

## **White Paper**

### **Induktive Sensoren**

---

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

**und**

**Dipl.-Ing. Volker Grefe,  
Leitung Unternehmensbereich PM/PR**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>Einteilung von induktiven Sensoren</b>	<b>3</b>
<b>Große Auswahl</b>	<b>3</b>
<b>Funktionsweise eines induktiven Näherungsschalters</b>	<b>4</b>
<b>Schaltabstände, Normmessplatte und Schalthysterese</b>	<b>5</b>
<b>Ausgangsschaltung</b>	<b>6</b>
<b>Ausgangsfunktion</b>	<b>7</b>
<b>Serienschaltung und Parallelschaltung</b>	<b>7</b>
<b>Einbau</b>	<b>7</b>
<b>Korrekturfaktoren</b>	<b>11</b>
<b>Schaltfrequenz</b>	<b>11</b>
<b>Leitungsführung</b>	<b>12</b>
<b>Elektrischer Anschluss</b>	<b>12</b>
<b>Anzugsmomente</b>	<b>12</b>
<b>Aktive Schaltzone/Aktive Fläche</b>	<b>12</b>
<b>Wiederholgenauigkeit</b>	<b>13</b>
<b>Verpolungsschutz und Kurzschlusschutz (DC-Geräte)</b>	<b>13</b>
<b>Übersicht über induktive Sensoren</b>	<b>14</b>
<b>Bis zu 3-fachem Normschaltabstand</b>	<b>14</b>
<b>Bis zu 4-fachem Normschaltabstand</b>	<b>15</b>
<b>Mit metallischer Sensorfläche / Vollmetallgehäuse</b>	<b>16</b>
<b>Für erweiterten Einsatztemperaturbereich bis +180°C</b>	<b>16</b>
<b>Zweiteilige Systeme bis +230°C</b>	<b>17</b>
<b>Säuren- und laugenbeständig</b>	<b>18</b>
<b>Schweißfeste Ausführungen</b>	<b>19</b>
<b>Abstandmessende Sensoren</b>	<b>20</b>
<b>Hochdruckfeste Geräte für Hydraulikzylinder</b>	<b>21</b>
<b>Ringförmige Versionen</b>	<b>22</b>
<b>Für die Schlauchmontage</b>	<b>23</b>

## Einleitung

Induktive Sensoren arbeiten berührungslos und verschleißfrei. Darüber hinaus verfügen sie über hohe Schaltfrequenzen und Schaltgenauigkeiten. Solche Geräte sind daher ideal zur berührungslosen Erfassung aller leitfähigen Metalle, unabhängig davon, ob sie sich bewegen oder nicht.

## Einteilung von induktiven Sensoren

Die Einteilung von induktiven Sensoren erfolgt nach bündig einbaubaren, quasi bündig einbaubaren und nicht bündig einbaubaren Geräten. Wird ein induktiver Näherungsschalter in ein Trägermetall eingebaut, ist auf die Einbauvorgaben für bündige, quasi bündige oder nicht bündige Initiatoren zu achten, um ein undefiniertes Schalten des Gerätes zu vermeiden.

## Große Auswahl

Die Auswahl an induktiven Sensoren ist sehr groß. So stehen Geräte mit Normschaltabstand, erweitertem Schaltabstand, bis zu dreifachem Normschaltabstand und bis zu vierfachem Normschaltabstand zur Verfügung. Da Sensoren mit dreifachem- oder vierfachem Normschaltabstand über eine hohe Empfindlichkeit verfügen, sind bei ihnen besondere Einbauvorschriften zu beachten.

Darüber hinaus gibt es induktive Sensoren mit Vollmetallgehäuse (inklusive aktiver Fläche aus Metall), Geräte mit erweitertem Einsatztemperaturbereich  $>110^{\circ}\text{C}$ , Sensoren für spezielle Umgebungsbedingungen, schweißfeste (magnetfeldfeste) Sensoren, Abstand messende Sensoren, hochdruckfeste Sensoren für Hydraulikzylinder, ringförmige Sensoren sowie Geräte für die Schlauchmontage.

## Funktionsweise eines induktiven Näherungsschalters

Vereinfacht dargestellt, bestehen induktive Näherungsschalter aus einer Spule (Oszillator) unmittelbar hinter dem Sensorkopf (aktive Fläche des Näherungsschalters), gefolgt von der Auswertelektronik und einer Endstufe bzw. einem Verstärker (Abb. 1). Der Schwingkreis-Oszillator bzw. die Schwingkreisspule erzeugt ein hochfrequentes Magnetfeld respektive elektromagnetisches Wechselfeld, das an der aktiven Fläche austritt. Ein elektrisch leitender Metallgegenstand (Bedämpfungsstück), der sich vor dem Sensor befindet, entzieht diesem Feld Energie. Diese „Bedämpfung“ des Oszillators lässt sich am Verstärker in ein Schaltsignal umsetzen.

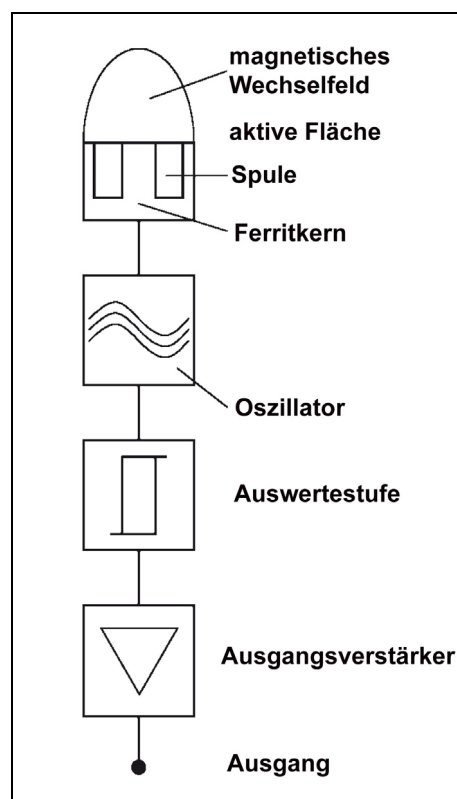


Abb. 1

## Schaltabstände, Normmessplatte und Schalthysterese

Der Abstand zur Sensorfläche, bei dem ein Metall eine Änderung des Schaltzustandes bewirkt, wird Schaltabstand genannt. Da diese Distanz nicht bei allen Metallen gleich ist, wird für das jeweilige Metall, z. B. Kupfer oder Aluminium, ein sogenannter Korrekturfaktor angegeben. Die größten Schaltabstände sind mit ferromagnetischen Materialien wie etwa Stahl oder Eisen zu realisieren. Bei anderen Metallen kann die Reichweite je nach Sensorausführung indes geringer sein.

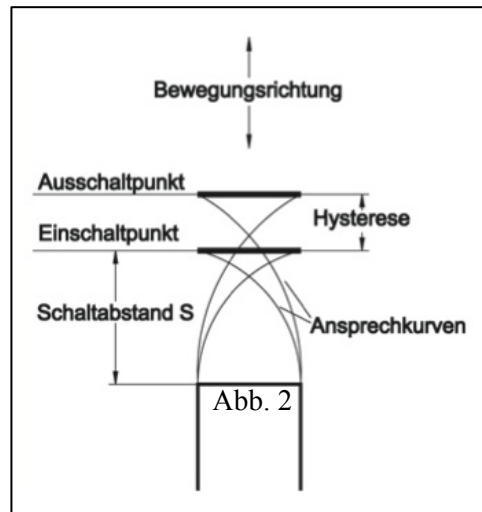
Im Gegensatz zum Schaltabstand wird der Nennschaltabstand mit einer Normmessplatte ermittelt.

Man unterscheidet zwischen dem Bemessungsschaltabstand bzw. Nennschaltabstand  $S_n$ , dem Realschaltabstand  $S_r$ , dem Nutzschaltabstand  $S_u$  und dem Arbeitsschaltabstand  $S_a$ . Der Nennschaltabstand ist der Abstand, bei dem die Normmessplatte, die sich der aktiven Fläche des Sensors nähert, eine Zustandsänderung des Schaltausganges bewirkt. Der Nennschaltabstand als Kenngröße wird ohne Berücksichtigung von Exemplarstreuungen (Toleranz um den Nominalwert) und äußeren Einflüssen ermittelt. Der Realschaltabstand  $S_r$  wird an einem einzelnen Näherungsschalter bei festgelegten Bedingungen gemessen und beträgt  $[0,9 S_n \text{ ff } S_r \text{ ff } [1,1 S_n]]$ . Der Nutzschaltabstand  $S_u$  berücksichtigt zusätzlich zu den Toleranzen des Realschaltabstandes die zulässigen Toleranzen für Temperatur- und Spannungsschwankungen ( $[0,81 S_n \text{ ff } S_u \text{ ff } [1,21 S_n]]$ ). Der Arbeitsschaltabstand ist die Reichweite, die in der Praxis unter Berücksichtigung aller Toleranzen als sicherer Schaltabstand zugrunde gelegt werden kann. Dieser liegt zwischen 0 und 81 Prozent von  $S_n$  ( $0 < S_a < [0,81 \times S_n]$ ).

Die 1mm starke Normmessplatte besteht gemäß DIN 18800 aus S235, also aus Baustahl mit einer Mindeststreckgrenze von  $235\text{N/mm}^2$  (früher ST37 zur Bezeichnung der Mindestzugfestigkeit von  $370\text{N/mm}^2$ ). Die Normmessplatte ist quadratisch, wobei die Kantenlänge dem Durchmesser der aktiven Fläche entspricht. Bei Geräten mit erweitertem Schaltabstand (3-facher oder 4-facher Normschaltabstand) wird eine größere Normmessplatte verwendet.

Grundsätzlich gilt: je größer die aktive Fläche, umso größer ist der mögliche Schaltabstand. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich bei einer wesentlich kleineren Materialfläche im Vergleich zur aktiven Sensorfläche der mögliche Schaltabstand reduziert (Geometrieinfluss).

In diesem Zusammenhang beschreibt die Schalthysterese (Abb. 2) die Wegdifferenz zwischen dem Einschaltpunkt bei einem Objekt, das sich dem Sensorkopf nähert, und dem Ausschaltpunkt, wenn sich das Objekt wieder vom Sensor entfernt, wobei der Einschaltpunkt näher am Sensor liegt als der Ausschaltpunkt. Diese eingebaute Hysterese verhindert ein Hin- und Herkippen des Schaltausganges bei mechanischen Vibrationen und liegt üblicherweise im Bereich 5 bis 15 Prozent von  $S_n$ .



## Ausgangsschaltung

Bei den Schaltausgängen der Gleichspannungsgeräte unterscheidet man zwischen **PNP** und **NPN** (Abb. 3). Bei **PNP**-Endstufen wird die Last so angeschlossen, dass sie beim Durchsteuern (Bedämpfen) des Sensors unter Spannung gesetzt wird (positiv schaltend). **NPN**-Geräte halten ihre Last ständig unter Spannung und schalten nur die Masseverbindung (negativ schaltend).

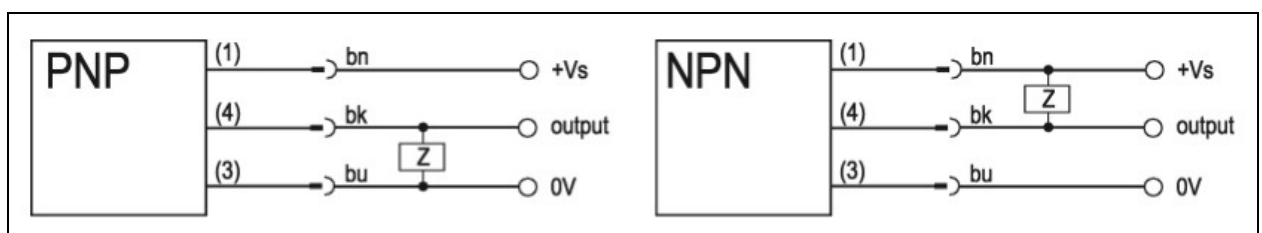


Abb. 3: PNP- und NPN-Ausgangsschaltung

Die Wechselspannungsgeräte sind in der Regel 2-Leitergeräte und nicht kurzschlussfest. Daher muss eine Last angeschlossen werden, die einen Mindestlaststrom von 2mA bzw. 5mA zulässt, den maximalen Laststrom aber nicht überschreitet.

Im Bereich der Mess- und Regeltechnik werden Näherungsschalter mit analoger Ausgangsschaltung eingesetzt. Statt eines Schaltsignals liefern diese Geräte als abstandsproportionales Analogsignal entweder eine stufenlose Spannung (0-10V) oder einen Strom (4-20mA).

## Ausgangsfunktion

Schließer: Gegenstand im Bereich der aktiven Schaltzone – Ausgang durchgeschaltet.

Öffner: Gegenstand im Bereich der aktiven Schaltzone – Ausgang gesperrt.

## Serienschaltung und Parallelschaltung

Die Serienschaltung von 3-Leiter-PNP-Sensoren ist betriebssicher nur über ein logisches UND-Glied möglich, z. B. dem **VL250100**.

Bei der Parallelschaltung von 3-Leiter-PNP-Sensoren wirkt sich der Innenwiderstand des durchgeschalteten Sensors auf die restlichen Initiatoren aus. Daher müssen Entkoppeldioden in die Ausgänge eingesetzt werden. Als Hilfe zur Parallelschaltung kann ein logisches ODER-Glied verwendet werden, z. B. das **VL250120**.

## Einbau

Wird ein induktiver Näherungsschalter in ein Trägermaterial aus Metall eingebaut, muss auf die Einbauvorgaben für bündige, quasi bündige oder nichtbündige Initiatoren geachtet werden, um ein undefiniertes Schalten des Gerätes zu vermeiden.

Bei bündig einbaubaren Geräten darf sich die aktive Fläche des Sensorkopfes auf gleicher Ebene wie des Trägermaterials (Metall) befinden, wobei die angegebenen Abstände einzuhalten sind (Abb. 4).

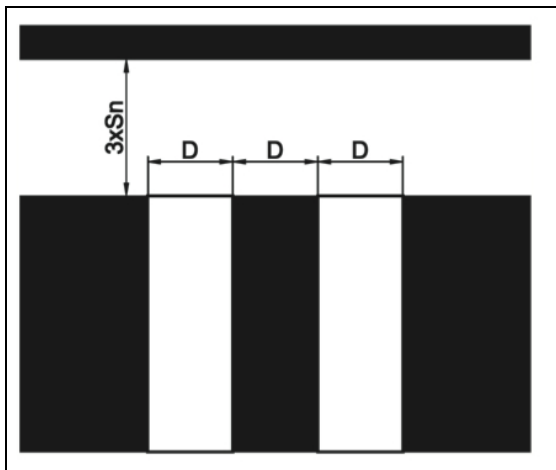


Abb. 4:  $s_n$  steht für den Nennschaltabstand (siehe Seite 5): der Abstand, bei dem die Normmessplatte, die sich der aktiven Fläche eines Sensors nähert, eine Zustandsänderung des Schaltausgangs bewirkt.

Bei quasi bündig einbaubaren Sensoren muss die aktive Fläche des Gerätes um das Maß  $X$  aus der metallischen Einbaufäche herausragen. Auch hier sind die angegebenen Abstände einzuhalten. (Abb. 5)

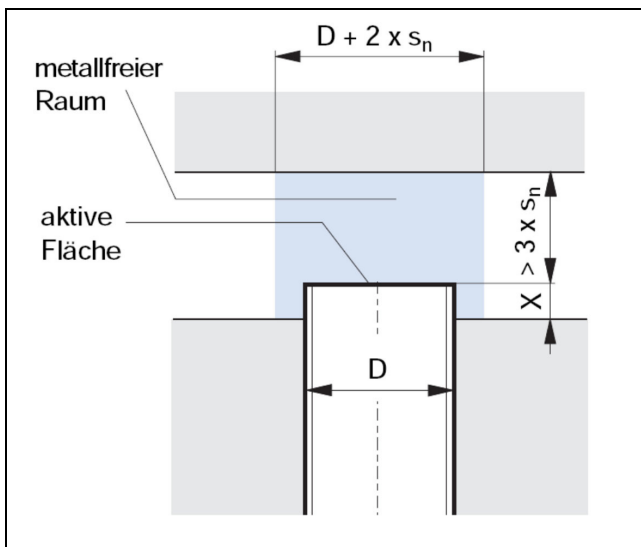


Abb. 5

Bei nicht bündigem Einbau darf die aktive Fläche nicht vom Metall des Trägers umgeben sein. Die aktive Fläche des Gerätes muss demnach aus einer metallischen Anbaufläche unter Einhaltung der angegebenen Abstände herausragen (Abb. 6). Auf diese Weise wird das elektrische Feld weniger bedämpft, was höhere Schaltabstände ermöglicht.



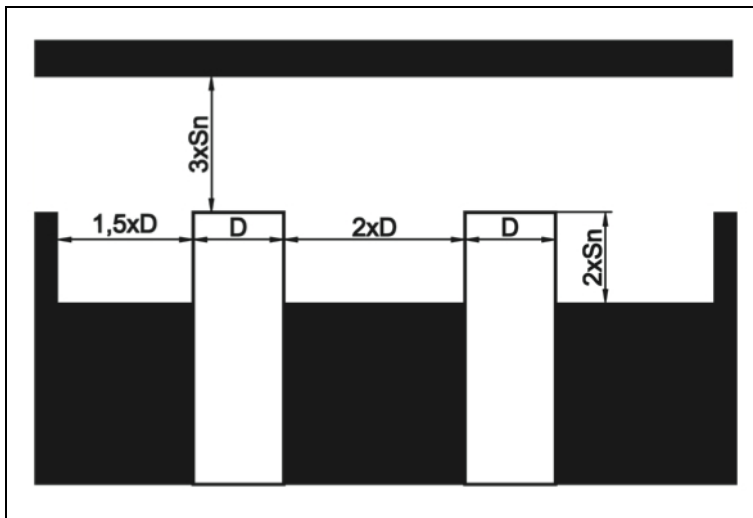


Abb. 6

Für versetzte oder seitliche Bewegungen gelten die typenspezifischen Ansprechkurven. Je nach Serie, Baugröße und Einbauart (bündig, quasi bündig, nicht bündig) haben die Ansprechkurven einen unterschiedlichen Verlauf (Abb. 7).

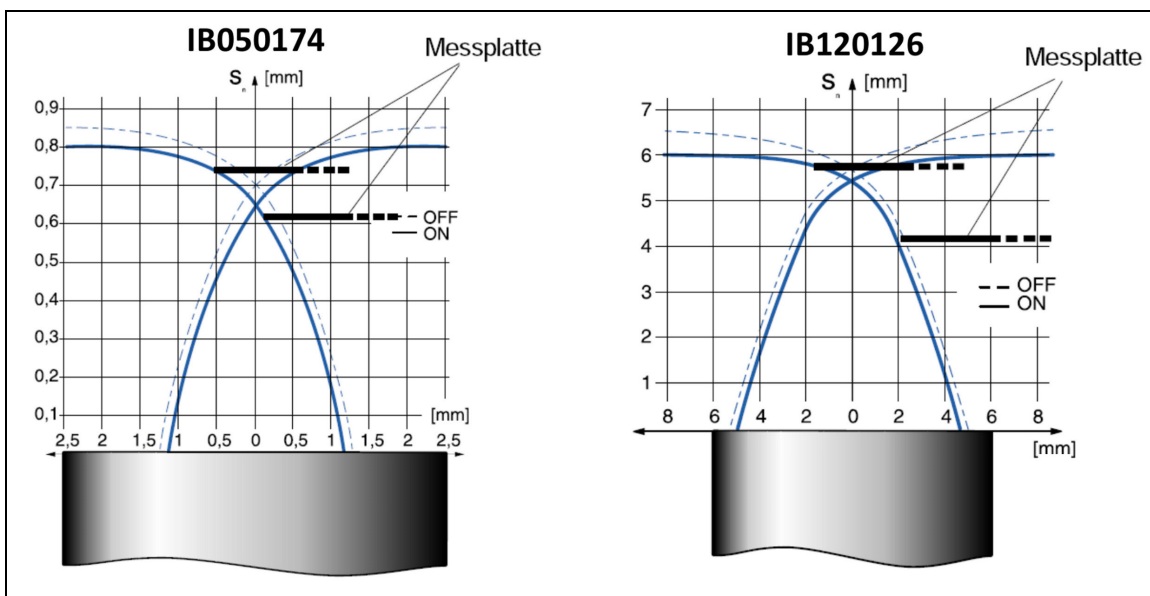


Abb. 7: Je nach Serie, Baugröße und Einbauart der Sensoren haben die Ansprechkurven einen unterschiedlichen Verlauf

Die folgenden Grafiken (Abb. 8) liefern beispielhaft einen Überblick über den Material- und Geometrieinfluss auf den Schaltabstand, wobei diese Daten bei den jeweiligen Geräteserien unterschiedlich sein können:

**Materialeinfluss (Richtwerte):**

Material der Messplatte	Schaltabstand
Stahl Typ FE 360	$S_n \times 1,00$
Aluminium	$S_n \times 0,36 / * 0,28$
Messing	$S_n \times 0,44 / * 0,37$
Kupfer	$S_n \times 0,32 / * 0,24$
Edelstahl (V2A)	$S_n \times 0,69$

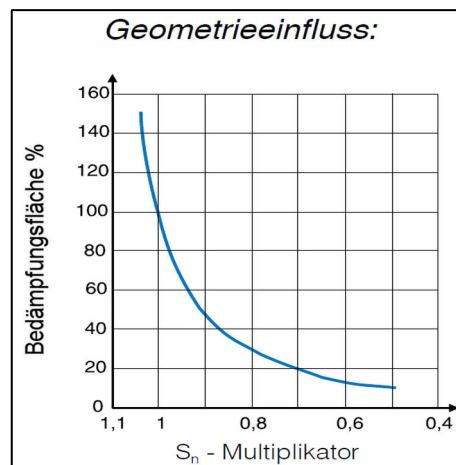


Abb. 8: Die früheren Bezeichnungen für Stahl Typ FE 360 / ST37 entspricht der heute gebräuchlichen Bezeichnung S235.

Der spezifizierte Schaltabstand induktiver Näherungsschalter bezieht sich auf genau definierte Messbedingungen. Bei anderen Anordnungen oder Materialien ergeben sich in der Regel reduzierte Schaltabstände.

Die aufgeführten Angaben sind daher als Richtwerte zu betrachten. So ist beispielsweise bei dünnen Folien eine Vergrößerung des Schaltabstandes zu erwarten.

Eine Ausnahme bildet die so genannte PRO-Serie, die sich durch ein Volledelstahlgehäuse (inklusive der aktiven Fläche) und Schaltabstände bis zum dreifachen Normschaltabstand auszeichnet.

Bei Materialveränderungen zeigt diese Sensorserie nur geringe Beeinflussungen auf den Schaltabstand. So ist z. B. bei Folien eine Verkleinerung des Schaltabstandes zu erwarten (Abb. 9).

**Materialeinfluss (Richtwerte):**

Material der Messplatte	Schaltabstand
Stahl Typ FE 360	$S_n \times 1,0$
Aluminium	$S_n \times 1,0$
Messing	$S_n \times 1,3$
Kupfer	$S_n \times 0,8$
Edelstahl (Dicke 1 mm)	$S_n \times 0,5$
Edelstahl (Dicke 2 mm)	$S_n \times 0,9$

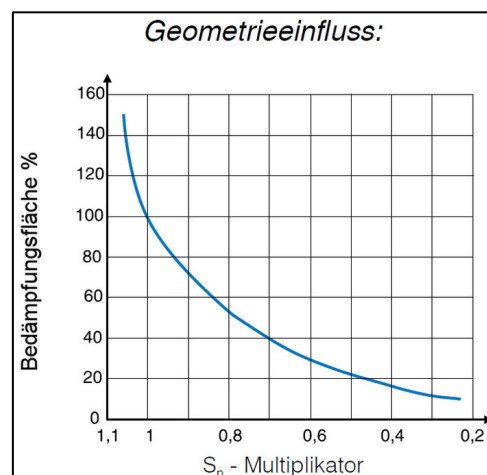


Abb. 9: Bei Materialveränderungen zeigt die PRO-Serie nur geringe Beeinflussungen auf den Schaltabstand.

## Korrekturfaktoren

Korrekturfaktoren geben die Verringerung des Schaltabstandes an, wenn andere Materialien als S235 verwendet werden (vgl. Abb. 8 auf Seite 10). Die Veränderung des Schaltabstandes hängt von Art, Beschaffenheit (innere Struktur), Größe und Geometrie des zu erfassenden Werkstoffes ab. Typische Korrekturfaktoren sind: St:1, V2A: ca. 0,7, Ms: ca. 0,4, Al: ca. 0,3 und Cu: ca. 0,2. Um den ungefähren Schaltabstand auf den von S235 abweichenden Werkstoffen zu ermitteln, muss der Schaltabstand für S235 mit dem entsprechenden Korrekturfaktor multipliziert werden.

## Schaltfrequenz

Die Schaltfrequenz gibt an, wie viele Schaltvorgänge pro Sekunde maximal möglich sind. Jeder Schaltvorgang des induktiven Näherungsschalters lässt den Schwingkreis auf und wieder abschwingen. Die dafür benötigte Zeit setzt der Schaltfrequenz Grenzen. Das Verhältnis von Impuls zu Pause sollte bei halbem Nennschaltabstand mindestens 1 : 2 betragen (Abb. 10). Bei der Wahl des richtigen Näherungsschalters muss also ein Kompromiss zwischen Größe des Sensors und Schaltfrequenz gemacht werden.

Generell gilt: je größer der Sensor, umso geringer ist die Schaltfrequenz. Die Schaltfrequenz ist zudem ein Maßstab, um die Einsatzmöglichkeit, z. B. bei Drehzahlüberwachungen oder schnellen Bewegungen, zu bewerten.

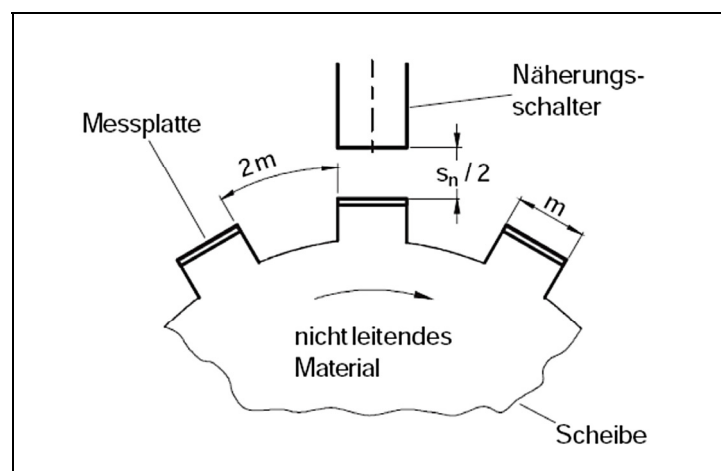


Abb. 10

## Leitungsführung

Die Anschlussleitungen der Näherungsschalter sollten sich nicht in einem Kabelkanal parallel mit Leitungen befinden, über die induktive Lasten geschaltet werden (z.B. Schützspulen, Magnetventile, Motoren usw.) oder über die Ströme von elektronischen Motorantrieben führen. In diesem Zusammenhang ist es ratsam, zu Kabeln mit potenziellen Störeinflüssen einen Abstand von >100mm einzuhalten. Außerdem sollten die Leitungen möglichst kurz sein. Bei günstiger Verlegung (geringe Koppelkapazität, kleine Störspannungen) können die Leitungslängen jedoch bis 300 Meter betragen.

## Elektrischer Anschluss

Der elektrische Anschluss der Näherungsschalter erfolgt entweder über ein direkt angeschlossenes Kabel, über einen M5-, M8-, M12-Stecker, über einen Lemo-Stecker für Hochtemperaturanwendungen oder über einen MC-Stecker für 230VAC Anwendungen.

## Anzugsmomente

Um Beschädigungen beim Einbau der Näherungsschalter zu vermeiden, dürfen die angegebenen Anzugsdrehmomente nicht überschritten werden.

### Edelstahlgewinde

M4	=	1,5Nm
M5	=	2Nm
M8	=	10Nm
M12	=	20Nm
M18	=	55Nm

### Messinggewinde vernickelt/verchromt

M8	=	7Nm
M12	=	15Nm
M18	=	40Nm
M30	=	200Nm

### Kunststoffgewinde

M12	=	1,5Nm
M18	=	3Nm
M30	=	5Nm

## Aktive Schaltzone/Aktive Fläche

Die aktive Schaltzone ist der Raum über der aktiven Fläche (vgl. Abb. 2 auf Seite 6), in dem der Näherungsschalter auf Annäherung von Metallteilen reagiert, d. h. den Schaltzustand des Ausganges ändert.

## Wiederholgenauigkeit

Unter Wiederholgenauigkeit (gemäß IEC 60947-5-2 / EN 60947-5-2) versteht man die Wiederholgenauigkeit des Realschaltabstands  $S_r$  über eine Dauer von 8 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von  $23^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) und bei einer festgelegten Betriebsspannung.

Die spezifizierte Wiederholgenauigkeit bezieht sich auf diese Definition. Bei unmittelbar aufeinanderfolgenden Messungen ist die Wiederholgenauigkeit im Allgemeinen wesentlich besser.

## Verpolungsschutz und Kurzschlusschutz (DC-Geräte)

Als interner Schutz verhindert der Verpolungsschutz eine Zerstörung des Näherungsschalters, falls die Anschlussleitungen unbeabsichtigt vertauscht werden.

Durch den Kurzschlusschutz (DC-Geräte) werden Näherungsschalter bei Überstrom nicht zerstört.

## Übersicht über induktive Sensoren

Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick über induktive Sensoren, deren Eigenschaften, Besonderheiten und potenzielle Einsatzgebiete gegeben.

### Bis zu 3-fachem Normschaltabstand



Abb. 11: Sensoren für den Einsatz bis zu 3-fachem Normschaltabstand

Diese induktiven Sensoren (Abb. 11) mit Schaltabständen von 1mm bis 40mm lassen sich bis zum 3-fachen Normschaltabstand bei Umgebungstemperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+70^{\circ}\text{C}$  einsetzen. Die aktive Fläche (Sensorkopf) besteht aus Kunststoff.

Die Geräte sind als Rund- bzw. Gewindegerte sowie in quaderförmiger Ausführung in Baugrößen von 3mm (Rundgeräte) bis M30 x 1,5 erhältlich und können bündig, quasi bündig und nicht bündig eingebaut werden. Diese Sensoren eignen sich für Einsatzbereiche, in denen Standardsensoren aufgrund ihrer beschränkten Reichweite nicht eingesetzt werden können.

## Bis zu 4-fachem Normschaltabstand



Abb. 12: Die Gewindevorrichtungen sind bis zum 4-fachen Normschaltabstand einsetzbar.

Bis zum 4-fachen Normschaltabstand sind die Gewindevorrichtungen in den Baugrößen M8 x 1 und M12 x 1 einsetzbar. Der Schaltabstand der quasi bündig einbaubaren Sensoren mit aktiver Fläche aus Kunststoff reicht von 4mm bis 8mm wobei die Vorrichtungen Temperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+70^{\circ}\text{C}$  standhalten.

Diese Vorrichtungen können, wie die Sensoren mit 3-fachem Normschaltabstand, in Applikationen eingesetzt werden, in denen sich die Verwendung von Standardsensoren (begrenzte Reichweite) nicht empfiehlt.

## Mit metallischer Sensorfläche / Vollmetallgehäuse



Abb. 13: Nicht nur der Sensor, sondern auch die aktive Fläche besteht aus Metall.

Wie das Gehäuse, besteht auch die aktive Fläche dieser Sensoren (Abb. 13) aus Metall. Bei den Geräten aus dieser Produktfamilie, die über einen bis zu 3-fachen Normschaltabstand verfügen, beeinflussen veränderte Materialien kaum den Schaltabstand (von 3mm bis 40mm).

Die Geräte für Einsatztemperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+130^{\circ}\text{C}$  sind als Rund- oder Gewindegeräte respektive in quaderförmiger Version in Baugrößen von 6,5mm (rund) bis M30 x 1,5 verfügbar und können sowohl bündig, quasi bündig und nicht bündig eingebaut werden.

Da diese Sensoren besonders robust und dicht sind, werden sie häufig in Applikationen mit rauen Umgebungsbedingungen eingesetzt, z. B. in der spanenden Fertigung (Bohren mit Schneidöl etc.). Die Sensoren eignen sich zudem für den Einsatz in der Lebensmittelindustrie, da sie hohe Dichtigkeiten und chemische Beständigkeiten aufweisen und dadurch auch dem Strahl von Hochdruckreinigern widerstehen.

## Für erweiterten Einsatztemperaturbereich bis $+180^{\circ}\text{C}$

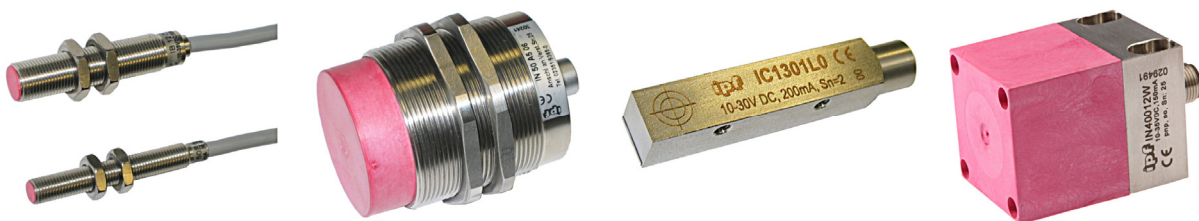


Abb. 14: Die Sensoren halten Temperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+180^{\circ}\text{C}$  (einteilige Systeme mit vollintegrierter Elektronik) stand.



Die Sensoren für den Einsatz in Temperaturbereichen  $>110^{\circ}\text{C}$  (Abb. 14) sind als Gewindegereäte oder als kompakte quaderförmige Lösungen in Baugrößen von M8 x 1 bis M80 x 1,5 erhältlich. Da diese Geräte je nach Ausführung Temperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+180^{\circ}\text{C}$  (einteilige Systeme mit vollintegrierter Elektronik) standhalten, eignen sie sich insbesondere für den Einsatz in Anwendungen, in denen eine höhere Temperaturbeständigkeit der Sensorik gefordert ist. Darüber hinaus sind Geräte mit einer aktiven Fläche aus Metall für einen Einsatztemperaturbereich von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+130^{\circ}\text{C}$  verfügbar.

Beispiele für mögliche Einsatzgebiete finden sich in der Drehzahlkontrolle von Ofenbändern, in Positionsabfragen von Ofenklappen, in der Verschlusskontrolle von Kunststoffspritzwerkzeugen sowie der Überwachung von Schieberpositionen an Spritzwerkzeugen, um nur einen kleinen Ausschnitt zu geben. Die Sensoren mit Schaltabständen von 2 bis 50mm lassen sich sowohl bündig als auch nicht bündig einbauen.

Darüber hinaus ergänzen seit 2012 zwei quaderförmige Sensoren mit Sensorkopf aus Kunststoff und vollständig integrierter Elektronik für Einsatztemperaturen bis maximal  $+150^{\circ}\text{C}$  das Portfolio, die über einen Arbeitsbereich von 25mm verfügen. Der elektrische Anschluss dieser Geräte erfolgt über einen M12-Stecker. Für den Temperaturbereich bis  $+150^{\circ}\text{C}$  stehen außerdem spezielle Kabel Dosen für den Einsatz in Energieketten bereit.

## Zweiteilige Systeme bis $+230^{\circ}\text{C}$

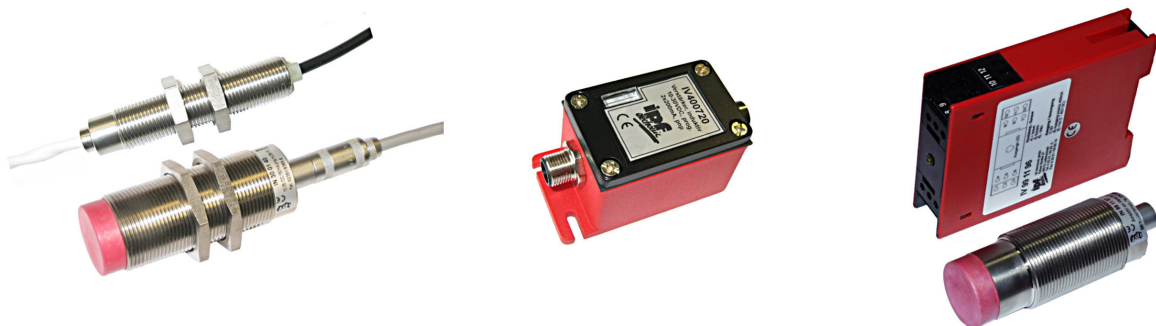


Abb. 15: Die zweiteiligen Systeme eignen sich für Einsatztemperaturen bis  $+230^{\circ}\text{C}$ .

Ergänzt wird das Portfolio an induktiven Sensoren für den erweiterten Einsatztemperaturbereich  $>110^{\circ}\text{C}$  durch zweiteilige Systeme bis  $+230^{\circ}\text{C}$  (Abb. 15). Die bündig und nicht bündig einbaubaren Gewindegereäte mit Baugrößen von M18 x 1 bis M50 x 1,5 haben eine aktive Fläche aus Kunststoff und lassen sich von  $0^{\circ}\text{C}$  bis maximal  $+230^{\circ}\text{C}$  einsetzen.

Typische Einsatzgebiete finden sich z. B. in Trocknungsanlagen von Lackierstraßen oder Pulverbeschichtungsanlagen, wobei in diesen Applikationen Ausführungen zum Einsatz kommen, die sich durch ihren silikonfreien Aufbau auszeichnen.

## Säuren- und laugenbeständig

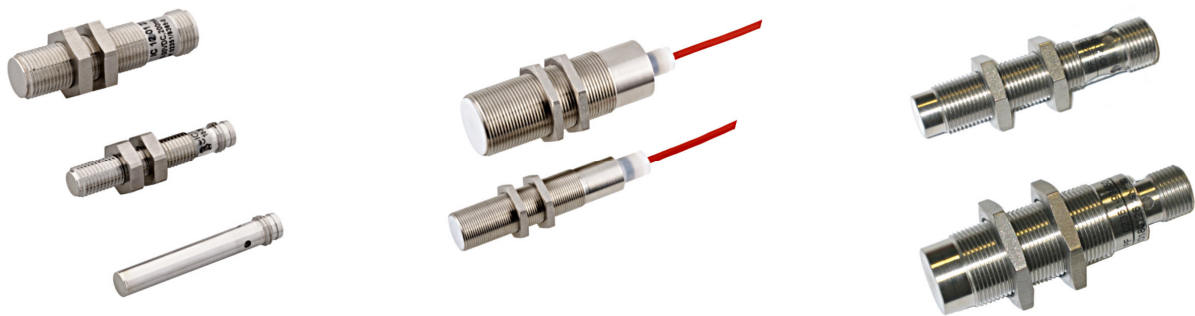


Abb. 16: Die säure- und laugenbeständigen Sensoren zeichnen sich durch eine hohe Dichtigkeit aus. In der Mitte sind die klimawechselfesten Sensoren abgebildet.

Diese säure- und laugenbeständigen Sensoren (Abb. 16) zeichnen sich durch eine besondere Materialauswahl sowie hohe Dichtigkeit aus und sind zudem mechanisch belastbar. Die Geräte für spezifische Umgebungsbedingungen in Rund-, Gewinde- und Quader-Ausführung sind in Größen von 6,5mm (rund) bis M30 x 1,5 mit Schaltabständen von 2mm bis 40mm erhältlich. Die aktive Fläche der bündig, quasi bündig und nicht bündig einbaubaren Sensoren besteht aus Metall oder Teflon; der Einsatztemperaturbereich erstreckt sich von -25°C bis +120°C.

Die klimawechselfesten Sensoren (Abbildung Mitte) sind in V4A-Edelstahl ausgeführt; der Anschluss und die Kabelummantelung in Teflon. Diese Sensoren behalten auch bei größeren Temperaturschwankungen ihre Dichtigkeit, und werden daher nicht nur in Außenbereichen, sondern u. a. auch bei Produktprüfungen in Klimaschränken eingesetzt. Bedingt durch die eingesetzten Gehäusewerkstoffe finden sie ebenfalls Einsatz in Zonen mit aggressiven Umgebungsbedingungen wie z. B. in Salzwasser, in Walzgerüsten von Kaltwalzwerken oder Beschichtungsanlagen.

Für die Anwendungsfälle, bei denen selbst V4A nicht widerstandsfähig genug ist, bieten sich Geräte aus Vollteflon an, die z. B. als Positionssensoren an Salzsäurebädern in Galvanik-Anlagen verwendet werden.

## Schweißfeste Ausführungen



Abb. 17: Schweiß- und magnetfeldfeste Sensoren

Die schweißfesten (magnetfeldfesten) Gewindesensoren (Abb. 17) für den bündigen und nicht bündigen Einbau mit aktiver Fläche aus Kunststoff sind in Baugrößen von M8 x 1 bis M30 x 1,5 verfügbar. Sie eignen sich für Einsatztemperaturen von  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+70^{\circ}\text{C}$  und werden bei Schweißvorrichtungen oder an Wirbelstromanlagen eingesetzt.

## Abstandmessende Sensoren



Abb. 18: Die Sensoren für Abstandsmessungen verfügen über Messbereiche von 4mm bis 20mm.

Die Gewindegerte für berührungslose Abstandsmessungen (Abb. 18), z. B. an Greifern oder Zylindern, sind in Baugrößen von M8 x 1 bis M30 x 1,5 erhältlich. Sie verfügen über eine aktive Fläche aus Kunststoff und Messbereiche von 4mm bis 20mm. Die quasi bündig einbaubaren Sensoren integrieren Analogausgänge von 0 bis 10V (4 bis 20mA) und halten Temperaturen von -25°C bis +70°C stand. Mit ihnen können metallische Objekte einfach positioniert oder in ihren Abmessungen kontrolliert werden.

## Hochdruckfeste Geräte für Hydraulikzylinder



Abb. 19: Diese Sensoren halten Drücke bis 500bar stand.

Die bündig einbaubaren Gewindegeräte dienen z. B. zur Positionskontrolle der Kolbenstange von Hydraulikzylindern (Abb. 19). Dabei werden die Geräte in das Zylindergehäuse eingeschraubt und detektieren die an der Sensorfläche vorbeifahrende Kolbenstange. Der auf die aktive Fläche wirkende hydraulische Öldruck von maximal 500bar (Spitzendruck 800bar) stellt eine besondere Anforderung an die Abdichtung der Sensorgehäuse dar.

Die Geräte sind in den Baugrößen von M5 x 0,5 bis M18 x 1 erhältlich. Bei der gebräuchlichsten Version in M12 x 1 ist die aktive Sensorfläche in Edelstahl ausgeführt, alle anderen Versionen verfügen über eine keramische Sensorfläche. Deren Einsatztemperaturbereich reicht von -25°C bis +80°C. Die Ausführungen mit einer aktiven Fläche aus Edelstahl können hingegen bis +100°C zum Einsatz kommen.

## Ringförmige Versionen



Abb. 20: Die ringförmigen Sensoren eignen sich besonders für die Detektion von Kleinteilen.

Diese Sensoren (Abb. 20) werden für die Detektion von Kleinteilen wie bspw. Schrauben oder Nägeln, etwa bei der Zufuhr- oder Auswurfkontrolle, oder zur Teilezählung verwendet. Eingesetzt werden die Geräte auch zur Kontrolle von Drahtbrüchen, um nur einige wenige Anwendungen zu nennen. Die quaderförmigen Sensoren sind mit Ringdurchmessern von 4mm bis 100mm mit statischer (Sensor bleibt solange aktiv, wie sich ein Teil im Detektionsbereich befindet) und dynamischer (Sensor schaltet erst, wenn sich Teile durch den Sensorring bewegen) Funktion erhältlich. Für eine optimale Kleinteilerkennung verfügt der Sensor über eine Impulsverlängerung bis 130ms. Der Einsatztemperaturbereich beträgt  $-25^{\circ}\text{C}$  bis  $+70^{\circ}\text{C}$ .

## Für die Schlauchmontage

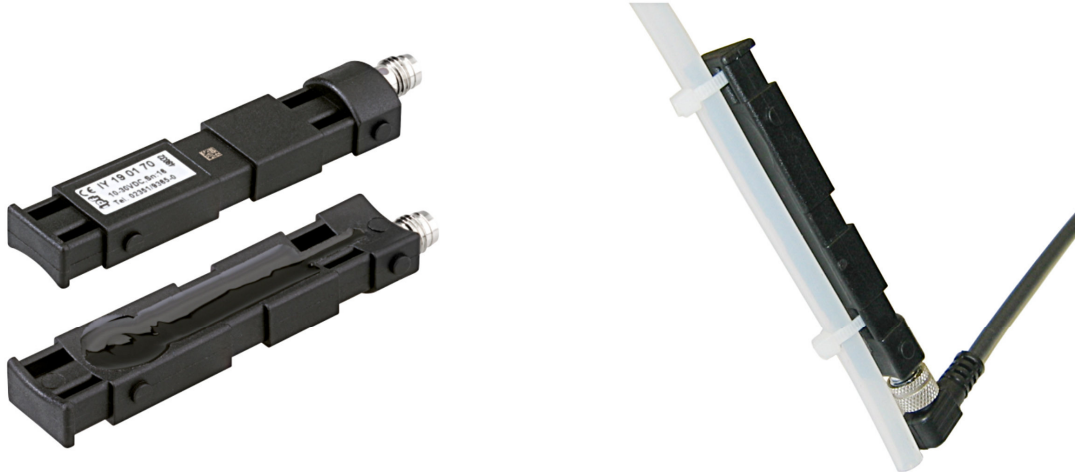


Abb. 21: Sensoren, die sich an Schläuchen mit einem Durchmesser bis 16mm befestigen lassen.

Ergänzt wird das Portfolio an Ringsensoren durch Geräte für die Schlauchmontage (Abb. 21). Typische Einsatzgebiete dieser Sensoren für Einsatztemperaturen von 0°C bis +55°C bei Schläuchen mit einem Durchmesser bis 16mm finden sich bei der Zufuhr- oder Auswurfkontrolle sowie bei der Zählung von Kleinteilen. Die quaderförmigen Geräte arbeiten sowohl mit statischer als auch dynamischer Funktion. Eine Impulsverlängerung bis 100ms ermöglicht die zuverlässige Erfassung von schnellen Teilen.

---

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.