

WHITEPAPER

SENSOREN ZUR DETEKTION
TRANSPARENTER OBJEKTE

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	3
2 Ultraschallsensoren	3
2.1 Ultraschallgabeln	3
2.2 Ultraschallschranken.....	4
2.3 Ultraschalltaster	4
2.4 Detektion sehr dünner, transparenter Materialien.....	5
2.5 Einsatz unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen	5
3 Optische Sensoren	5
3.1 Konventionelle Optosensoren und Transmissionsgrad	5
3.2 Leistungsstarke Lösung speziell für Transparenz.....	6
4 Zusammenfassung und Fazit	7

1 EINLEITUNG

In der Industrie gibt es eine Vielzahl an Applikationen und Prozessabläufe, in denen transparente Objekte bzw. Materialien erkannt werden müssen. Wie in allen anderen Einsatzbereichen, sollten auch hier die in Frage kommenden Sensorlösungen optimal auf die entsprechenden Aufgaben abgestimmt sein. Dennoch werden Anwender in diesem Zusammenhang in der Praxis immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt, die sich jedoch in den meisten Fällen mit einer optimal auf das jeweilige Einsatzgebiet ausgerichteten Sensortechnologie meistern lassen. Grundsätzlich wirft das aber zunächst die Frage auf, welcher Sensor bzw. welche Technologie sich generell für die Detektion spezifischer transparenter Objekte oder Materialien eignet und welche Vor- aber auch Nachteile mit dem Einsatz verschiedener Lösungen in konkreten Applikationen verbunden sein können.

ipf electronic verfügt über jahrzehntelange Erfahrungen auf diesem Gebiet und kann daher zum Thema dieses Whitepapers nicht nur mit einem breitgefächerten Sensorportfolio, sondern vor allem mit einem weitreichenden Expertenwissen beitragen, das vor allem auf konkreten Lösungen basiert, die für Kunden aus sehr unterschiedlichen Branchen realisiert wurden. Darüber hinaus ergänzt ipf electronic fortlaufend sein Angebot, wobei die jüngsten Entwicklungen eigens für die Erkennung transparenter Objekte/Materialien ausgelegt sind.

2 ULTRASCHALLSENSOREN

Ultraschallsensoren detektieren sämtliche Gegenstände und Materialien, die Schall reflektieren. Daher eignen sie sich auch zur Erkennung von transparenten Objekten. In der Regel empfehlen sich hierfür Ultraschallgabeln, Ultraschallschranken oder Ultraschalltaster.

2.1 ULTRASCHALLGABELN

Ultraschallgabeln bestehen als Einwegsysteme aus einem Sender und Empfänger. Wird der Schallweg zwischen Sender und Empfänger durch ein transparentes Objekt unterbrochen, wechselt der Schaltausgang im Empfänger sein Signal.

All-in-one-Lösungen wie die Ultraschallgabeln **UG800170** (Gabelweite 74mm) oder **UGKB0170** (Gabelweite 114mm) mit M8-Anschluss lassen sich besonders einfach in Applikationen integrieren, denn Sender und Empfänger müssen nicht eigens aufeinander ausgerichtet werden. Hierdurch ist die Montage der Geräte in den meisten Fällen unproblematisch. Ultraschallgabeln eignen sich ideal zur Detektion transparenter Bandmaterialien wie z. B. dünne Folien. Aufgrund der für Ultraschallsensoren als Einwegsysteme typischen Schaltfrequenz von 150Hz sowie einer Ansprechzeit von 1ms empfehlen sich solche Lösungen zudem für den Einsatz in relativ schnelllaufenden Prozessen, etwa in der Getränkeindustrie.



All-in-One-Lösung wie die Ultraschallgabeln UG800170 (links) oder UGKB0170 eignen sich besonders zur Detektion transparenter Bandmaterialien. (Alle Bilder: ipf electronic gmbh)

2.2 ULTRASCHALLSCHRANKEN

Lässt eine Applikation bspw. hinsichtlich des zur Verfügung stehenden Bauraums oder der konkreten Abfragesituation den Einsatz von Ultraschallgabeln aufgrund der vorgegebenen Gabeltiefen und -weiten nicht zu, bieten sich Alternativen wie die Ultraschallschranken **UY210100** von ipf electronic an. Diese Einwegsysteme bestehen ebenfalls aus einem Sender und Empfänger, die jedoch getrennt voneinander installiert werden und mit einer maximalen Reichweite von bis zu 300mm weitaus höhere Schaltabstände erlauben als Ultraschallgabeln mit vorgegebenen Gabelweiten. Die weiteren technischen Eigenschaften der Ultraschallschranken von ipf electronic sind ansonsten mit den beschriebenen Ultraschallgabeln vergleichbar: eine hohe Schallintensität durch einen integrierten Verstärker, eine hohe Schaltfrequenz von 150kHz sowie eine kurze Ansprechzeit von 1ms. Die Ultraschallschranken und -gabeln in Schutzklasse IP67 eignen sich für den Einsatz in einem Temperaturbereich von -15° C bis +60° C.



Sender und Empfänger der Ultraschallschranken UY210100 werden getrennt voneinander installiert und ermöglichen Reichweiten von bis zu 300mm.

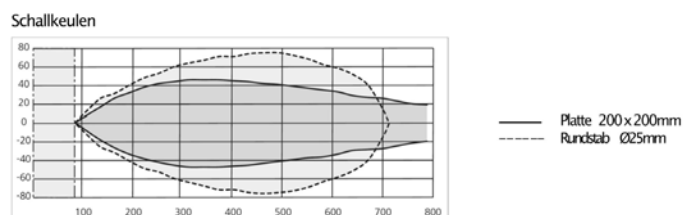
2.3 ULTRASCHALLTASTER

Sind noch höhere Reichweiten und zusätzliche Herausforderungen bei der Detektion von transparenten Objekten zu bewältigen, dann kann ein Ultraschalltaster wie der **UT189520** in Bauform M18 mit M12-Anschlussstecker möglicherweise eine Lösung sein. Die Taster mit einem Arbeitsbereich von 80 bis 800mm gehören zu den jüngeren Entwicklungen im Bereich Ultraschallsensoren und überzeugen vor allem durch ein hohes Maß an Einsatzflexibilität. So ermöglichen die Sensoren bspw. allein drei verschiedene, per Teach-in einstellbare Betriebsmodi.

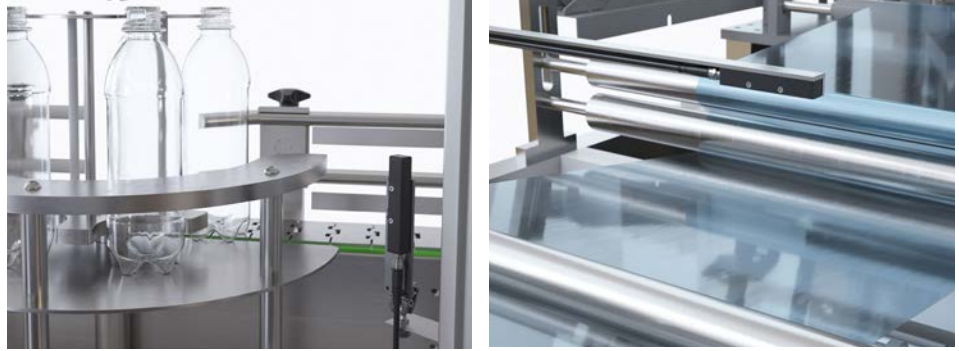
Einen weiteren Vorteil bietet die integrierte IO-Link-Schnittstelle, mit der sich die Ultraschalltaster sehr einfach zur Reflexschranke umschalten lassen. Bei konventionellen Ultraschallsensoren, die nur die Betriebsart als Taster erlauben, können unregelmäßige, runde oder schräge Oberflächen der zu detektierenden Objekte das Signalecho derart umlenken, dass es nicht auf den Empfänger trifft. Eine zuverlässige Detektion ist somit nicht in jedem Fall sichergestellt. Im Reflexbetrieb kann ein **UT189520** jedoch auf vielfältige Weise auf einen Hintergrund anstatt auf ein zu erfassendes Objekt eingestellt werden. Transparente Gegenstände im Erfassungsbereich werden daher unabhängig von ihrer Oberfläche oder Geometrie sicher als Abweichungen vom Hintergrund erkannt und somit eindeutig detektiert.



Ultraschalltaster wie der UT189520 lassen sich via IO-Link einfach zur Reflexschranke umschalten und daher auf einen Hintergrund anstatt auf ein Objekt einstellen, um bspw. transparente Objekte mit unregelmäßigen, runden oder schrägen Oberflächen sicher detektieren zu können.



Ultraschallkeulen eines UT189520. Die Reichweite des Ultraschalltasters hängt maßgeblich von der Form des zu detektierenden Objektes ab.



Ultraschalltaster im Einsatz: Detektion transparenter PET-Flaschen (links) und bei der Abrisskontrolle einer Folie.

2.4 DETEKTION SEHR DÜNNER, TRANSPARENTER MATERIALIEN

Beim Einsatz von Ultraschallschranken können sehr dünne, transparente Materialien, die über eine gewisse Eigenschwingung verfügen, mitunter ein ganz spezielles Problem aufwerfen. Ein gutes Beispiel hierzu liefert die Detektion durchsichtiger Folien. Hierbei sollte unbedingt auf eine ausreichende Spannung des Materials zwischen Sender und Empfänger geachtet werden. Andernfalls kann der Schallimpuls des Senders über die Luftmoleküle auch die zu detektierende Folie in Schwingung versetzen. Ähnlich einer Lautsprechermembran, erzeugt die schwingende Folie ein Schallsignal, das den Empfänger erreicht. Da hierdurch der Signalverlauf zwischen Sender und Empfänger nicht unterbrochen wird, schaltet der Empfänger nicht. Das Ergebnis: Die Folie wird nicht erkannt.

2.5 EINSATZ UNTER ANSPRUCHSVOLLEN UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Einen eindeutigen Vorteil bspw. gegenüber herkömmlichen optischen Systemen, wie sie in Kapitel 3.1 beschrieben werden, bieten Ultraschallsensoren in Applikationen mit anspruchsvollen Umgebungsbedingungen. Ultraschallsensoren sind generell unempfindlich gegenüber Verschmutzungen und können daher auch dort eingesetzt werden, wo eine gewisse Schmutz- oder Staubbelastung vorherrscht. Selbst feuchte Umgebungen beeinträchtigen die Funktionsweise der Geräte zumeist nicht. Bei der Montage von Ultraschallsensoren sollte aber auf Einbaulagen geachtet werden, die Ablagerungen auf der Sensorfläche bzw. dem Schallwandler nicht begünstigen können.

3 OPTISCHE SENSOREN

Optische Systeme, genauer mit Rot- oder Infrarotlicht arbeitende Optosensoren bieten in Form von Reflex-Lichtschraken eine weitere Möglichkeit zur Detektion transparenter Objekte. Allerdings haben solche Geräte in der Praxis ebenfalls ihre Tücken.

3.1 KONVENTIONELLE OPTOSENSOREN UND TRANSMISSIONSGRAD

Konventionelle Optosensoren werden nach dem 2-Punkt-Verfahren eingeteacht. Das Teachen erfolgt somit zunächst ohne Objekt zwischen Reflektor und Sensor und anschließend mit einem zu erfassenden Gegenstand in der Lichtschrake, damit der Sensor aus den hieraus resultierenden Grenzwerten automatisch eine Schaltschwelle ermitteln kann. Der Einsatz derartiger Lösungen wird in der Praxis jedoch durch den sogenannten Transmissionsgrad von transparenten Objekten für sichtbare Strahlung erschwert. Komplet transparentes Glas hat bspw. einen hohen Transmissionsgrad und somit eine hohe optische Durchlässigkeit für Licht im sichtbaren Bereich.

Auch Rot- oder Infrarotlicht kann ein transparentes Objekt durchdringen, je nach Transmissionsgrad des Materials bis annähernd zu 100 Prozent. Da hierdurch nahezu keine optische Bedämpfung einer herkömmlichen Reflex-Lichtschrake erfolgt, muss zur Detektion eine extrem niedrige Schaltschwelle gewählt werden, die sich nahe in dem Bereich

ohne Objekt innerhalb der Lichtschranke bewegt. Weil das in der Praxis mitunter zu Fehlfunktionen führt, werden zumeist hochempfindliche Reflex-Lichtschranken eingesetzt, die auf kleinste Bedämpfungen des optischen Systems reagieren.

Was einerseits erwünscht ist, kann andererseits von Nachteil sein, denn solche Geräte sind auch sehr empfindlich gegenüber Verschmutzungen. Je nach ermittelter Schwellenwert kann daher ein optischer Sensor selbst bei geringsten Verschmutzungen, z. B. bei einem für das bloße Auge kaum erkennbaren Staubfilm auf dem Sender bzw. Reflektor, bedämpft werden und somit schalten, obwohl sich kein Objekt im Detektionsbereich der Lichtschranke befindet. Der Betrieb von hochempfindlichen optischen Sensoren zur Erfassung transparenter Objekte ist unter den beschriebenen Umgebungsbedingungen somit möglicherweise mit Aufwand verbunden, weil entweder die Sendeoptik bzw. der Reflektor regelmäßig auf Verschmutzungen kontrolliert werden muss, oder aber die entsprechenden Komponenten zu reinigen sind, wenn offenkundig eine Fehlfunktion des Gerätes aufgrund von Schmutzablagerungen vorliegt.

3.2 LEISTUNGSSTARKE LÖSUNG SPEZIELL FÜR TRANSPARENZ

Entwicklungen wie der optische Sensor **ON450522** von ipf electronic können indes die Herausforderungen bewältigen, die mit herkömmlichen Reflex-Lichtschranken bei der Erfassung transparenter Objekte auftreten, denn das Gerät mit IO-Link-Schnittstelle wurde eigens für diese Aufgabe entwickelt.

Der Sensor funktioniert wie eine Reflex-Lichtschranke, benötigt aber dennoch keinen Reflektor. Das getaktete, punktförmige Rotlicht des Sendeelementes (Wellenlänge 630nm) wird stattdessen auf eine beliebige Referenzfläche eingestellt, die in der Lage sein muss, das Rotlicht in ausreichendem Maße zu reflektieren.



Der ON450522 benötigt keinen Reflektor, da das getaktete, punktförmige Rotlicht des Sendeelementes auf eine beliebige Referenzfläche, wie hier auf eine Transportkiste, eingestellt werden kann.

Die Empfindlichkeit des **ON450522** lässt sich je nach Transparenz und Beschaffenheit des zu detektierenden Objektes bzw. Materials einfach per Teach-in einstellen, wobei insgesamt drei Empfindlichkeitslevel zur Auswahl stehen:

- / Dämpfung ca. 10% - Erfassung von klaren Folien, PET-Flaschen oder Klarglas
- / Dämpfung ca. 20% - Erfassung von Klarglasflaschen, mehrlagigen Folien, etc.
- / Dämpfung ca. 30% - Erfassung von Farbglas, wenig transparenten Flaschen oder opaken (lichtundurchlässigen) Objekten

Zu den herausragenden Eigenschaften des Gerätes gehören eine hohe Schaltfrequenz 2kHz in Kombination mit einer sehr kurzen Ansprechzeit $\leq 0,25\text{ms}$ und eine hohe Reichweite bis 1000mm (Abstand zwischen Sensor und Referenzfläche).



Tast-Reflexschranke ON450522 mit herausragenden Eigenschaften: Schaltfrequenz 2kHz, Ansprechzeit $\leq 0,25\text{ms}$ und Reichweite bis 1000mm.

Die Tast-Reflexschranke ist daher ideal für den Einsatz in extrem schnelllaufenden Prozessen sowie vielfältigen anderen Applikationen, in der sehr unterschiedlich hohe Anforderungen an die äußerst zuverlässige Erfassung transparenter Objekte gestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist die IO-Link-Schnittstelle, z. B. im Hinblick auf eine flexible Parametrierung. So ermöglicht es der Sensor bspw., ein Förderband als Referenzfläche zu nutzen und dieses über die Parametereinstellungen als Hintergrund auszublenden, damit auf dem Band transportierte transparente Objekte sicher detektiert werden. Aufgrund der internen Signalverarbeitung kann der **ON450522** außerdem einen gewissen Grad an Verschmutzungen der Optiken kompensieren. Der Sensor in IP67 ist überdies für einen Einsatztemperaturbereich von -25°C bis $+60^\circ\text{C}$ ausgelegt.

4 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Auswahl eines geeigneten Sensors zur Erkennung von transparenten Objekten ist nicht immer leicht, da die Anforderungen und auch Betriebsbedingungen für die potenziellen Lösungen in jeder Applikation unterschiedlich sind. In einem ersten Schritt können aber einige grundlegende Fragestellungen eine Orientierung und somit Hilfestellung geben:

- / Was soll detektiert werden?
- / Welche Umgebungsbedingungen sind in einer Applikation anzutreffen?
- / Wie groß sind die zu erfassenden Objekte?
- / In welcher Entfernung zur potenziellen Sensorlösung befinden sich diese Objekte?
- / Wie ist die Lage bzw. Position der zu erfassenden Objekte zum Sensor?
- / Gibt es weitere entscheidende Faktoren wie z. B. spezielle Einbausituationen, die bei der Auswahl eines Sensors berücksichtigt werden müssen?

Wie auch immer die Aufgabenstellungen sein mögen, mit der richtigen Technologie am richtigen Ort lassen sich zumeist selbst schwierige Situationen meistern und somit die damit möglicherweise verbundenen Probleme lösen. ipf electronic bietet hierfür nicht nur sehr unterschiedliche Lösungen, sondern auch wertvolle Applikationserfahrungen aus verschiedensten Branchen.

© 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: August 2022