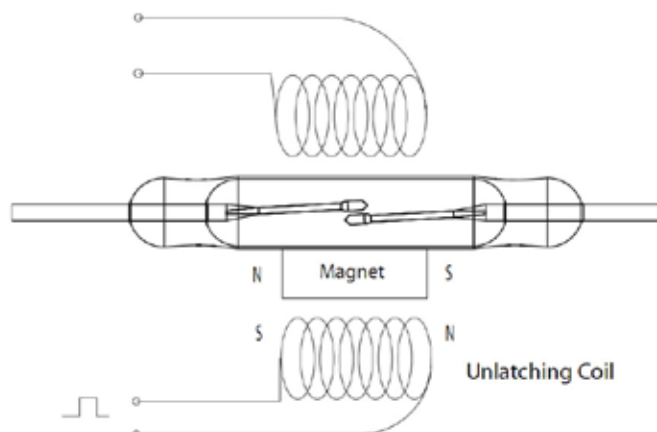


Abbildung 13. Ein gegenpoliger Magnetimpuls in Abbildung 11 öffnet die Kontakte.

In der Regel reicht ein 2-ms-Impuls, der mit der Relais-Nennspannung geliefert wird, um den Zustand der Relaiskontakte zu ändern. Daher ist die beim Schließen und Öffnen der Relaiskontakte erzeugte Wärme minimal, wodurch nur minimale thermische Offset-Spannungen erzeugt werden.

## Die Schließ- und Öffnungssequenz

Um besser zu verstehen, wie das Schließen und Öffnen genau abläuft, haben wir einen Reed Schalter ausgewählt, der bei einem Feld von 4 mT einen Einschaltpunkt (Kontaktschluss) und bei 2 mT oder darunter einen Ausschaltpunkt (Kontaktöffnung) hat. Wir haben den Vormagneten auf eine Magnetfeldstärke von 3 mT eingestellt. In Abbildung 14 haben wir nacheinander einen vollständigen Betriebszyklus ausgewählt, der alle Betriebszustände zeigt. Wie man sieht, bleiben die Pull-in- und Drop-out-Punkte konstant und werden als konstante Linien dargestellt. Die fünf Stufen und der Kontaktstatus des Reed Schalters werden im Folgenden beschrieben:

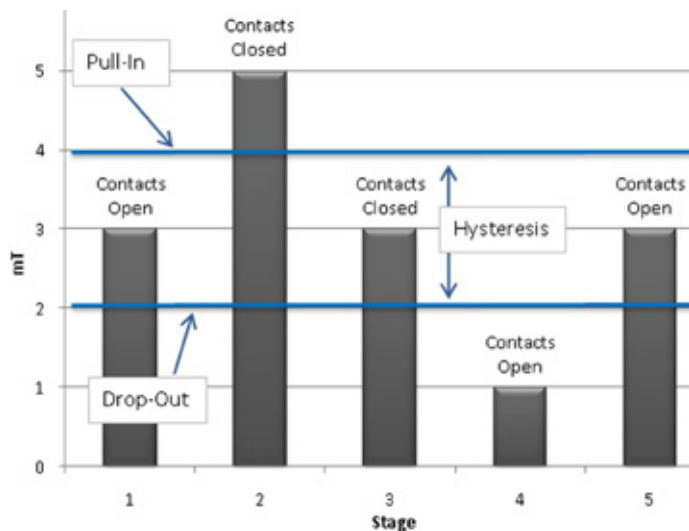


Abbildung 14. Für einen Reed Schalter mit einem Pull-in von 4 mT und einem Drop-out von 2 mT wird ein vollständiger Zyklus in fünf Stufen dargestellt, der zeigt, wie er geschlossen und geöffnet werden kann.

- Stufe 1: Hier ist das vorgespannte Magnetfeld (biased magnetic field, BMF), das immer vorhanden ist und an den Reed Schalter angelegt wird, auf einem Niveau von 3 mT dargestellt. Die Kontakte sind offen.
- Stufe 2: Ein externes Magnetfeld (EMF) (z. B. von einer Spule oder einem Permanentmagneten) wird angelegt und erzeugt ein Magnetfeld von 2 mT, das das Feld des Vormagneten (BMF) unterstützt. Damit liegt das am Reed Schalter angelegte Magnetfeld bei 5 mT und damit über dem Grenzwert von 4 mT, wodurch die Kontakte geschlossen werden.
- Stufe 3: Nun wird der EMF entfernt, wobei nur der BMF bleibt. Wie man jedoch sehen kann, liegt die Feldstärke immer noch über dem Drop-out-Feld, sodass bei entferntem EMF die Kontakte geschlossen bleiben.
- Stufe 4: Das EMF wird erneut angewendet, aber diesmal ist das Feld dem BMF entgegengesetzt, wodurch die Stärke des magnetischen Netzfeldes 1 mT beträgt. Das Feld befindet sich nun unterhalb des Drop-out-Niveaus und die Kontakte öffnen sich.
- Stufe 5: Das entgegengesetzte EMF wird nun entfernt, so dass nur noch das BMF bleibt und die Reedkontakte im offenen Zustand bleiben.

Auf diese Weise kann man die Kontakte schließen und öffnen.

Der obige Zyklus zeigt deutlich, dass bistabile Reed Relais eine magnetische Umpolung benötigen, um den Zustand der Kontakte zu ändern, was entweder mit zwei Spulen wie oben gezeigt oder durch Umpolung einer einzelnen Spule erreicht werden kann. Im ersten Fall ist das Relais mit einer Doppelspule teurer, und im zweiten Fall sind mehr elektronische Schaltungen erforderlich, um die Polarität bei jeder Änderung des Kontaktzustands zu ändern.

## Verwendung von bistabilen Reed Schaltern

Bistabile Reed Schalter werden auf die gleiche Weise wie oben in Abbildung 11 verwendet, wobei der Reed Schalter mit einem Permanentmagneten vorgespannt wird; anstelle einer Spule, wie in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt, wird jedoch ein anderer Permanentmagnet mit einer anderen Polarität verwendet, wie in Abbildung 15 dargestellt.

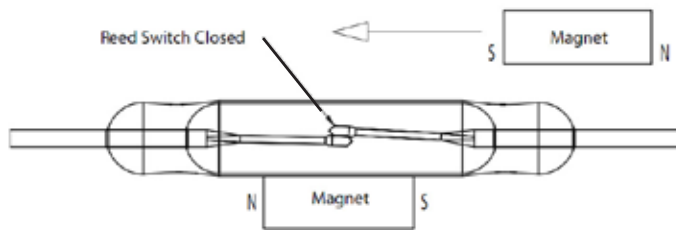


Abbildung 15. Ein Permanentmagnet wird in die Nähe des Reed Schalters und Vormagneten gebracht und schließt die Kontakte.

In diesem Fall bleiben die Kontakte geschlossen, wenn der Permanentmagnet entfernt wird, und zwar so lange, bis ein Permanentmagnet mit entgegengesetzter Polarität in die Nähe des Reed Schalters und Vormagneten gebracht wird. Dies entspricht dem Verhalten des bistabilen Reed Relais. Die Verwendung von Permanentmagneten verbraucht überhaupt keine elektrische Energie und macht daher Stromversorgungen, Stromkreise und Zeitschaltungen überflüssig. Der Zustand des Reed Schalters verbraucht keinen Strom (im Gegensatz zu Hall Sensoren) und beruht ausschließlich auf der Bewegung von Magneten in und aus seinem Einflussbereich.

Ebenso wie das bistabile Reed Relais können ein oder zwei Magnete verwendet werden, um den Kontaktstatus zu ändern.

- Verwendung eines Magneten: Sobald ein Permanentmagnet in die Nähe des Reed Schalters gebracht wird, schließen sich die Kontakte. Wenn der Permanentmagnet dann zurückgezogen wird, bleiben die Kontakte geschlossen. Der Permanentmagnet muss dann gedreht werden, um seine magnetische Polarität umzukehren. Wenn er dann wieder in die Nähe des Reed Schalters und Vormagneten gebracht wird, öffnet er die Kontakte (siehe Abbildung 16).
- Verwendung von zwei Magneten: Das Schließen und Öffnen kann erreicht werden, indem sich ein Magnet in eine Richtung nähert und die Kontakte schließt und dann zurückgezogen wird. Der Gegenmagnet nähert sich dann aus der anderen Richtung mit entgegengesetzter Polarität und öffnet dadurch die Kontakte. Dies kann je nach Art der Bewegung für eine bestimmte Anwendung auf verschiedene Weise effektiv erfolgen.

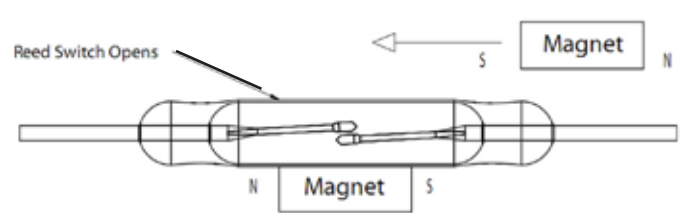


Abbildung 16. Ein Permanentmagnet mit entgegengesetzter Polarität, der in die Nähe des Reed Schalters und Vormagneten gebracht wird, öffnet die Kontakte.

Eine Anwendung, die bistabile Reed Schalter erfordert, kann zweifellos die beste Wahl sein; wir empfehlen jedoch, dass Sie eng mit den Standex Ingenieuren zusammenarbeiten, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Es gibt viele Möglichkeiten, die die bistabile Umgebung zu realisieren, so dass unsere Ingenieure unter den gegebenen Umständen ein professionelles, einfaches und kosteneffizientes Konzept entwickeln können.

## Zusammenfassung

Wenn zu erwarten ist, dass die Kontakte über einen längeren Zeitraum geschlossen bleiben und der Stromverbrauch ein ernstes Problem darstellt, ist die Verwendung eines Form B Reed Sensors oder eines Reed Relais möglicherweise die beste Option. Wenn es auf die Stromversorgung ankommt, ob im offenen oder geschlossenen Zustand, ist ein bistabiler Reed Schalter oder ein Reed Relais möglicherweise die beste Option.

Der bistabile Reed Schalter ist die einzige Sensortechnologie, bei der für den Betrieb und die Freigabe der Kontakte keine Stromversorgung erforderlich ist. Mit der zunehmenden Nachfrage nach Komponenten mit geringem Stromverbrauch ist der bistabile oder Öffner-Aspekt eines Reed Schalters isoliert zu betrachten.

Erfahren Sie mehr über unsere Möglichkeiten, Ihr Geschäft mit unseren Produkten voranzutreiben, unter [www.standexelectronics.com](http://www.standexelectronics.com) oder senden Sie uns heute noch eine Nachricht an [salesemea@standexelectronics.com](mailto:salesemea@standexelectronics.com)! Einer unserer brillanten Ingenieure oder Vertriebspezialisten wird Ihnen sofort zuhören.

## Standex Electronics

Standex Electronics ist weltweiter Marktführer bei Design, Entwicklung und Produktion von Standardversionen und Sonderanfertigungen von elektromagnetischen Bauteilen wie Magnetprodukten und Innovationen auf der Grundlage von Reed Schaltern.

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

Wir bieten technische Produktlösungen für ein breites Spektrum von Produktanwendungen in einer Vielzahl von Märkten wie Automobil, Medizin, Test- und Messtechnik, Militär, Luft- und Raumfahrt, sowie Haushalt und Industrie.

Standex 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 Fairfield, Ohio, USA verfügt Standex Electronics über zehn Produktionsstätten in sieben Ländern (USA, Deutschland, China, Japan, Mexiko, Großbritannien und Indien).

Weitere Informationen zu Standex Electronics finden Sie unter [standexelectronics.com](http://standexelectronics.com)

Zusätzlich finden Sie unter folgendem QR-Code unser detailliertes Datenbuch Reed Technologie



### Kontaktinformation:

#### Standex Electronics

Hauptsitz  
4150 Thunderbird Lane  
Fairfield, OH 45014 USA

#### StandexMeder Electronics GmbH

Friedrich-List-Strasse 15  
78234 Engen-Welschingen/Germany  
+49 7733/9253-200  
[salesemea@standexelectronics.com](mailto:salesemea@standexelectronics.com)