

## Kapazitive Sensoren

# GRUNDLAGEN UND EINBAUHINWEISE



### Technisches Glossar

Geben Sie ein Begriff ein.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Begriff

#### Definition

Charakteristik eines magnetkodierten Messsystems, bei dem der Messwert der aktuellen Position sofort nach dem Einschalten verfügbar ist. Jeder Position, z. B. einer Messstrecke, ist ein absolut codiertes digitales Signal oder ein Analogwert zugeordnet. Eine Referenzpunktfahrt ist nicht notwendig.

Absolut

Abstandssensor mit Analogausgang

Sensor, der ein kontinuierlich variierendes Ausgangssignal erzeugt, das vom Abstand zwischen aktiver Fläche und dem Bedämpfungselement abhängt.

Absolutdruck

Druck gegenüber Druck Null (Vakuum). Der Wertebereich des Absolutdrucks ist immer positiv.

AIDA

Automatisierungsinitiative Deutscher Automobilisten

Aktive Fläche

Aktiv messender Bereich und somit nach außen empfindliche Elektrode/Platte des Elektrodenystems. Sie ist in der Regel etwas kleiner als die Fläche der Abdeckhaube.

> nähere Informationen

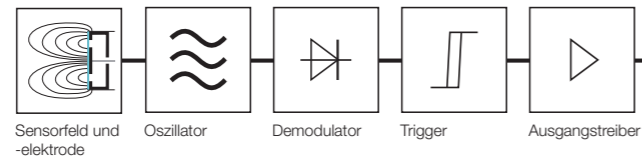
Alarmausgang

\*Vorrichtung/Funktion am Empfänger, die bei Funktionsstörungen ein Warnsignal auslöst. Diese können durch Verschmutzung oder mechanische Dejustierung verursacht sein. Der Alarmausgang ist aktiviert, wenn das Empfangssignal für eine definierte Zeit im Alarmbereich liegt.\*

KAPAZITIVE SENSOREN

Funktionsprinzip

Der berührungslose kapazitive Sensor wandelt eine produktionstechnisch zu überwachende Größe (Objekt- oder Füllstanderkennung) in ein weiter verarbeitbares Signal um. Die Funktion beruht auf der Änderung des elektrischen Feldes in der Umgebung der aktiven Zone. Der Sensor besteht im Grundaufbau aus: einem Elektrodensystem, Oszillator, Demodulator, Triggerstufe, Ausgangstreiber/Schaltverstärker. Das Elektrodensystem bildet zusammen mit einer aktiven Messelektrode (aktive Fläche) einen offenen Plattenkondensator. Dieser ist Bestandteil eines RC-Oszillators.



Nähern sich Gegenstände aus Metall oder Nichtmetall der aktiven Fläche des kapazitiven Sensors erhöht sich die Kapazität des offenen Plattenkondensators und der Oszillator beginnt zu schwingen. Dadurch kippt die, dem Oszillator nachgeschaltete Triggerstufe und der Schaltverstärker ändert seinen Ausgangszustand. Die Funktion des kapazitiven Sensors lässt sich an der Gleichung für die Kapazität eines Plattenkondensators erklären:

$$C = \epsilon_0 \times \epsilon_r \times F \times (1/S)$$

$\epsilon_r$ : als relative Dielektrizitätszahl (Eigenschaft des abzufragenden Mediums)

$\epsilon_0$ : als absolute Dielektrizitätszahl (Naturkonstante)

F: als Elektrodenfläche

S: als Abstand

Aus oben stehender Formel folgt, dass Objekte, die eine hinreichend große relative Dielektrizitätszahl ( $\epsilon_r$ ) sowie Fläche (im Verhältnis zur aktiven Fläche) und ausreichend geringen Abstand haben, vom kapazitiven Sensor erfasst werden. Neben der oben beschriebenen universellen Technologie bei welcher der Aufnehmer Bestandteil einer Oszillatorschaltung ist, gibt es auch modernere Verfahren, die speziellen Anwendungsanforderungen genügen.

Sensor zur Objekterfassung (bündig)

Sensoren mit geradlinigem elektrischen Feld (keine Seitenempfindlichkeit). Diese erkennen Festkörper z. B. Kartonagen, Papierstapel, Kunststoffblöcke und -platten sowie Glas. Und erfassen Füllstände von Medien durch eine Trennwand, die aus Kunststoff oder Glas besteht. Die Wandstärke darf 4 mm nicht überschreiten.

Sensor zur Füllstanderkennung (nichtbündig)

Sensoren mit kugelförmigem elektrischen Feld. Sie erfassen mit ihrer aktiven Fläche das abzutastende Produkt, Schüttgut oder Flüssigkeiten (z. B. Granulat, Zucker, Mehl, Getreide, Sand, Öl und Wasser), vorzugsweise berührend oder indirekt durch eine Glas- oder Kunststoff-Trennwand eines Behälters.

Schaum- und Anhaftungskompensation (smart level Technologie)

Patenterte Technologie, die eine optimale Erfassung von Füllständen elektrisch leitfähiger (polarer) Medien (Wasser, Laugen, Säuren, ...) ermöglicht. Diese erfolgt direkt berührend (Tauchsonden) und durch maximal 10 mm starke Trennwände aus Kunststoff, Glas oder Keramik. Die Sensoren, die auf dieser Technologie basieren, kompensieren den dielektrischen Einfluss der Behälterwand und ermöglichen die sichere Unterscheidung zwischen dem abzufragenden Medium und seinen Anhaftungsresten, Filmen und Schäumen.

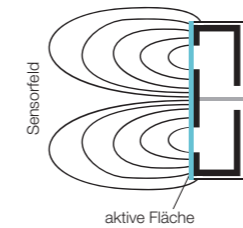
Empfindlichkeitseinstellung von kapazitiven Sensoren

In den meisten Fällen ist eine Adaption der Sensorempfindlichkeit (Kapazitätswert bei dessen Überschreitung der Sensor schaltet) an die Umgebung erforderlich (Vorbelastung durch andere Objekte im Erfassungsbereich, z. B. eine Behälterwand). Die Einstellung erfolgt je nach Gerätegeneration an einem Potenziometer, über eine Taste, eine separate Leitung oder IO-Link.

Definitionen und Kennwerte

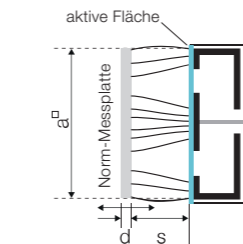
Aktive Fläche

Aktiv messender Bereich und somit nach außen empfindliche Elektrode/Platte des Elektrodensystems. Sie ist in der Regel etwas kleiner als die Fläche der Abdeckhaube.



Norm-Messplatte

Quadratische Platte aus Fe 360 (ISO 630), mit der Schaltabstände s nach EN 60947-5-2 ermittelt werden. Die Dicke ist  $d = 1$  mm; und die Seitenlänge a entspricht dem Durchmesser des eingeschriebenen Kreises der „aktiven Fläche“ oder  $3 s_n$ , wenn der Wert größer als der genannte Durchmesser ist.



Nennschaltabstand  $S_n$

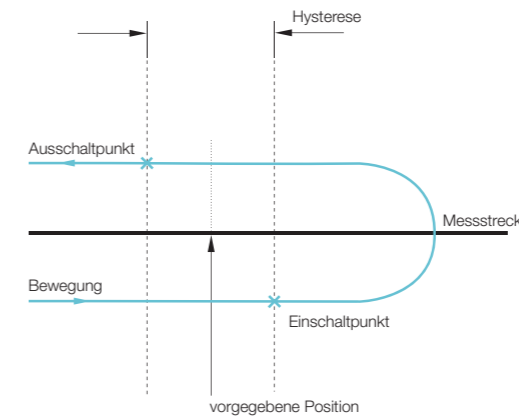
Maximal erreichbarer Schaltabstand auf die Norm-Messplatte unter Einhaltung der Gerätespezifikation (Auslieferung ab Werk in der Regel mit  $s_n$ ).

Realschaltabstand  $S_r$

Schaltabstand eines Sensors, der bei festgelegten Bedingungen wie Einbauart, Bemessungsbetriebsspannung  $U_e$  und Temperatur  $T_a$  gemessen wird.

Hysterese

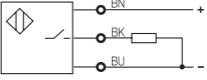
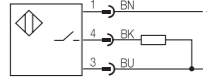
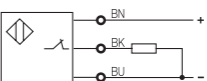
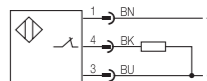
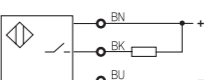
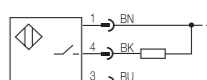
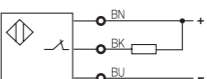
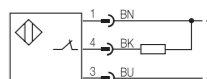
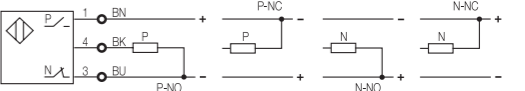
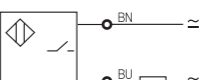
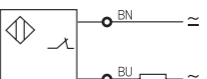
Die Hysterese ist der Distanzunterschied zwischen dem Einschaltpunkt (bei sich annäherndem Objekt) und dem Ausschaltpunkt (bei sich wieder entfernendem Objekt).



<b>Wiederholgenauigkeit</b>	Streuung der Ausgabewerte bei wiederholtem einseitigem Anfahren einer mechanisch vorgegebenen Position.
<b>Schaltfrequenz</b>	Die maximale Geschwindigkeit, mit der ein Sensor unter standardisierten Bedingungen, ein Objekt sicher erfassen kann. Dies entspricht der maximal möglichen Anzahl von Schaltfolgen (EIN/AUS) pro Sekunde. Wert ist abhängig von der Größe und Geschwindigkeit des Objekts und seinem Abstand zur Schaltfläche.
<b>Temperaturdrift</b>	Die Temperaturdrift gibt an, um welchen prozentualen Betrag vom sr sich der Schaltabstand Innerhalb eines definierten Temperaturbereiches maximal ändern darf.
<b>Umgebungstemperatur T<sub>a</sub></b>	Der maximal zulässige Temperaturbereich, bei der ein Sensor betrieben werden darf und ein sicheres Funktionieren des Sensors gewährleistet ist.
<b>Schutzart</b>	Gibt die Eignung von elektrischen Betriebsmitteln für verschiedene Umgebungsbedingungen an und den Schutz von Menschen gegen potenzielle Gefährung bei deren Benutzung. Die Schutzarten werden nach IEC 60529 bezeichnet. Kennbuchstaben IP (International Protection), Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel. Beispiel IP69K: Schutz gegen Eindringen von Wasser bei Hochdruck bzw. Dampfstrahlreinigung nach DIN 40050 Teil 9.
<b>Ausgangsfunktionen, Anschlüsse und elektrische Kennwerte</b>	
<b>Normally closed (NC)</b>	Auch „Öffner“ – Sensorprinzip/Ausgangsfunktion, bei dem/der der Schaltausgang inaktiv ist, wenn der Sensor ein Objekt erfasst. Ist kein Objekt vorhanden, ist der Schaltausgang aktiv. 
<b>Normally open (NO)</b>	Auch „Schließer“ – Sensorprinzip/Ausgangsfunktion, bei dem/der der Schaltausgang aktiv ist, wenn der Sensor ein Objekt erfasst. Ist kein Objekt vorhanden, ist der Schaltausgang inaktiv. Dieses Prinzip ist in der Automatisierungstechnik am weitesten verbreitet. 
<b>PNP</b>	Pluschaltend – der Sensor schaltet positives Potential auf seinen Ausgang.
<b>NPN</b>	Minus (Negativ-)schaltend – der Sensor schaltet die Masse auf seinen Ausgang.
<b>PNP/NPN (Gegentakt oder push/pull)</b>	Der Sensor kann sowohl als PNP oder NPN genutzt werden, je nach Beschaltung der Last. (Die Ausgänge mehrerer Geräte können nicht parallel geschaltet werden)
<b>PNP/NPN Schließer/Öffner (NO/NC) codierbar</b>	Der Sensor kann sowohl als PNP oder NPN genutzt werden, je nach Beschaltung der Last. Durch Verpolung der Versorgungsspannung (braun an -, blau an +) kann die Schaltfunktion von NO auf NC gesetzt werden.

**IO-Link**  
Der kapazitive Sensor kann mit einer geeigneten Gegenstelle (Master) über seinen Schaltausgang in Datenkommunikation (com2, 30Kbit) treten. Hierbei kann er einerseits zahlreiche Daten übermitteln (z. B. den kontinuierlichen Bedämpfungsgrad durch ein Objekt oder Füllmedium als Zahlenwert), andererseits von der Gegenstelle fernparametriert werden. Bei fehlendem Master geht der Sensor automatisch in den normal-schaltenden Betrieb (SIO) über: z. B. PNP/NC

**Analogausgang**  
Ausgang schalter zwischen +U<sub>B</sub> und -U<sub>B</sub>. Durch Verpolung der Versorgungsspannung (braun an minus, blau an +) kann die Schaltfunktion von NO auf NC gesetzt werden.

<b>Anschlussbilder</b>	DC 3-/4-Draht	PNP (+) schaltend	
		Kabel/Klemmen	Stecker
	Schließer		
	Öffner		
		NPN (-) schaltend	
		Kabel/Klemmen	Stecker
	Schließer		
	Öffner		
	Schließer/Öffner codierbar	PNP/NPN codierbar 	
	AC/DC 2-Draht	schutzisoliert (Schutzklasse II)	
		Kabel/Klemmen	
	Schließer		
	Öffner		
<b>Kleinster Biegeradius bei Standard-PUR- und Standard-PVC-Kabeln</b>		Biegeradius ruhend: min. 5 x Kabeldurchmesser Biegeradius bewegt: min. 10 x Kabeldurchmesser	

<b>Betriebsspannung <math>U_B</math></b>	Spannungsbereich (V), in dem eine einwandfreie Funktion des Sensors gewährleistet ist. Er beinhaltet alle Spannungstoleranzen und Restwelligkeiten.
<b>Spannungsabfall <math>U_d</math></b>	Der maximale Spannungsverlust der Schaltendstufe zwischen Schaltausgang und $+U_B$ (PNP) oder $-U_B$ (NPN) bei maximal spezifiziertem Laststrom.
<b>Restwelligkeit</b>	Höchst zulässige Wechsellspannung (Spitze zu Spitze von $U_e$ ), die der Betriebsspannung $U_B$ überlagert sein darf, ohne dass die Sensorfunktion beeinflusst wird.
<b>Ausgangsstrom <math>I_e</math></b>	Der maximale Laststrom, mit dem der Sensor im Dauerbetrieb am Schaltausgang belastet werden darf. Auch Betriebsstrom bezeichnet.
<b>Leerlaufstrom</b>	Der maximale Eigenstromverbrauch des Sensors ohne angeschlossene Last am Schaltausgang (in der Regel bei $U_{B\ max.}$ und betätigt).
<b>Kurzschlusschutz</b>	Schutzeinrichtung vor Überlast und Kurzschluss. Bei allen unseren DC-Sensoren vorhanden. Bei Überlast oder Kurzschluss am Ausgang wird automatisch der Ausgangstransistor abgeschaltet. Sobald die Störung beseitigt ist, wird die Ausgangsstufe wieder in Funktion gesetzt.
<b>Verpolungssicherheit</b>	Auch Verpolungsschutz. Die Sensorelektronik ist gegen Verpolung der Versorgungsspannung (plus und minus) beziehungsweise die Vertauschung der Anschlussdrähte (braun und blau) geschützt.
<b>Vertauschschutz</b>	Die Sensorelektronik ist gegen alle Vertauschmöglichkeiten aller Anschlüsse geschützt.

**Mechanische Eigenschaften**

**Allgemeintoleranzen**  
Im Allgemeinen bewegen sich die Streuungen der Außenmaße, Form- und Lagetoleranzen von Balluff Produkten innerhalb der Allgemeintoleranz DIN ISO 2768-cK. Wichtige Funktionsmaße werden in der Produktansicht mit Toleranz angegeben. Für alle anderen Maße ohne Toleranzangabe gilt die Allgemeintoleranz.

Grenzabmaße für Längenmaße: Toleranzklasse c

Toleranzklasse	von 0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000
c (grob)	±0,2 mm	±0,3 mm	±0,5 mm	±0,8 mm	±1,2 mm	±2 mm	±3 mm	±4 mm

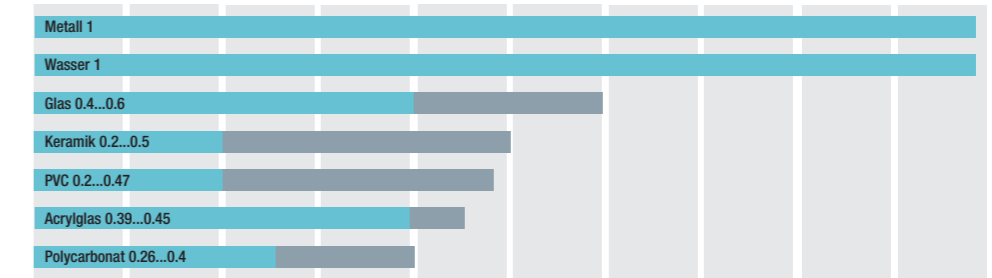
Geradheit und Ebenheit: Toleranzklasse K

Toleranzklasse	bis 10	über 10 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000		
K	0,05 mm	0,1 mm	0,2 mm	0,4 mm	0,6 mm	0,8 mm		

**Korrekturfaktoren und Leitwertangaben smart level Technologie**

**Einsatzbedingungen und Korrekturfaktoren**

Tritt ein elektrisch nichtleitendes Betätigungselement in das Sensorfeld ein, ändert sich die Kapazität proportional zu  $\epsilon_r$  und zur Eintauchtiefe bzw. zum Abstand zur aktiven Fläche. Da der Nennschaltabstand  $s_n$  sich auf eine geerdete Normmessplatte aus Metall bezieht, müssen die Schaltabstände für andere Materialien entsprechend des Korrekturfaktors reduziert werden:



Diese Angaben sind u.a. abhängig vom Sensortyp und den Objektdimensionen und daher nur Anhaltswerte.

**Einsatzbereich der smart level Technologie (Schaum- und Anhaftungskompensation) mit Leitwertangaben**

Die hier angegebenen Medien und Leitwerte sind nur Anhaltswerte und dienen der groben Orientierung. Grundsätzlich werden alle genannten Medien sicher erkannt. Die Unterschiede bestehen bei der Kompensationsfähigkeit von Anhaftungen, Schäumen und Filmen bei absinkendem Füllstand. In Einzelfällen sollten Tests durchgeführt werden, da z. B. Temperatur und Konzentration der Medien Einfluss auf die Leitwerte haben. Bitte sprechen Sie uns an. Leitwerte weiterer Medien erhalten Sie auf Anfrage.

Industrielle Abwässer (Wahl des Sensors, je nach Leitfähigkeit des Mediums)			
	Desinfektionsmittel (chlorhaltige Medien)		
	Kochsalzlösung		
Alkohol	Klarspüler		
Marmelade	Milch/Buttermilch/Joghurt		
VE-Wasser	Fruchtsaft		
Mineralische Öle	Kühlschmiermittel	Ketchup/Mayonnaise/Senf	
Pflanzliche Öle	Ameisensäure (30 %)	Phosphorsäure (10 %)	
Ammoniak (30 %)	Speiseessig	Schwefelsäure (10 %)	
Trinkwasser	Cola	Calciumchlorid (30 %)	
Zuckerlösung verdünnt	Honig/Leim	Blut	Salzsäure (40 %)
Zahnpasta	Bier	Meerwasser	Salpetersäure (12 %)

BCS Standard	smart level Technologie 15	smart level Technologie 50	smart level Technologie 500+
bis ca. 0,7 mS	ca. 0,7...15 mS	ca. 15...50 mS	ca. 50...500 mS und höher

## Anwendungs- und Einstellungsbeispiele grundlegender Sensortypen

## Bündige Sensoren

Mit dem geradlinigen Feld der bündigen Sensoren werden üblicherweise Objekte abgefragt. Um ein einwandfreies Schalten des Sensors zu erreichen, muss vor dem Geräteeinsatz der maximale Schaltabstand geprüft werden. Nachfolgende exemplarische Applikationen erläutern, wie Sie dabei vorgehen können.



## Festkörper unterschiedlicher Materialien erkennen

Mit einem bündigen kapazitiven Sensor soll eine Keramikplatte abgefragt werden. Der Sensor wird auf den maximalen Nennschaltabstand  $s_n$  von z. B. 4 mm auf Metall oder näherungsweise auf die Hand eingestellt. Mit diesem voreingestellten Abstand von 4 mm bewegt man den Sensor auf die Keramikplatte zu. Der Nennschaltabstand  $s_n$  zur Keramikplatte hat sich auf ca. 2 mm verringert. Diese 2 mm sind nun der maximal zulässige Schaltabstand zur Keramikplatte. Nur die Justage geringerer Schaltabstände als 2 mm ist zulässig.

**Achtung!** Damit unsere Sensoren innerhalb Ihrer technischen Spezifikation zuverlässig arbeiten, haben die Geräte einen größeren Erfassungsbereich als den im Katalog angegebenen maximalen Nennschaltabstand  $s_n$ . Wird nun vom Anwender der Schaltabstand auf die oben beschriebene Keramikplatte auf 4 mm justiert, arbeitet der Sensor in einem unzulässigen Bereich. Dadurch besteht die Gefahr, dass Temperatur- und sonstige Umwelteinflüsse sowie elektrische Störgrößen im Netz zu Fehlschaltungen des Sensors führen können.

## Füllstände durch Behälterwände erkennen

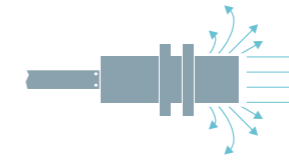
Mit einem bündigen kapazitiven Sensor soll durch eine Trennwand eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, abgefragt werden. Die Trennwand darf nur aus nicht leitfähigem Werkstoff, z. B. Glas oder Kunststoff bestehen. Die max. zulässige Wandstärke steigt mit dem Durchmesser der aktiven Fläche: max. 4 mm (außer smart level Technologie).

Der Sensor wird nun mit seiner Stirnseite (aktive Fläche) an die Glas- oder Kunststoffwand möglichst formschlüssig montiert. Der Behälter wird mit Wasser angefüllt, bis ca. 30 bis 50 % der aktiven Fläche des Sensors bedeckt sind.

Insbesondere bei kleinen und kleinsten zu erfassenden Flüssigkeitsmengen sowie bei nichtformschlüssigem Anbau des Sensors (flache Sensorfläche an Behälterwandung mit geringem Radius) sollten 30 % als Bedeckungsfläche gewählt werden. Nun ist das Potenziometer des Sensors solange nach links zu drehen (geringere Empfindlichkeit), bis dieser ausschaltet (NO). Das Potenziometer ist nun wieder nach rechts zu drehen (Empfindlichkeit größer), bis die LED bzw. der Sensor wieder einschaltet. Bei modernen Geräten mit Teachfunktion bei 30-50 % der Bedeckung der aktiven Fläche durch das Füllgut so lange Taste drücken oder separate Teachleitung auf definiertes Potenzial legen bis LED blinkt (Vollteach).

## Nichtbündige Sensoren

Diese kapazitiven Sensoren eignen sich durch ihr kugelförmiges elektrisches Feld besonders als Füllstandserfasser für Flüssigkeit, Granulat oder Pulver.



## Füllstände direkt im Behälter erkennen

Mit dem nichtbündigen kapazitiven Sensor soll in einem Behälter Granulat abgefragt werden. Der Sensor wird nun mit seiner aktiven Fläche (Freizone am Kopf wie im Katalog beschrieben) so in den Behälter eingebaut, dass der Kopf vollständig mit dem Produkt bedeckt ist.

Das Potenziometer des Sensors wird jetzt nach links gedreht (Empfindlichkeit kleiner), bis die LED und somit das Ausgangssignal ausschaltet. Anschließend wird das Potenziometer wieder nach rechts gedreht (Empfindlichkeit größer), bis die LED und somit das Ausgangssignal gerade wieder einschaltet. Danach muss noch ca. eine 1/2-Umdrehung (180°-Drehung) nach rechts erfolgen. Dadurch werden mögliche Temperaturschwankungen oder Feuchtigkeitsänderungen des zu erfassenden Produkts ausgeglichen. Bei Medien mit hohem  $\epsilon_r$ , insbesondere Wasser, reagiert der Sensor wesentlich empfindlicher. Daher sollte die Justage bei etwa 50 % Bedeckung durchgeführt oder ein Sensor bzw. Tauchsonde der Serie smart level Technologie verwendet werden.

## Füllstände leitfähiger Flüssigkeiten direkt im Behälter oder durch eine Behälterwand erkennen

Die Füllstandssensoren mit smart level Technologie (Schaum- und Anhaftungskompensation) erkennen wässrige, leitfähige und auch anhaftende Flüssigkeiten direkt oder indirekt durch Behälterwände. Und dies justagefrei mit der Werkseinstellung wenn die Behälterwand 6 mm nicht übersteigt. Bei dickeren Wänden oder extrem leitfähigen und anhaftenden Medien ist der Füllstandssensoren mit smart level Technologie zu justieren.

## Justage:

Zunächst Sensor bündig an der Behälterwand installieren. Füllstand auf 30-50 % Bedeckung der aktiven Fläche bringen. Schaltpunkt am Poti einstellen so dass der Sensor gerade schaltet. Bei neuer Gerätegeneration Teachtaste so lange drücken oder separate Teachleitung auf definiertes Potential legen bis LED blinkt.

Die Justage ist auch bei vollständig gefülltem oder leerem Behälter durchführbar:

**Vollabgleich:** Das Potenziometer langsam gegen den Uhrzeigersinn drehen, bis der Sensor ausschaltet. Das Potenziometer des ausgeschalteten Sensors jetzt langsam im Uhrzeigersinn nach rechts drehen bis der Sensor wieder einschaltet. Am Einschaltpunkt muss jetzt noch etwa eine halbe Umdrehung (ca. 180°) nach rechts erfolgen und der smart level ist justiert.

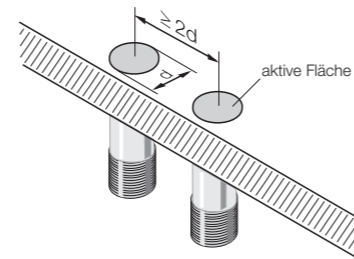
**Leerabgleich:** Das Potenziometer des ausgeschalteten Sensors langsam im Uhrzeigersinn nach rechts drehen bis der Sensor einschaltet. Am Einschaltpunkt muss das Potenziometer 3-mal jeweils um etwa 360° nach links gedreht werden und der smart level ist justiert.

Grundsätzlich sollte der Schaltpunkt bei smart level bei 30-50 % Bedeckung der aktiven Fläche mit dem Medium liegen.

Einbauvorschriften

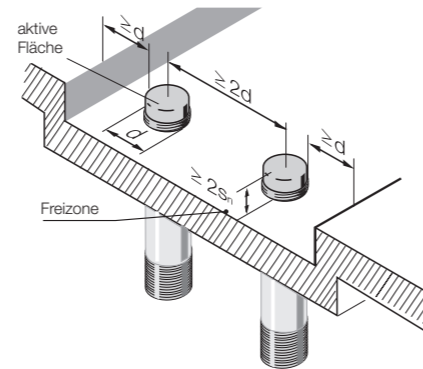
**Bündig einbaubare Näherungsschalter**

Bündig einbaubare Näherungsschalter können bis zur aktiven Fläche in Metall eingelassen werden. Der Abstand zwischen zwei Näherungsschaltern (bei Reihenmontage) muss  $\geq 2d$  sein.



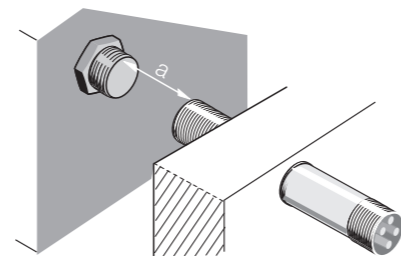
**Nichtbündig einbaubare Näherungsschalter**

Die aktive Fläche muss  $\geq 2s_n$  aus dem metallischen Einbaumedium ragen. Der Abstand zwischen zwei Näherungsschaltern muss  $\geq 2d$  sein.

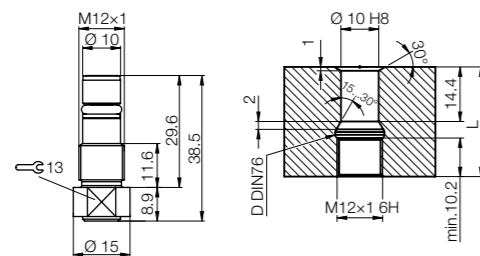


**Gegenüberliegender Einbau von zwei Sensoren**

Der gegenüberliegender Einbau von zwei Sensoren erfordert einen Mindestabstand von  $a \geq 4d$  zwischen den aktiven Flächen.



**Einbauhinweis für druck- und temperaturfeste kapazitive Sensoren**



**Einbau- und Montage-möglichkeiten**

Montage von Sensoren zur Objekterkennung

**Zentralmontage in Bohrung**

- M5, M8, M12, M18, M30
- einfache, flexible Befestigung mit zwei Muttern
- in der Sensorachse flexible Positionierung



**Durchgangsbohrungen im Sensor**

- bei kubischen Sensoren Standardbefestigung
- durch Gewindebohrung einfache Montage
- eindeutige Positionierung beim Austausch



**Gewindebohrungen im Sensor**

- Zentralbohrung mit M3-Gewinde
- sehr einfache Montage
- eindeutige Positionierung beim Austausch



**Klemmung eines zylindrische Sensors**

- für alle zylindrischen Bauformen geeignet
- einfache, sichere Befestigung
- sehr flexible Positionierung



**Montage als Leckagesensor**

- einfache Montage
- eindeutige Positionierung bei der Befestigung
- Einsatz von Sensoren mit festem Schaltabstand



Montage von Füllstandsmeldern

**Flanschmontage**

- druckdichte Verschraubung
- in Metallbehältern einsetzbar
- Einbau in Normmuffen möglich



**Lochmontage**

- einfache Verschraubung
- bei jedem Behältermaterial einsetzbar
- nicht druckdicht
- geeignet für Pulver und Granulate



**Kabelbinder Montage**

- einfache, nachträgliche Befestigung
- kein Produktkontakt notwendig
- bei nichtmetallischen Behältern



**Wandmontage**

- einfache Befestigung
- bei nichtmetallischen Behältern
- keine Behälterbohrung
- keine Kontamination des Mediums



#### Headquarter

Balluff GmbH  
Schurwaldstraße 9  
73765 Neuhausen a. d. F.  
Deutschland

Balluff GmbH  
Sochorgasse 12-16  
2512 Tribuswinkel  
Österreich

Balluff AG  
Zürichstrasse 23c  
2504 Biel  
Schweiz



[www.balluff.com/go/contact](http://www.balluff.com/go/contact)

SO  
ERREICHEN  
SIE UNS

#### Haftungsausschluss

Der Anwender ist bei der Nutzung dieser Beschreibung verpflichtet, die für eine Verwendung notwendige Sorgfaltspflicht einzuhalten und Balluff etwaige Widersprüche oder Unstimmigkeiten unverzüglich in Textform anzuzeigen. Balluff übernimmt diesbezüglich keinerlei Haftung für technische und/oder typografische Fehler und behält sich das Recht vor, jederzeit und ohne Ankündigung Änderungen an dieser Beschreibung vorzunehmen.

Nachdem diese Beschreibung unentgeltlich zur Verfügung gestellt wird, haftet Balluff auf Schadensersatz wegen Mängeln der Beschreibung oder wegen der Verletzung sonstiger vertraglicher oder außervertraglicher Pflichten nur bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit. Die vorstehende Haftungsbeschränkung gilt nicht bei Arglist, bei Verletzungen des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, bei der Übernahme einer Garantie sowie bei der Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz. Eine weitergehende Haftung von Balluff ist ausgeschlossen. Die vorstehenden Haftungsbeschränkungen gelten auch für die persönliche Haftung der Mitarbeiter, Vertreter und/oder Organe von Balluff sowie für alle Erfüllungs- und Verrichtungsgehilfen von Balluff.

Prüfen Sie vor dem Einsatz in Anlagen und Maschinen, ob die hier bereitgestellte, unentgeltliche Beschreibung für Ihre Anwendung geeignet ist.

Mit der Nutzung der hier unentgeltlich vorgelegten Beschreibung erkennen Sie diese Haftungsregelung an.