

## White Paper

### Magnetische Zylinder-Sensoren

---

**Autor: Dipl.-Ing. Christian Fiebach**  
Geschäftsführer ipf electronic gmbh

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Einteilung magnetischer Sensoren</b>	<b>4</b>
<b>3. Funktionsprinzip magnetischer Zylinder-Sensoren</b>	<b>4</b>
<b>4. Vorteile vollelektronischer Systeme</b>	<b>6</b>
<b>5. Vielfältige Lösungen für unterschiedliche Zylindertypen</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Direkte Montage</b>	<b>11</b>
<b>5.2 Montage mit flexiblen Adaptern</b>	<b>11</b>
<b>6. Sonderlösungen</b>	<b>12</b>

## 1. Einleitung

Pneumatikzylinder sind mittels Druckluft betriebene Arbeitszylinder, wobei man im Allgemeinen zwischen einseitig und beidseitig mit Druckluft beaufschlagbaren Zylindern unterscheidet (Abb. 1). Bei einfach wirkenden Zylindern wird eine Kolbenstange durch das Beaufschlagen von einer Zylinderseite mit Druckluft bewegt. Sobald der Zylinder nicht mehr mit Druckluft beaufschlagt wird, gelangt die Kolbenstange über eine Feder wieder in ihre Ausgangsposition. Bei doppeltwirkenden Pneumatikzylindern wird die Kolbenstange durch die Beaufschlagung von beiden Zylinderseiten mit Druckluft bewegt.

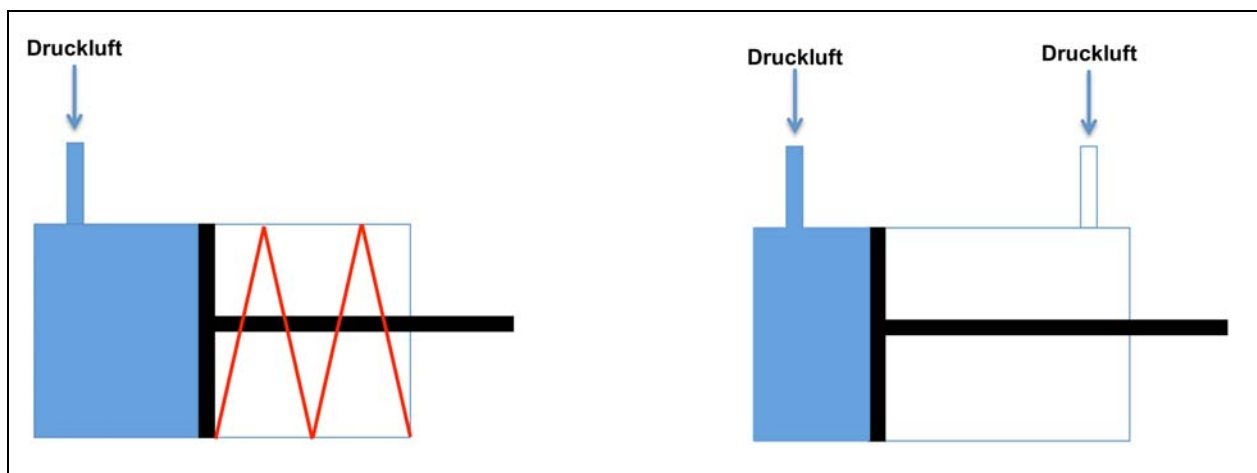


Abb. 1: Einseitig (links) und beidseitig beaufschlagbare Pneumatikzylinder

Pneumatische Zylinder kommen in vielen automatisierten Anwendungen zum Einsatz, z. B. in Spritzwerkzeugen in der Kunststoffindustrie oder in der Antriebs-, Förder- sowie Handhabungstechnik. In solchen und vielen weiteren Einsatzbereichen ist es oftmals erforderlich, bei bestimmten Kolbenstellungen eines pneumatischen Zylinders ein Schaltsignal zu erhalten. Für diese Aufgabe empfehlen sich magnetische Zylinder-Sensoren, da sie berührungslos sowie verschleißfrei und somit äußerst zuverlässig die Position von Kolbenstangen in Pneumatikzylindern abfragen.

## 2. Einteilung magnetischer Sensoren

Zylindersensoren gehören zu den Magnetfeldsensoren. Folgende Grafik (Abb. 2) gibt einen Überblick über die Einteilung magnetischer Sensoren.

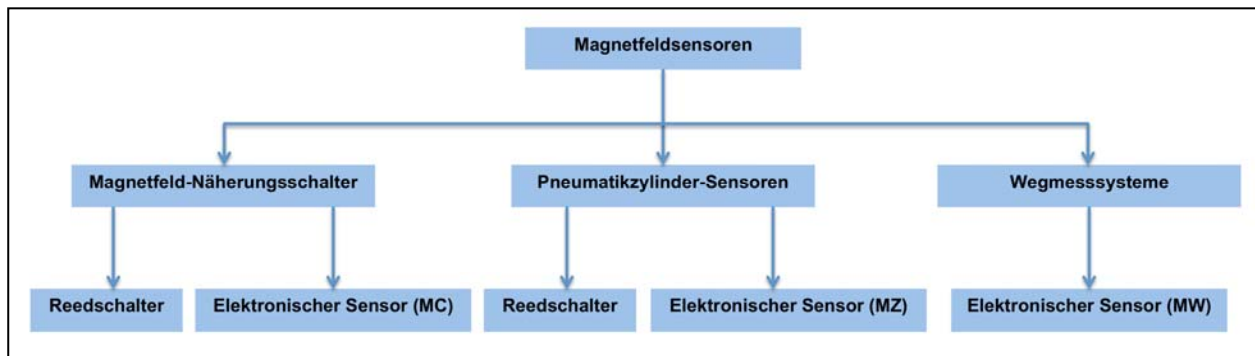


Abb. 2: Einteilung von Magnetfeldsensoren

## 3. Funktionsprinzip magnetischer Zylinder-Sensoren

Der Kolben eines Pneumatikzylinders integriert einen Permanentmagneten, der ein magnetisches Feld erzeugt, das alle nicht ferromagnetischen Materialien (z. B. das Gehäuse des Zylinders) durchdringt.

Im Inneren des Zylinder-Schalters (Abb. 3 zeigt den MZR40175 und MZR40178) befindet sich ein magnetoresistiver Sensor, der seinen Widerstand verändert, wenn sich ein Magnetfeld in seiner Nähe befindet. Diese Widerstandsänderung wird von einer nachgeschalteten Elektronik in ein Schaltsignal umgewandelt.

Der Zylinder-Sensor schaltet demnach, sobald er das Feld des Permanentmagneten der Kolbenstange detektiert.

Beim Einsatz von magnetischen Zylinder-Sensoren ist darauf zu achten, dass deren Ausrichtung, bezogen auf die Sensorachse, den Schaltabstand verändert (Abb. 4).



Abb. 3: Zylinderschalter MZR40175 und MZR40178 für die C-Nut von Pneumatikzylindern.

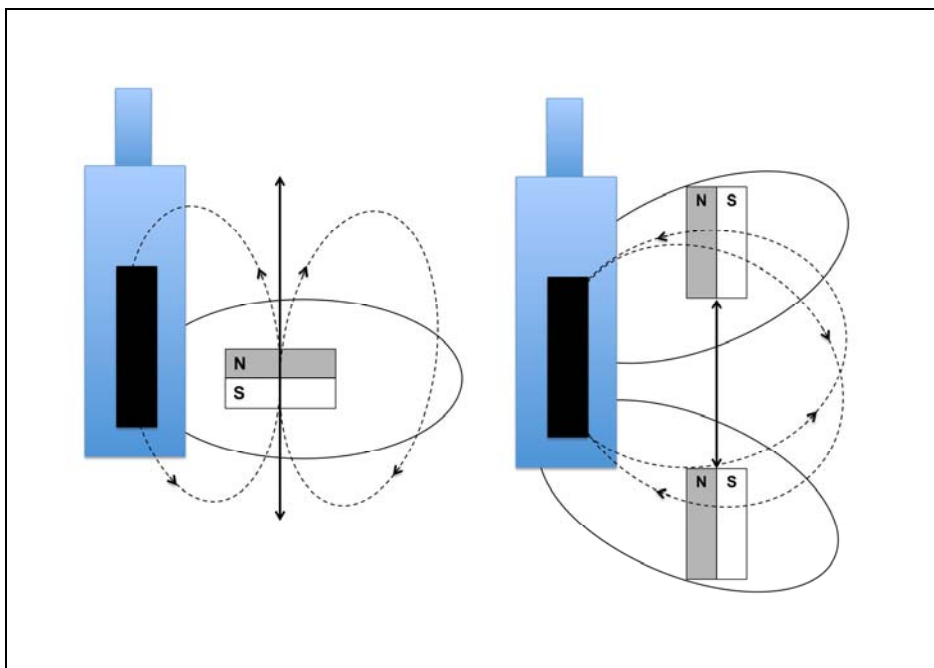


Abb. 4: Richtige (links) und falsche (rechts) Ausrichtung eines Zylinder-Sensors.

## 4. Vorteile vollelektronischer Systeme

Magnetische Zylinder-Sensoren sind im Einsatz oftmals erheblichen Belastungen ausgesetzt. Hier nur einige Beispiele:

- mechanische Beanspruchung durch starke Vibrationen, Stöße oder Schläge
- hohe oder niedrige Umgebungstemperaturen
- Kontakt mit Kühl-, Schmier-, Reinigungs- oder Lösungsmitteln, Farben, Ölen, etc.

Im Folgenden einige Abbildungen aus der Praxis, die verdeutlichen sollen, unter welchen extremen Bedingungen Zylinder-Sensoren funktionieren müssen.



Abb. 5: Magnetische Zylinder-Sensoren an einem speziellen Hydraulikzylinder. Die Sensoren müssen sehr hohen mechanischen Belastungen und Temperaturen bis +100°C standhalten.



Abb. 6: Zwei äußerst kompakte Sensoren auf einem extrem kurzen Pneumatikzylinder.



Abb. 7: Die Sensoren widerstehen selbst Farbspritzern, eingetrockneten Farbbresten oder Reinigungs- sowie Lösungsmitteln.



Abb. 8: Zylinder-Sensoren in extrem ölhaltiger Umgebung an einer Maschine.

Trotz solcher und weiterer erheblicher Belastungen, arbeiten Zylinder-Sensoren stets störungsfrei. Als vollelektronische Systeme haben solche Sensoren daher gegenüber Geräten mit Reed-Kontakten (Abb. 9) zur Positionsabfrage von Kolben einige Vorteile.

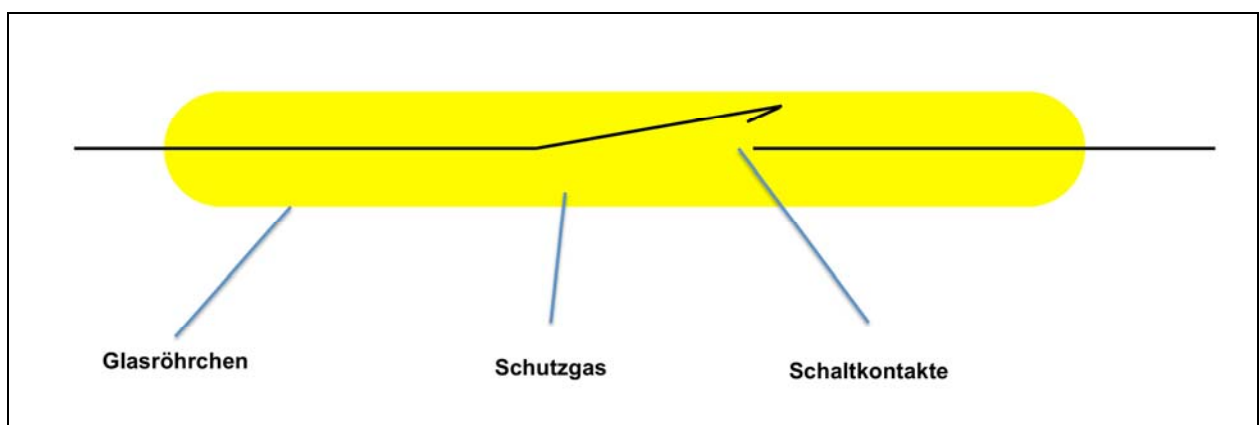


Abb. 9: Schalter mit mechanischem Reed-Kontakt, der betätigt wird, wenn sich ein Magnetfeld in seiner Nähe befindet.



Da elektronische Zylinder-Sensoren keine bewegten Teile bzw. Schaltelemente haben, arbeiten sie im Gegensatz zu Schaltern mit Reed-Kontakt, die z. B. bei Erschütterungen oder Stößen zum Prellen neigen, verschleißfrei. Aufgrund ihrer Schutzklasse IP67 sind alle Zylinder-Sensoren von ipf electronic hervorragend geschützt und u. a. aufgrund der vollvergossenen Elektronik sowie Geräteausführungen in Metall zudem sehr robust. Ein weiterer Vorteil besteht darin, die Geräte auch bei sehr niedrigen sowie hohen Temperaturen (Einsatztemperaturbereich von  $-40\text{ °C}$  bis  $+130\text{ °C}$ ) verwenden zu können.

Im Vergleich zu Schaltern mit Reed-Kontakten verfügen vollelektronische Zylinder-Sensoren über eine höhere Genauigkeit mit sehr guter Wiederholgenauigkeit und eine hohe Schaltfrequenz (bis 1kHz). Darüber hinaus sind diese aufgrund sehr kurzer Überfahrwege hochgradig präzise und außerdem sehr flexibel einsetzbar, da sie sich z. B. auf unterschiedliche Magnetfeldstärken bzw. unterschiedliche Pneumatikzylindertypen abgleichen lassen. Schalter mit Reed-Kontakten sind zwar potentialfrei und arbeiten ohne Versorgungsspannung. Sie sind jedoch nicht kurzschlussfest und können auch nicht beliebig klein gebaut werden, da der Reed-Kontakt einen bestimmten Einbauraum benötigt.

Fazit: Die Vorteile von elektronischen Zylinder-Sensoren überwiegen deutlich. Und selbst wenn man die im Vergleich zu Zylinder-Sensoren geringeren Anschaffungskosten von Schaltern mit Reed-Kontakt ins Kalkül zieht, wird sich vermutlich die Investition in erstere Lösung auf lange Sicht aufgrund des störungsfreien und äußerst zuverlässigen Betriebs rechnen.

## 5. Vielfältige Lösungen für unterschiedliche Zylindertypen

Verschiedenste Einsatzgebiete erfordern unterschiedliche Zylindertypen. Daher verfügt ipf electronic über eine sehr große Auswahl an unterschiedlichen magnetischen Zylinder-Sensoren (Abb. 10) mit verschiedensten Befestigungskonzepten und Adaptern zur einfachen Montage an allen gängigen Zylindertypen.

Die vorherrschenden Zylindertypen sind mit C-Nut (Rundnut), T-Nut, oder Schwalbenschwanznut ausgestattet. Darüber hinaus gibt es Zugstangenzyylinder, Profilzylinder sowie Rundzylinder. Neben direkt montierbaren Sensorlösungen für C-Nut-, T-Nut-, Schwalbenschwanz- und Zugstangenzyylinder aller gängigen Hersteller, hat ipf electronic für die flexible sowie äußerst zuverlässige Befestigung ihrer Zylinder-Sensoren an weiteren Zylindertypen verschiedenste Adapter entwickelt, wie Abb. 11 zeigt.



Abb. 10: Vielseitige Sensoren für alle gängigen Pneumatikzylinder führender Hersteller



Abb. 11: Verschiedenste Befestigungslösungen erhöhen die Einsatzflexibilität der Sensoren.

## 5.1 Direkte Montage

Für die unmittelbare Montage an Pneumatikzylinder mit C-Nut aller führenden Hersteller entwickelt wurden die kompakten Zylinder-Sensoren der Reihe MZR4, die über eine hohe Klemmkraft verfügen. Mit dem MZR40787 aus dieser Reihe können mit nur einem Sensor über eine geräteseitige Teachtaste zwei Kolbenstangenpositionen eingelernt und über zwei getrennte PNP-Ausgänge ein 24V DC-Signal für beide Positionen ausgegeben werden. Für die Abfrage der Kolbenstangenpositionen wird somit nur ein einziger Sensor benötigt, was vor allem in Anwendungen mit sehr knapp bemessenen Platzverhältnissen deutliche Vorteile verspricht.

In die T-Nut von Pneumatikzylindern eingeschoben oder von oben eingesetzt werden die Sensoren der Reihe MZ07 und MZA7. Wie die Reihe MZR4 verfügt auch Reihe MZ07 über einen Zylinder-Sensor (MZ070787), mit dem sich zwei Kolbenstangenpositionen abfragen lassen.

Von oben in die Schwalbenschwanznut von Pneumatikzylindern (unabhängig vom Hersteller) montiert werden die magnetischen Zylinder-Sensoren der Reihe MZ15, während die Sensorreihe MZ31 speziell für die Montage an Zugstangenzyklindern entwickelt wurde.

## 5.2 Montage mit flexiblen Adaptern

Mit speziellen Spannbügeln aus Aluminium befestigt werden können die Zylinder-Sensoren der Reihe MZR9 an Profil- oder Zugstangenzyklindern. Die Montage an Rundzylinder erfolgt mit Schellen bzw. einem Spannband. Die Geräte der Sensorreihe MZR9 mit Metallgehäuse haben einen eingebauten Verstärker und eignen sich auch für sehr kurze Pneumatikzylinder. Die Sensoren der Reihe MZ13 mit integrierter LED-Anzeige sind für Rund-, Zugstangen- oder Profilzylinder konzipiert und können bspw. an Rundzylindern mit Spannbändern unabhängig vom Durchmesser des Pneumatikzylinders montiert werden.

Aufgrund des durchdachten Adapterkonzepts von ipf electronic ist es möglich, einen spezifischen Zylinder-Sensor an unterschiedlichen Zylindertypen zu montieren. So lassen sich u. a. die unter 5.1 beschriebenen Zylinder-Sensoren MZR4 für die C-Nut in Kombination mit verschiedensten Befestigungslösungen auch an Rundzylindern, T-Nut-Zylindern, Schwalbenschwanzzylinder, Profilzylinder und Zugstangenzyklindern befestigen.

Nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht zu den unter 5.1 und 5.2 genannten Lösungen.

Sensorreihe	Zylindertypen					
	C-Nut	T-Nut	Schwalbenschwanz	Zugstangen	Profil	Rund
MZR4	X	X	X	X	X	X
MZR9				X	X	X
MZ13				X	X	X
MZ07/A7		X	X	X	X	X
MZ15			X			
MZ31				X		

Abb. 12: Magnetische Zylinder-Sensoren für verschiedene Zylindertypen

## 6. Sonderlösungen

Wie groß und breitgefächert auch immer die Auswahl an magnetischen Zylinder-Sensoren sowie Adaptern für eine flexible Montage sein mag, es gibt immer wieder Anwendungen, für die ganz spezifische Lösungen entwickelt werden müssen. Hier einige Beispiele aus der Praxis:

Der MZA7C879 (Abb. 13) mit einem speziellen Befestigungskonzept für eine 6,4mm Rundnut wurde eigens für den Einsatz im Bereich des Kuppelungssystems von Schienenfahrzeugen entwickelt. Der Zylinder-Sensor mit einem Einsatztemperaturbereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+80^{\circ}\text{C}$  ist extrem robust und widersteht daher sehr starken Stößen und hohen Vibrationen.



Abb. 13

Als kundenspezifische Lösung an speziellen Hydraulikzylindern mit Gehäuse aus Zinkdruckguss und einem integrierten Positionsmagneten wird der MZ150182 (Abb. 14) eingesetzt. Der Sensor muss sehr rauen Bedingungen, etwa an Spannwerkzeugen für Gesenke oder Wechselwerkzeuge, standhalten. Eine eigens entwickelte Befestigungslösung sorgt für einen sehr sicheren Halt des Sensors, selbst bei extremen Stößen und Vibrationen.

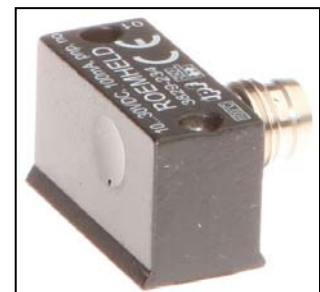


Abb. 14

Der Einsatztemperaturbereich dieser Sonderlösung reicht von  $-15^{\circ}\text{C}$  bis  $+100^{\circ}\text{C}$ .

Selbst für in Robotergrifern integrierte Pneumatikzylinder gibt es Zylinder-Sensoren, wie den MZ07C431 (Abb. 15). Das Montagekonzept ist eigens auf den im Robotergrifer bereits vorhandenen Zylindertyp abgestimmt. Auch die Elektronik dieser Lösung wurde an eine nicht störungsfreie (unsaubere) Versorgungsspannung angepasst. Der MZ07C431 wurde außerdem mit einer speziellen, schleppkettentauglichen Leitung und einem nach Kundenwunsch entwickelten Leitungsabgang ausgestattet.



Abb. 15

Für die Montage an Pneumatikzylindern von Großanlagen zur Behandlung von schüttbaren Massenteilen, z. B. die Reinigung und Trocknung von Werkstücken aus Metall, wurde der MZ07A108 (Abb. 16) entwickelt. Im Betrieb muss das Gerät extremsten Erschütterungen standhalten. Dementsprechend robust wurde das Befestigungskonzept über eine Schraube mit 2,5mm Innensechskant ausgelegt. Des Weiteren verfügt der Sensor gemäß Kundenwunsch über einen M12-Anschluss.



Abb. 16

Der MZ07C731 (Abb. 17) wiederum wird im unmittelbaren Umfeld einer Schweißanlage eingesetzt. Der robuste Sensor im Metallgehäuse mit M12-Steckverbinder hat eine Anschlussleitung mit Teflon-Ummantelung und ist damit unempfindlich gegenüber Beschädigungen durch Schweißspritzer.



Abb. 17

---

Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet. Änderungen vorbehalten.