

WHITEPAPER

ULTRASCHALLSENSOREN

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	3
2 Geschichte des Ultraschalls	3
3 Ultraschallsensoren mit Schaltausgang oder Analogausgang.....	3
4 Einteilung von Ultraschallsensoren	4
4.1 Funktionsweise von Ultraschalltastern	4
4.1.1 Ultraschalltaster mit IO-Link.....	5
4.1.2 Applikationsbeispiele für IO-Link-Ultraschalltaster	6
4.2 Funktionsweise von Ultraschallreflexschranken	7
4.2.1 Applikationsbeispiele für IO-Link-Ultraschalltaster im Reflexbetrieb	8
4.3 Funktionsweise von Ultraschallschranken	9
5 IO-Link-Ultraschallsensoren mit Schaltausgang- Höhere Flexibilität beim Teachen	12
6 IO-Link-Ultraschallsensoren mit Analogausgang – Nahezu unbegrenzte Freiheiten	13
7 Applikationsbericht: Winzling für spezielle Aufgaben.....	14
8 Zusammenfassung und Fazit	15

1 EINLEITUNG

Der Begriff „Ultraschall“ kommt aus dem Bereich der Akustik und bezeichnet einen Schall, dessen Frequenzen sich oberhalb des Hörfrequenzbereichs des Menschen befinden. Ultraschall umfasst Frequenzen über 16kHz und ist somit vom menschlichen Gehör auditiv nicht mehr wahrnehmbar. Schall mit einer Frequenz ab zirka 1GHz bezeichnet man als Hyperschall.

Ultraschallsensoren erfassen über Schallwellen berührungslos und verschleißfrei alle Objekte, die Schall reflektieren. Die mögliche Bandbreite solcher Objekte ist somit äußerst groß, da sie transparent, undurchsichtig, metallisch, nichtmetallisch, pulverförmig, fest oder flüssig sein können, wobei insbesondere Flüssigkeiten und feste Materialien den Schall sehr gut reflektieren. Da Ultraschallsensoren wie bereits gesagt, auch transparente Objekte detektieren, hat die Objektfarbe keinerlei Einfluss auf ihr Schallverhalten und somit ihre Funktionsweise. Eine Besonderheit ist außerdem, dass Ultraschallsensoren von ipf electronic u.a. über besonders hohe Reichweiten (bis 6.000mm) verfügen können, wodurch sie sich bspw. für Füllstandkontrollen in großen Behältern wie z. B. Zisternen oder Silos eignen.

Jedoch können schallabsorbierende Materialien wie Watte oder weiche Schaumstoffe die Betriebsreichweite von Ultraschallsensoren reduzieren. Darüber hinaus sind bei der Montage der Geräte Einbaulagen zu vermeiden, die zu starken Schmutzablagerungen oder Wassertropfen auf der Sensoroberfläche bzw. dem sogenannten Schallwandler führen.

Dieses White Paper liefert einen Überblick über die Klassifizierung von Ultraschallsensoren, beschreibt die Funktionsweise der Geräte von ipf electronic und zeigt konkrete Applikationsbeispiele aus der Praxis. Ein Schwerpunkt befasst sich in diesem Zusammenhang mit IO-Link-Ultraschallsensoren von ipf electronic und deren besonderen Vorteile in einer Vielzahl an Anwendungen.

2 GESCHICHTE DES ULTRASCHALLS

Die Geschichte über die Entwicklung von Ultraschall ist im Wesentlichen durch vier Personen geprägt.

Pierre Curie und sein Bruder Jacques erzeugten 1880 erstmals Ultraschall mit Hilfe des Piezo-Effekts in Kristallen. Dieser Effekt ist eine wichtige technische Grundlage für die Erzeugung und Messung von Ultraschall, aber nicht die Entdeckung des Ultraschalls selbst. Die beiden weiteren insbesondere für die Entwicklung des Ultraschalls wichtigen Personen stehen im Grunde im Zusammenhang mit einer Schiffskatastrophe: dem Untergang der Titanic im April 1912.

Da es zum Zeitpunkt des Unglücks noch keine Technologie gab, mit der man die Gefahr von Eisbergen auf hoher See rechtzeitig erkennen konnte, entwickelten unabhängig voneinander der englische Mathematiker Lewis Richardson und der deutsche Physiker Alexander Behm Anfang des 20. Jahrhunderts mit dem Sonar und Echolot auf Ultraschall basierende Systeme zur Abstandsmessung im Wasser.

3 ULTRASCHALLSENSOREN MIT SCHALTAUSGANG ODER ANALOGAUSGANG

Ultraschallsensoren von ipf electronic verfügen über einen Schaltausgang bzw. wahlweise über einen Schalt- oder Analogausgang. Bei Geräten mit analogem Ausgang wird ein Strom- bzw. Spannungssignal ausgegeben (bei Geräten mit IO-Link ist das Messsignal umschaltbar), das proportional zur gemessenen Laufzeit ist (**siehe Kapitel 4.1**). Bei Ultraschallsensoren mit Schaltausgang wird über ein Potenziometer oder durch eine Teach-In-Prozedur eine Schaltschwelle festgelegt. IO-Link-Geräte mit Schaltausgang bieten vor diesem Hintergrund ein noch höheres Maß an Flexibilität. Zu den besonderen Vorzügen der IO-Link-Ultraschallsensoren von ipf electronic mit Schalt- oder Analogausgang wird

noch in den **Kapiteln 5** und **6** genauer eingegangen.

Generell werden die Ultraschallsensoren von ipf electronic in den Bauformen M8 (Schalt- ausgang), M12, M18 und M30 (Schalt- oder Analogausgang) angeboten. Darüber hinaus existieren noch quaderförmige Bauformen mit Schalt- oder Analogausgang.

Die verschiedenen Bauformen und einige technische Details im Überblick:

BAUFORM	SCHALTAUSGANG	SCHALT- ODER ANALOGAUSGANG	ARBEITSBEREICH
M8	✓	—	20...100mm
M12	—	✓	0...150mm 20...200mm 40...400mm
M18	—	✓	80...800mm 150...1500mm
M30	—	✓	300...3000mm 600...6000mm
Quader	—	✓	20...200mm 40...400mm

4 EINTEILUNG VON ULTRASCHALLSENSOREN

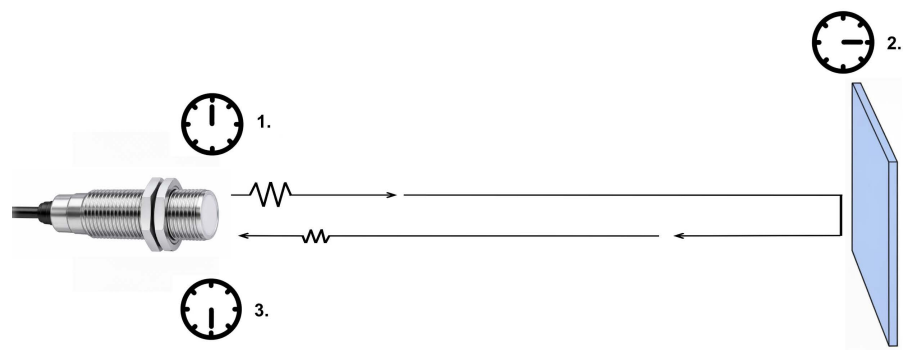
Gemäß ihrer Funktionsweise lassen sich Ultraschallsensoren in folgende Kategorien einteilen:

- / Ultraschalltaster
- / Ultraschallreflexschranken
- / Ultraschallschranken
- / Ultraschallgabeln

4.1 FUNKTIONSWEISE VON ULTRASCHALLTASTERN

Ultraschalltaster senden zyklisch einen kurzen, hochfrequenten Schallimpuls aus, der sich mit Schallgeschwindigkeit in der Luft ausbreitet. Trifft dieser Schallimpuls auf ein Objekt, wird er von dessen Oberfläche reflektiert und gelangt als Echo zurück zum Empfänger des Ultraschalltasters. Dabei übernimmt der im Gerät integrierte Schallwandler gleichzeitig die Funktion des Senders und Empfängers.

Aus der Zeit, die der Schallimpuls vom Aussenden bis zum Empfang des Echos benötigt, lässt sich die Entfernung eines Objektes zum Taster bestimmen. Dieses Prinzip wird auch Laufzeitmessung genannt.



Bestimmung der Entfernung eines Objektes zum Sensor über Laufzeitmessung. Funktionsweise eines Tasters: 1. Schallimpuls wird gesendet. 2. Schallimpuls wird vom Objekt reflektiert. 3. Das Echo des Schallimpulses wird empfangen.
(Alle Bilder: ipf electronic gmbh)

Tastende Systeme haben eine sogenannte Blind- oder Totzone, die sich in einem Bereich unmittelbar vor dem Gerät befindet. Die Ursache für diese Totzone liegt im Schallwandler, der einerseits zur Erzeugung des Schallimpulses dient und andererseits als Empfänger eines Objektechos herangezogen wird. Naturgemäß kann in der Zeit, in der der Wandler als Sender fungiert, kein Echosignal empfangen werden. Sehr nahe am Gerät positionierte Objekte, die sich gewissermaßen im Empfangsschatten des Sensors befinden, können daher nicht erfasst werden.

Allerdings kann es aufgrund der sehr hohen Signaldichte vor dem Gerät zu Mehrfachreflexionen zwischen Sensor und Objekt kommen, was unter Umständen doch zu einem Schaltsignal im Nahbereich führt. Aus diesen Gründen kann innerhalb der Blind- oder Totzone keine reproduzierbare Funktion des Gerätes gewährleistet werden. Diese Zone lässt sich im Tastbetrieb allerdings durch den Einsatz von Umlenkspiegeln bzw. Reflektoren in die Raumachse zwischen Sensor und Umlenkspiegel (Reflektor) verlegen, wodurch auch reproduzierbare Signale im Nahbereich möglich sind.

Eine ganze Reihe an äußeren Faktoren können die Funktionsweise von Ultraschallsensoren beeinflussen bzw. einschränken. Stellvertretend hierzu vier Beispiele:

So sind Abfragen mit tastenden Systemen auf heißen Objekten (z. B. beheizte Becken, heiße Bauteile) bedingt oder gar nicht möglich. Der Grund: Die Geschwindigkeit, mit der sich der Schall ausbreitet, ist von der Lufttemperatur abhängig. In der Konvektion über warme bzw. heiße Objekte bzw. Medien können somit nicht immer reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von Druckluftdüsen in unmittelbarer Nähe der Sensoren. Hier kann der Effekt entstehen, dass der starke Luftstrom der Düsen das Schallsignal ablenkt und somit die Abfrage von Objekten erschwert, wenn nicht gar unmöglich macht.

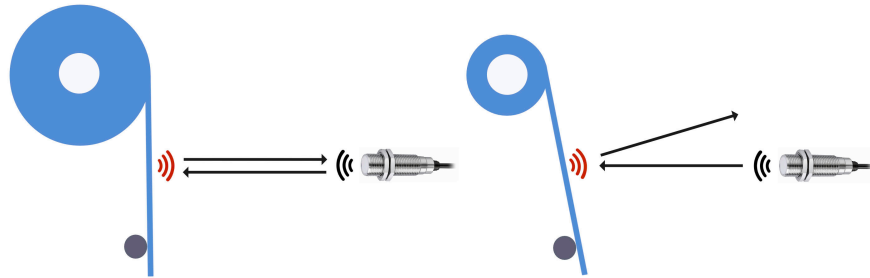
Der Einsatz in Behältern, die unter Druck stehen, ist nur bedingt möglich, da der Behälterdruck die Schwingung des Schallwandlers stark dämpft und damit den Sensor direkt beeinflusst.

Des Weiteren sind konventionelle Ultraschallsensoren auf die Verwendung in Luft ausgelegt. Applikationen mit abweichenden Medien (z. B. Stickstoff) sind gar nicht oder nur bedingt möglich, da die Geschwindigkeit der Schallausbreitung eine Medienabhängigkeit aufweist.

4.1.1 ULTRASCHALLTASTER MIT IO-LINK

Ultraschalltaster mit IO-Link von ipf electronic lassen sich von Tast- auf Reflexbetrieb umschalten, was in der Praxis zu einer Reihe an Vorteilen führt.

Für Ultraschallsensoren gilt das Reflexionsgesetz, also „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“. Unregelmäßige, strukturierte, runde oder schräg angestellte Objektflächen können daher bei Ultraschalltastern das Signalecho derart umlenken, dass es nicht auf das Gerät bzw. den Empfänger trifft.



Schräg angestellte Objekte wie hier eine Folie, deren Position zum Sensor sich beim Abrollen von einem Coil (rechts) verändert, können bei Tastern das Signalecho derart umlenken, dass es nicht auf den Empfänger trifft.

Taster mit IO-Link von ipf electronic sind indes einfach über die Schnittstelle vom Taster zur Reflexschranke umschaltbar (zur Funktionsweise von Ultraschallreflexschranken **siehe Kapitel 4.2**).

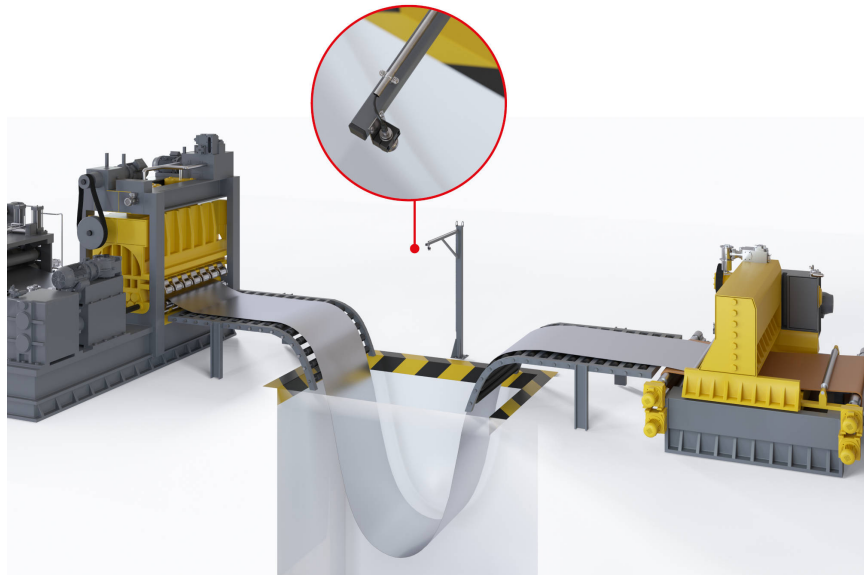
Somit bestehen vielfältige Möglichkeiten, den Ultraschalltaster auf einen Hintergrund als Reflektor (z. B. Maschinenteil, Blech, etc.) einzustellen, anstatt auf ein zu erfassendes Objekt. Alle Abweichungen vom Hintergrund (Objekt im Detektionsbereich) werden somit sicher erfasst und führen zu einem Signalwechsel des Schaltausgangs. Ultraschalltaster mit IO-Link haben zudem im Reflexbetrieb nicht die im **Kapitel 4.1** beschriebene Blind- oder Totzone.

Die Abbildungen unter dem nächsten Kapitel vermitteln einen Eindruck von den Einsatzpotenzialen von IO-Link-Ultraschalltastern von ipf electronic.

4.1.2 APPLIKATIONSBEISPIELE FÜR IO-LINK-ULTRASCHALLTASTER

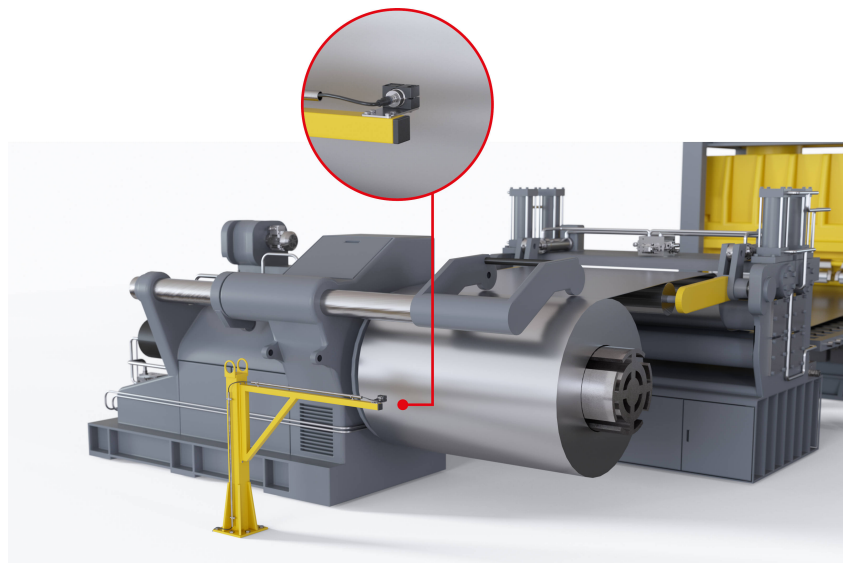
Nachfolgend drei konkrete Applikationen mit IO-Link-Ultraschalltastern.

Das erste Beispiel zeigt einen Taster mit Analogausgang für die Materialschlaufenregelung an einer Bandanlage für Metallbleche, die von einem Coil abgerollt werden.



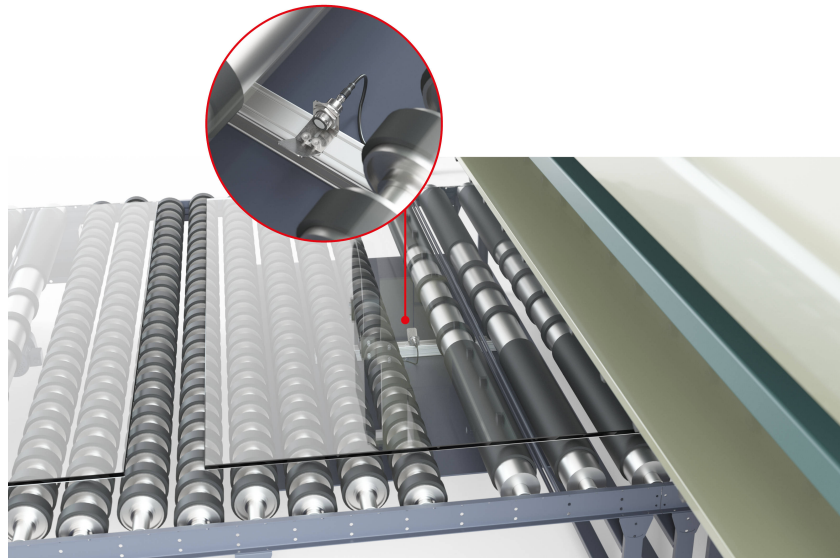
Ultraschalltaster zur Materialschlaufenregelung an einer Bandanlage.

In der zweiten Applikation wird ein Ultraschalltaster mit Analogausgang zur Durchmesserermittlung eines Stahlcoils an einer Haspel eingesetzt.



Ein Ultraschalltaster ermittelt den Durchmesser eines Coils an einer Haspel.

Im letzten Beispiel soll ein Ultraschalltaster mit Schaltausgang die Anwesenheit von Glasplatten in einer Beschichtungsanlage detektieren. Da unterhalb der Glasplatte nur wenig Einbauraum für den Sensor bestand, wurde zusätzlich ein Umlenkwinkel für das Ultraschallsignal eingesetzt.

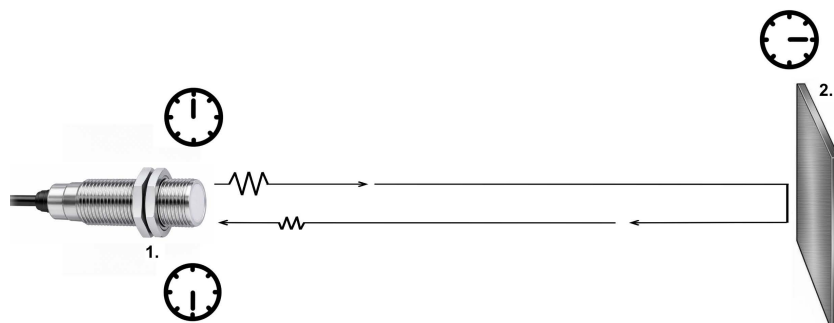


Ultraschalltaster mit Signalumlenkung zur Detektion von Glasplatten.

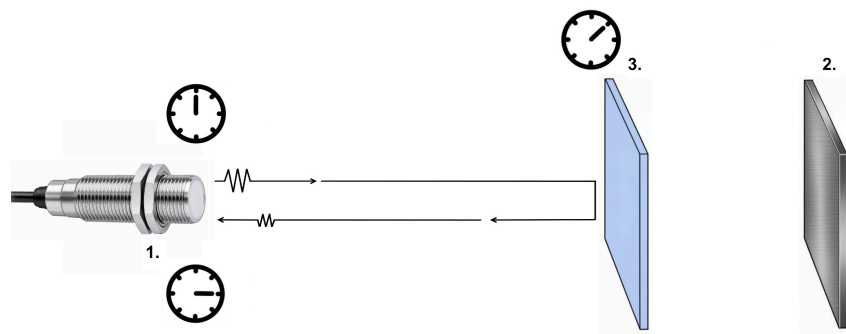
4.2 FUNKTIONSWEISE VON ULTRASCHALLREFLEXSCHRANKEN

Das Thema Ultraschallreflexschranken wurde im **Kapitel 4.1.1** schon ein wenig vorweggenommen. Ultraschallreflexschranken arbeiten mit einer sogenannten Referenzfläche (ein beliebiger schallreflektierender Gegenstand, zumeist ein Maschinenteil), die als ortsunveränderlicher Reflektor dient und sich innerhalb der Reichweite des Sensors befinden muss.

Der Sensor wird auf den Abstand zu diesem Reflektor eingestellt. Sobald sich ein Objekt zwischen Sensor und Reflektor befindet, ändert sich die Laufzeit des Schalls in Bezug auf das zuvor für den Reflektor definierte Schallsignal. Der Schaltausgang des Sensors wechselt daraufhin sein Signal. Dabei ist die Winkellage des Objektes und die daraus resultierende Schallreflexion irrelevant, d. h. selbst wenn der vom Objekt reflektierte Ultraschall das Gerät und damit den Empfänger gar nicht erreicht, resultiert daraus ein Schaltverhalten des Sensors, da es eine Abweichung zur Laufzeit des Schalls im Bezug auf den Reflektor gibt.



Ultraschallreflexschranke: 1. Sensor, 2. Reflektor



Ultraschallreflexschranke: 1. Sensor, 2. Reflektor, 3. Objekt

Da sich die IO-Link-Ultraschalltaster von ipf electronic wie im **Kapitel 4.1.1** beschrieben, einfach von Tast- auf Reflexbetrieb umschalten lassen, ersetzen diese Geräte konventionelle Ultraschallreflexschranken. Der Grund ist naheliegend, denn so kann ein einziger Ultraschalltaster die Funktionsweise von bisher zwei unterschiedlichen Sensortypen (Taster oder Reflexschranke) übernehmen. Anwender haben daher mit nur einem Gerät die freie Wahl zwischen zwei Betriebsarten.

4.2.1 APPLIKATIONSBEISPIELE FÜR IO-LINK-ULTRASCHALLTASTER IM REFLEXBETRIEB

Konventionelle Ultraschallreflexschranken haben in Gegensatz zu Ultraschalltastern keine Totzone. Das gilt auch für die IO-Link-Ultraschalltaster von ipf electronic im Reflexbetrieb. Somit lassen sich selbst Objekte detektieren, die den Erfassungsbereich sehr nahe am Sensor passieren. IO-Link-Ultraschalltaster empfehlen sich im Reflexbetrieb überdies für alle Anwendungen, in denen nicht so genau bekannt ist, an welcher Stelle ein Objekt in den Detektionsbereich des Sensors gelangt. Außerdem bietet der Reflexbetrieb Vorteile in vielen Applikationen, bei denen zylindrische Gegenstände oder Objekte erfasst werden müssen, die in ihrer Winkellage stark differieren. Nachfolgend einige konkrete Beispiele aus der Praxis.

In der ersten Applikation erfasst ein IO-Link-Ultraschalltaster im Reflexbetrieb unterschiedliche Pakete, die in nicht definierten Positionen auf einer Förderlinie transportiert werden. Als Gegenelement für den Ultraschallsensor wurde an der gegenüberliegenden Führungsschiene der Rollenbahn eine Metallplatte angebracht.



IO-Link-Ultraschalltaster im Reflexbetrieb zur Paketerfassung an einer Förderlinie.

Kompakte Ultraschalltaster im Reflexbetrieb sind zudem ideal für die Detektion von transparenten Objekten in schnelllaufenden Prozessen. Das zweite Beispiel aus der Getränkeindustrie bei der Detektion von Flaschen in einer Reinigungsanlage verdeutlicht den konkreten Einsatz eines quaderförmigen Gerätes. Als Reflektor wurde hier ein Metallwinkel vis-a-vis des Sensors angebracht.

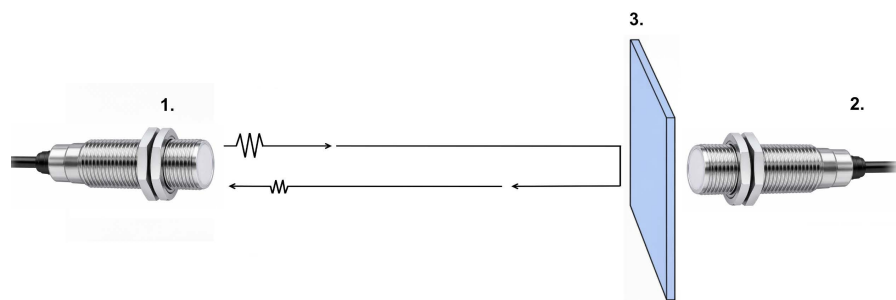


IO-Link-Ultraschalltaster (Reflexbetrieb) zur Detektion von Flaschen.

Wie in den Beispielen beschrieben, ist die Voraussetzung für den Einsatz von IO-Link-Ultraschalltastern im Reflexbetrieb eine Referenzfläche, die als Reflektor dient. Lässt sich eine solche Referenzfläche aus verschiedensten Gründen nicht realisieren oder sind sehr hohe Schaltfrequenzen gefragt, bietet sich der Einsatz von Ultraschallschranken an.

4.3 FUNKTIONSWEISE VON ULTRASCHALLSCHRANKEN

Als Einweg-Schrankensystem bestehen Ultraschallschranken aus einem Sender und Empfänger. Wird der Schallweg zwischen Sender und Empfänger durch ein Objekt unterbrochen, wechselt der Schaltausgang im Empfänger sein Signal.



Der Schaltausgang des Empfängers (2.) einer Ultraschallschranke wechselt sein Signal, sobald sich zwischen ihm und dem Sender (1.) ein Objekt (3.) befindet, das den Schallweg unterbricht.

Ultraschallschranken von ipf electronic werden aufgrund ihrer Schaltfrequenz von bis zu 150kHz und kurzen Ansprechzeiten (1ms) bevorzugt in Applikationen mit hohen Prozessgeschwindigkeiten genutzt, also meist dort, wo Objekte den Erfassungsbereich des Ultraschallsystems sehr schnell passieren.

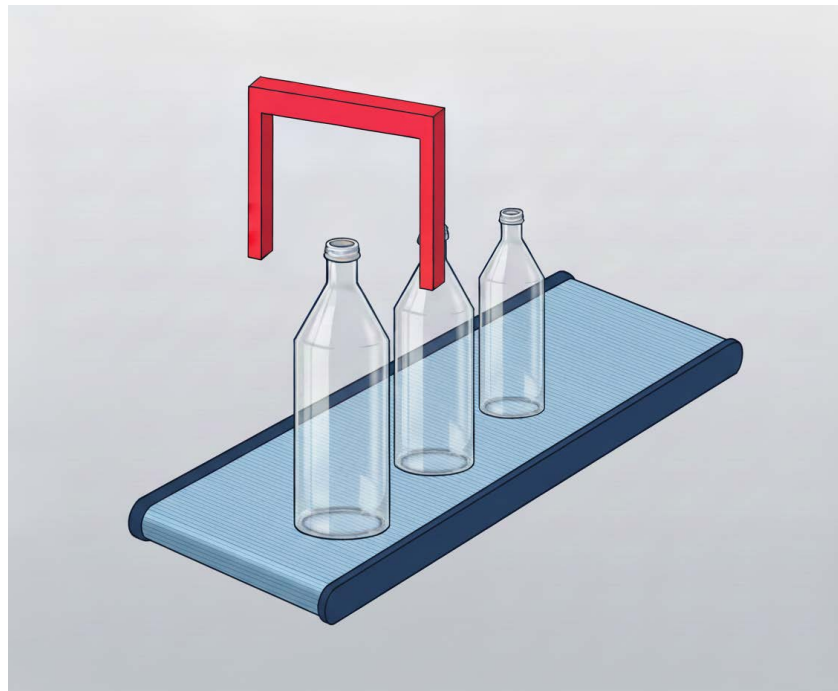
Darüber hinaus werden solche Systeme u.a. für die Detektion sehr dünner Materialien wie z. B. Folien eingesetzt. In derartigen oder ähnlichen Applikationen ist allerdings darauf zu achten, dass das Material zwischen Sender und Empfänger ausreichend gespannt ist,

wenn es in den Erfassungsbereich des Ultraschallsystems gelangt. Ist das nicht der Fall, kann das Schallsignal Schwingungen im dünnen Material erzeugen, wobei eine Folie das auf einer Seite auftreffende Signal quasi auf der anderen Seite wieder abgibt. Hierdurch erhält der Empfänger ein Signal, obwohl sich zwischen ihm und dem Sender die Folie befindet.

Neben den Ultraschallschranken vom Typ **UY210100** bietet ipf electronic die Ultraschallgabeln **UG800170** (Gabelweite 74mm) und **UGKB0170** (Gabelweite 114mm) an. Da sich bei Ultraschallgabeln Sender und Empfänger in einer Systemeinheit befinden, müssen sie nicht aufeinander ausgerichtet werden und sind somit in der Regel sehr schnell einsatzbereit.

Ultraschallgabeln eignen sich für alle Applikationen, in denen auch Ultraschallschranken einsetzbar sind.

In diesem Zusammenhang ergeben sich für solche Geräte vielfältige Einsatzgebiete insbesondere in der Getränkeindustrie, z. B. zur Erfassung transparenter Flaschen. Die Ultraschallgabeln werden hierbei bspw. so positioniert, dass der Flaschenhals durch den Erfassungsbereich von Sender und Empfänger läuft.



Ultraschallgabel zur Detektion transparenter Flaschen.

Ultraschallgabeln sind äußerst kompakt gebaut, wobei ipf electronic die Bauformen dieser Geräte bewusst an optische Gabellichtschranken angelehnt hat, um derartige Systeme bei Bedarf einfach durch Ultraschallgeräte austauschen zu können. Das kann in der Praxis z. B. erforderlich sein, wenn sich in einer Anwendung, in denen bislang optische Gabellichtschranken eingesetzt wurden, die Materialeigenschaften ändern oder Teile bzw. Objekte im Vergleich zu vorher transparenter werden. Hier lassen sich dann Gabellichtschranken sehr einfach und problemlos durch ein Ultraschallsystem ersetzen.

Sind die Geräte aus mechanischen Gründen, bspw. aufgrund der Öffnungsweiten der Gabeln, in einer Anwendung nicht einsetzbar, empfehlen sich als Alternative wiederum die oben bereits vorgestellten Ultraschallschranken von ipf electronic.



Ultraschallgabeln von ipf electronic: **UG800170** mit 74mm Gabelweite (oben) und **UGKB0170** mit 114mm Gabelweite (unten)

In den beiden nachfolgenden Kapiteln wird nochmals auf die IO-Link-Ultraschallsensoren von ipf electronic eingegangen und hierbei vor allem die besonderen Eigenschaften der Geräte mit Schalt- oder Analogausgang hervorgehoben.

5 IO-LINK-ULTRASCHALLSENSOREN MIT SCHALTAUSGANG - HÖHERE FLEXIBILITÄT BEIM TEACHEN

Für Ultraschallsensoren mit Schaltausgang und IO-Link-Schnittstelle stehen u.a. drei verschiedene Betriebsmodi zur Verfügung.

- / Fenster-Modus
- / 2-Punkt-Modus
- / Autoteach-Modus

Fenster-Modus (Bereichsüberwachung): In diesem Modus können im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors zwei Grenzwerte festgelegt werden, um ein Abstandsfenster zu definieren. Dieses Fenster ist dann der Bereich, der auf die Anwesenheit eines Objektes geprüft werden soll.

2-Punkt-Modus (Statisches Teachen): Über diesen Modus werden die Zustände „Objekt vorhanden“ und „Objekt nicht vorhanden“ am Sensor eingeteacht. Der Sensor setzt danach automatisch den korrekten Schalterpunkt für die Abfrage.

Autoteach-Modus (Dynamisches Teachen): Bei bewegten Objekten ist das dynamische Teachen der Sensoren mit Schaltausgang besonders hilfreich. Nach Aktivierung des Modus erfasst das Gerät automatisch die Zustände „Objekt vorhanden“ und „Objekt nicht vorhanden“ und generiert hieraus die Schaltschwelle.

Hierzu zwei Beispiele: Der Schaltausgang eines IO-Link-Ultraschallsensors wurde an einer Getränkeabfüllanlage durch dynamisches Teachen (Autoteach-Modus) automatisch auf die Zustände „Flasche vorhanden“ und „Flasche nicht vorhanden“ geteacht.

In einem Rütteltopf müssen über den Schaltausgang eines IO-Link-Ultraschallsensors die Zustände „Fördergut im Rütteltopf“ und „Fördergut fehlt im Rütteltopf“ erfasst werden. Im 2-Punkt-Modus setzt der Sensor hier ebenfalls automatisch die entsprechenden Schalterpunkte für die Abfrage.



Der Ultraschallsensor erfasst im Auto-Teach-Modus automatisch die Zustände „Flasche vorhanden“ und „Flasche nicht vorhanden“ (links). In einem Rütteltopf (rechts) werden über den 2-Punkt-Modus ebenfalls automatisch die Zustände „Fördergut im Rütteltopf“ und „Fördergut fehlt im Rütteltopf“ eingeteacht.

6 IO-LINK-ULTRASCHALLSENSOREN MIT ANALOGAUSGANG – NAHEZU UNBEGRENZTE FREIHEITEN

IO-Link-Ultraschallsensoren mit Analogausgang bieten eine Fülle an Flexibilität im Einsatz – selbst für ganz individuelle Applikationsanforderungen, angefangen mit der Wahl des Messsignals bis hin zu vielseitigen Optionen für den Teach-In-Eingang.

So liefern die Geräte in ihrer Standardeinstellung ein abstandsproportionales Analogsignal im Bereich 4...20mA, das sich dank IO-Link auch als Stromsignal im Bereich 0...20mA oder als Spannungssignal (0...10V) umschalten lässt. Anwender sind somit völlig offen bei der Wahl der für ihre Applikation geeigneten Messsignale.

Zusätzlich zum Analogausgang integrieren die Sensoren einen hochflexiblen Teach-Eingang, der weitaus mehr kann, als den Start- und Endpunkt eines Messbereichs zu definieren. So ist es möglich, dem Ausgang die Funktionen Schaltausgang, Synchronisationseingang oder Multiplexeingang zuzuweisen. Was bedeutet das konkret für die Praxis?

Teach-Eingang als Schaltausgang: Sämtliche Funktionen und Einstellungsoptionen können wie bei einem Gerät mit Schaltausgang genutzt werden. Überdies steht auch noch der Analogausgang für Messsignale zur Verfügung.

Teach-Eingang als Synchronisationseingang: Alle Sensoren erzeugen zur gleichen Zeit einen Schallimpuls und schalten danach auf Empfang. Sämtliche Geräte arbeiten somit im völligen Einklang miteinander. Das ist besonders empfehlenswert, wenn mehrere Sensoren nebeneinander betrieben werden, da so die Gefahr von gegenseitiger Beeinflussung bei benachbarten Geräten minimiert wird.

Teach-Eingang als Multiplexeingang: Nur jeweils ein Sensor erzeugt einen Schallimpuls und schaltet anschließend auf Empfang, um das Echo auszuwerten, bevor der nächste Sensor aktiv wird. In diesem Modus ist somit beim gleichzeitigen Einsatz mehrerer Geräte nebeneinander immer nur ein Sensor in Betrieb. Eine gegenseitige Beeinflussung der Sensoren ist somit nicht möglich.

Hierzu eine konkrete Applikation, die die Stärken der Geräte verdeutlicht.

In einer Abfüllstation werden IO-Link-Ultraschallsensoren zur Füllstandkontrolle eingesetzt. Die Sensoren können hier wahlweise im Synchronisations- oder Multiplexmodus arbeiten, je nachdem, welche Prioritäten der Anwender für die Abfrage setzt. Steht nur eine kurze Abfragezeit zur Verfügung, empfiehlt sich der Synchronisationsbetrieb, da hier alle Sensoren gleichzeitig arbeiten.

Ist indes eine sehr hohe Abfragesicherheit bei der Füllstandkontrolle gefordert, kann der Multiplexbetrieb gewählt werden, weil die Sensoren dann jeweils nacheinander arbeiten, sodass nur jeweils ein Sensor in Funktion ist und den exakten Füllstand des ihm zugewiesenen Behältnisses abfragt.



IO-Link-Ultraschallsensoren mit Analogausgang zur Füllstandkontrolle an einer Abfüllstation: In dieser Applikation können die Sensoren sowohl im Synchronisations- als auch Multiplexbetrieb arbeiten.

Doch nicht immer sind zwingend Ultraschallsensoren mit flexiblem Betriebsmodus gefragt, sondern vielmehr völlig andere Geräteeigenschaften, wie nachfolgendes Applikationsbeispiel zeigt.

7 APPLIKATIONSBERICHT: WINZLING FÜR SPEZIELLE AUFGABEN

In vielen Chemie- und Pharmazieunternehmen kommen häufiger Glasflaschen mit engen Öffnungen zum Einsatz. Eines dieser Unternehmen füllt an einer automatischen Dosierstation bestimmte Produkte in kleine Glasflaschen ab.

Die Flaschen werden hierzu zu einer Dosiereinheit transportiert und erhalten dort eine exakte Menge einer klaren, transparenten Flüssigkeit. Die Produktmenge pro Flasche muss absolut identisch sein. Daher soll jedes Behältnis auf den korrekten Füllstand hin geprüft werden. Außerdem ist an der Dosierstation vor dem Abfüllen die Anwesenheit einer Glasflasche zu überwachen.

Zunächst wurde eine abdeckungsproportional arbeitende Lichtschranke (Sender-/Empfängersystem) mit linienförmigem Lichtstrahl getestet, um den Füllstand seitlich durch die Glaswand der Flaschen abzufragen. Die darin enthaltene Flüssigkeit ermöglichte aufgrund ihrer hohen Transparenz jedoch keine ausreichende Bedämpfung des Sensorsystems und lieferte daher kein eindeutiges Signal. Zudem erschwerten Lichtbrechungen an der Glasflasche eine zuverlässige Füllstandkontrolle.

Als nächstes testete das Unternehmen einen Ultraschallsensor, der oberhalb der Flaschenöffnung positioniert wurde, die einen Durchmesser von lediglich 10mm hat. Auch das führte nicht zum Erfolg. Die Gründe: Die spezielle Funktionsweise von Ultraschallsensoren (**siehe Kapitel 4.1**) und in diesem Zusammenhang die Fläche des Schallwandlers und der Öffnungswinkel der vom Sensor erzeugten Schallkeule.

Da Standard-Ultraschalltaster in Abhängigkeit zur Baugröße über Schallwandler mit einer vergleichsweise großen Fläche verfügen, erfasste in dieser Applikation die Schallkeule aufgrund ihres großen Öffnungswinkels auch den Rand der engen Flaschenöffnung und zog diesen als erstes auswertbares Signal zur Abstands- und damit Füllstandmessung heran.

Die Ultraschallsensoren der Reihe **UT12** von ipf electronic haben lediglich einen Durchmesser von 12mm und sind sowohl mit Schaltausgang zur Positionsabfrage (**UT129520**) als auch mit Analogausgang (**UT129021**) z. B. für präzise Füllstandabfragen wie in dieser Applikation erhältlich.



Füllstandkontrolle und Positionsabfrage an einer Dosierstation mit Ultraschallsensoren der Reihe **UT12**.

In der Abfüllanlage wurde der **UT129021** mit einer am Sensorkopf befestigten Schalldüse zur Erfassung des Füllstandes unmittelbar hinter der Dosiereinheit montiert. Die Schalldüse fokussiert zusätzlich den Ultraschall und ermöglicht somit die Abfrage von Flüssigkeiten in Behältnissen mit sehr kleinen Öffnungen. An der Dosiereinheit selbst befindet sich außerdem ein **UT129520** mit digitalem Schaltausgang zur Anwesenheitskontrolle, um vor dem Abfüllprozess sicherzustellen, dass sich auch eine Flasche an der gewünschten Position befindet.

8 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Historisch basiert die technische Nutzung des Ultraschalls auf dem in Kristallen nachgewiesenen Piezo-Effekt, der eine Grundlage für die Erzeugung und Messung von Ultraschall bildet. Die eigentliche Entwicklung und praktische Anwendung von Ultraschall wurde mit der Erfindung von Sonar- und Echolotsystemen vorangetrieben. Doch bis zu den heutigen leistungsstarken Ultraschallsensoren war es ein weiter Weg.

ipf electronic zeigt mit einem breitgefächerten Angebot an Ultraschallsensoren mit Schaltausgang bzw. Schalt- oder Analogausgang und Arbeitsbereichen von 20mm bis 6.000mm, wie vielseitig und zuverlässig die Geräte im Tast- oder Reflexbetrieb bzw. als Ultraschallschranken oder Ultraschallgabeln sein können.

Insbesondere die IO-Link-fähigen Varianten von ipf electronic bieten vor diesem Hintergrund äußerst flexible und robuste Lösungen für eine Vielzahl industrieller Applikationen, von der Anwesenheitskontrolle, über Füllstandmessungen, die Durchmesserermittlung von Coils oder die Materialschlaufenregelung bis hin zur Detektion transparenter Medien und Objekte wie Glas oder dünne Folien. Die Kombination aus unterschiedlichen Bauformen, flexibel wählbaren Betriebsarten und zusätzlichen IO-Link-Funktionen wie bspw. vielseitige Optionen für den Teach-Eingang, freie Signalauswahl oder unterschiedliche Betriebsmodi, ermöglichen eine sehr präzise, appli-

kationsorientierte Anpassung der Geräte an sehr spezifische Prozessanforderungen. Letztendlich bieten sich Ultraschallsensoren mit oder ohne IO-Link-Schnittstelle von ipf electronic damit als attraktive Alternativen oder Ergänzungen zu anderen Sensorprinzipien wie z. B. optischen Systemen an.

© ipf electronic gmbh: 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.

ipf electronic gmbh
info@ipf.de •
www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: Mai 2026