

# Messen mit Ultraschall

Einführung und Produktübersicht

*Ultrasonic measuring*

*Introduction and product overview*

# Messen mit Ultraschall

## Ultraschall

Fledermäuse sind die bekanntesten Tiere, die das Ultraschall-Prinzip für die Orientierung einsetzen. Sie stoßen dabei hochfrequente Laute aus und verwerten die von Gegenständen reflektierten Echos um die Lage und Entfernung der Gegenstände zu erkennen.

Dieses Verfahren läßt sich auch in der industriellen Meßtechnik einsetzen. Die von PIL entwickelten Sensoren basieren auf der Laufzeitmessung des Ultraschalls in Luft und dienen der automatisierten Positions- und Abstandsbestimmung von Objekten.

Mit anderen Verfahren arbeitende Näherungsschalter, Sensoren und Lichtschranken sind zwar in der Lage, Gegenstände in festen Entfernungsbereichen zu erkennen, ihre Funktion hängt aber stark von der Oberflächenbeschaffenheit der Zielobjekte ab. Sie können im allgemeinen keine Informationen über die genaue Position oder die Änderung der Position eines Objektes liefern.

Die Ultraschall-Abstandssensoren von PIL wurden entwickelt, um diese begrenzten Einsatzmöglichkeiten zu überwinden. Auch weitergehende Anforderungen in der Abstandsmessung können abgedeckt werden.

# Ultrasonic measuring

## Ultrasonic

*Bats are the best known animals using the ultrasonic principle for finding their way. They emit high frequency sounds and use the echoes reflected by objects to recognise their position and distance.*

*This procedure can also be used in industrial measurement technology. PIL sensors are operating with the time of flight measurement principle of ultrasonic pulses. They are used to determine the positions and distances of objects in automatic processes.*

*Proximity switches, capacitive and photoelectric sensors are capable to detect objects within fixed distances. However these measurements are depending on surface structure, colour and material of the objects.*

*The ultrasonic proximity sensors from PIL have been developed to overcome such restrictions in the range of applications. Also the majority of requirements for measuring distance can be met.*

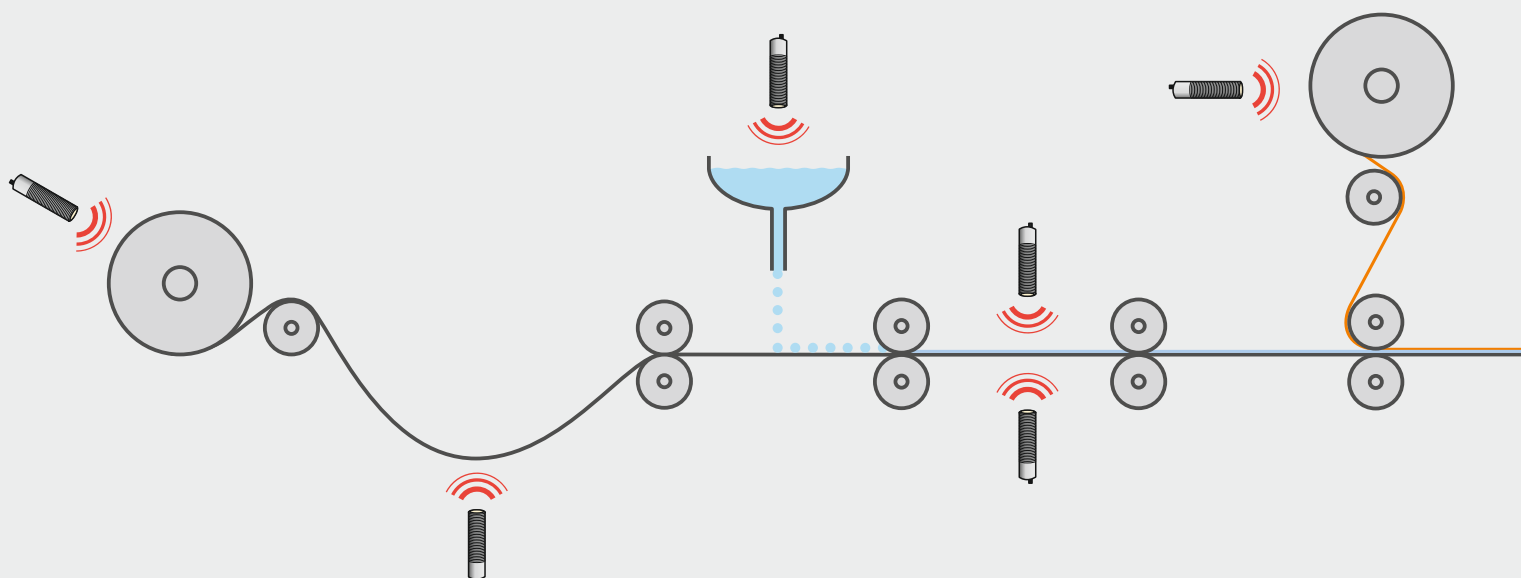
# Funktionsweise

Die Sensoren arbeiten mit einem Ultraschallwandler zum Senden und Empfangen. In einem bestimmten Takt werden speziell kodierte Ultraschallsignale gesendet. Nach der Reflexion am zu messenden Zielobjekt werden die Signale vom Sensor empfangen und dekodiert. Die ermittelte Signallaufzeit wird temperaturkompensiert und in eine Abstandsinformation umgewandelt.

## Einsatzgebiete

PIL-Ultraschallsensoren eignen sich für ein breites Spektrum unterschiedlicher Aufgaben. Folgende Aufstellung beschreibt dies beispielhaft:

- **Abstandsmessung** von bewegten Maschinenteilen und anderen Produkten
- **Erfassung von bewegten Objekten** aus allen Materialien, auch Glas
- **Anwesenheitskontrolle** von Gegenständen und Menschen
- **Zählen von Objekten** unterschiedlicher Form
- **Vollständigkeitskontrolle** von Objekten in Gebinden (Flaschen im Kasten)
- **Füllstandsmessung** von Schüttgütern und Flüssigkeiten in Behältern und Silos
- **Auf- und Abwicklungssteuerung** von Rollen in der Papier-, Folien- und Textilindustrie
- **Durchhangmessung** zur Regelung der Materialspannung im mehrstufigen Arbeitsprozeß
- **Sortiersteuerung** durch Höhenprofilmessung von Packstücken auf Förderbändern
- **Positioniersteuerung** durch Messen von Stapelhöhen und Überständen an Beladevorrichtungen
- **Überwachung** von Bereichen, die nicht zugänglich sein sollen
- **Kollisionsschutz** bei frei beweglichen Fördereinrichtungen



# Method of operation

The sensors are using an ultrasonic transducer to send and receive sound waves. Specially coded ultrasonic signals are transmitted in a set pattern. After being reflected from the object to be measured, the signals are received by the sensor and decoded. The recorded time of flight is temperature compensated and converted to distance data.

# Areas of use

PIL ultrasonic sensors are suitable for a wide range of different tasks. The following list describes some examples:

- Distance measurement of machinery parts and other products in motion
- Detection of moving objects made from all types of material including glass
- Presence detection of objects and people
- Counting objects of various shapes
- Completeness check in containers (bottles in cartons)
- Level measurement of bulk storage and liquids in silos and tanks
- Winding and unwinding control of coils in the paper, foil and textile industries
- Wep tension or loop control
- Sorting control by measuring the height profile of packing items on conveyor belts
- Position control by measuring the stacking height and projections on loading machines
- Surveillance of inaccessible areas
- Collision avoidance in the case of self-controlled transport vehicles

# Produktserien

Mit den Produktserien P42, P44 und P47 entwickelte PIL ein umfangreiches Programm von berührungslosen Abstandssensoren, jeweils optimiert für die verschiedensten Anwendungen.

Das eingesetzte Know-how spiegelt sich in mehreren Patenten auf maßgebende Techniken bei Ultraschallsensoren.

PIL-Ultraschallsensoren zeichnen sich deshalb besonders aus durch:

- hohe Auflösung
- optimale Präzision
- große Sensierweite
- geringe Mindestabstände
- große Reichweite
- hohe Schutzart IP 67

Die Sensoren gewährleisten durch hohe Trägerfrequenzen sowie modernste Signalverarbeitung einen störungsfreien und genauen Betrieb.

Zur Weitergabe an einen Prozeßrechner dienen analoge, digitale oder schaltende Norm-Ausgänge oder RS232- und RS485-Schnittstellen.

Über Synchronisations-Einrichtungen können mehrere Sensoren gleichzeitig eingesetzt werden, wodurch die Abtastung von Strukturen mit Sensor Arrays ermöglicht wird.

# Product series

PIL has developed with its product series P42, P44 and P47 an extensive range of non-contact proximity sensors in every case optimised for the most varied applications.

The know-how used is reflected in several patents with leading technology for ultrasonic sensors.

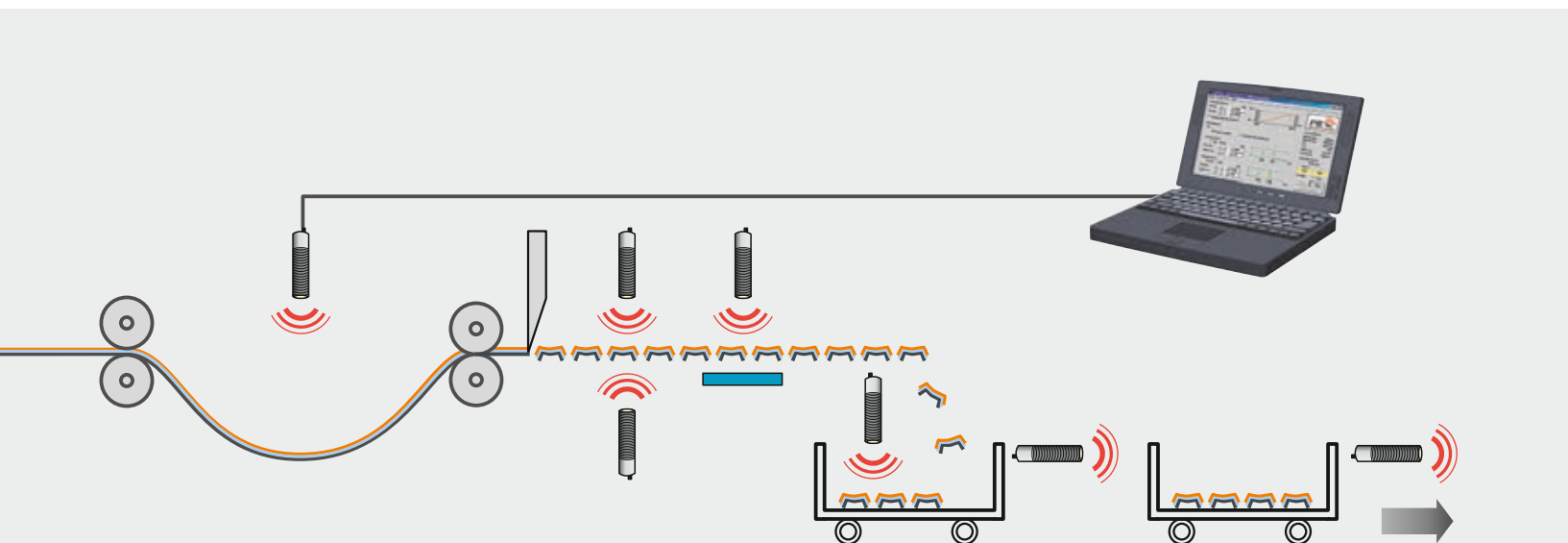
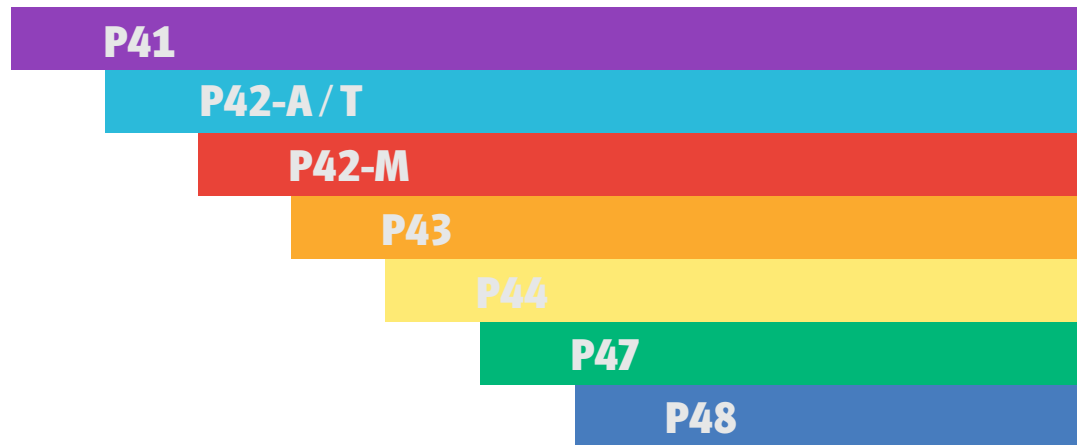
PIL ultrasonic sensors therefore have these extraordinary features:

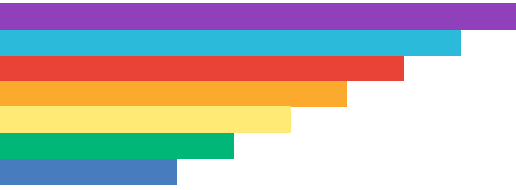
- High resolution
- Optimum precision
- Long detection range
- Very short minimum distance
- Long range
- Sealing IP 67

The sensors are reliable and precise in operation through the use of high frequencies as well as modernst signal treating.

Analogue, digital standard switching outputs or RS232- and RS485-interfaces allow further connection to a PC.

Several sensors can be used at the same time via synchronising devices as a result of which it is possible to scan structures with sensor arrays.





## Produktserie P41

Produktserie P41 mit Teach-In Taster und analogem oder 2 schaltenden Ausgängen.

*Product series P41 with Teach-In button and analogue or 2 switching outputs.*



## Produktserie P42

Produktserie P42 besteht aus ein- und zweiteiligen Sensoren. Sie können durch Programmierung der Parameter über genormte Schnittstellen an unterschiedliche Aufgaben angepaßt werden.

*Product series P42 consists of one and two piece sensors. They can be suited to various tasks by programming the parameters via standard interfaces.*



## Produktserie P43

Teach-In über Kabel analog oder mit 2 schaltenden Ausgängen.

*Teach-In by wire analogue or 2 switching outputs.*



## Produktserie P43

Sensoren mit kurzem Messabstand.

*Sensors for short distances.*

# Technologieparameter

## Meßobjekte

Fast alle Materialien und Gegenstände reflektieren Schall und können somit erfaßt werden. Selbst schalldämmende Stoffe wie Watte oder Schaumgummi lassen sich, mit Einschränkungen in der Reichweite, erfassen. Die Meßobjekte können fest, flüssig oder pulverförmig sein.

Die Fähigkeit dieser Sensoren, auch durchsichtige Objekte zu erfassen, ist von besonderer Bedeutung.

## Maximaler Meßabstand

Der maximale Meßabstand zum Meßobjekt hängt von seiner Reflexionseigenschaft ab. Diese wird durch Größe, Material und Oberflächenstruktur bestimmt. Die Objekte dürfen von beliebiger Form und Farbe sein, solange ein ausreichendes Echo zum Sensor reflektiert wird. Auch sehr kleine Objekte, wie Drähte von 0,2 mm Durchmesser, können erfaßt werden. Vom Ideal abweichende Objekte verringern jedoch die maximale Reichweite und teilweise auch die Stabilität der Meßwerte.

## Schallkeule

Der Öffnungswinkel der Schallkeule von  $\sim 8$  Grad gibt die 3 dB-Grenzen an. Im Nahbereich können auch außerhalb dieser Grenzen Objekte erkannt werden. Beim maximalen Abstand muß das Objekt rechtwinklig zur Schallachse liegen.

## Meßbereich

Der Meßbereich ist durch die maximale Reichweite und den minimalen Meßabstand definiert.

## Meßrate

Erst wenn der Echoimpuls den Ultraschallwandler wieder erreicht hat und dieser abgeklungen ist, kann ein neuer Sendepuls gesendet werden. Daher haben Ultraschallsensoren mit großen Meßabständen kleine Meßraten und Ultraschallsensoren mit kleinen Meßabständen große Meßraten.



## Produktserie P44

Produktserie P44 mit Teach-In Taster und analogem oder 2 schaltenden Ausgängen.

*Product series P44 with Teach-In button and analogue or 2 switching outputs.*

# Technological parameters

## Mindestabstand, Blindzone

Die Ultraschallsensoren verwenden einen Wandler zum Senden und Empfangen des Ultraschallpulses. Da dieser natürlich nicht gleichzeitig senden und empfangen kann, ergibt sich eine Zone vor dem Sensor, in der die Position eines Objekts nicht bestimmt werden kann.

## Reichweite

Der maximale Meßabstand ist die Entfernung, in der noch ein ausreichendes Echo vom Wandler empfangen wird.

## Umwelteinflüsse

Umwelteinflüsse wie Feuchte, Staub und Rauch beeinträchtigen die Meßgenauigkeit nicht.

Die Sensoren sind zur Anwendung in atmosphärischer Luft konzipiert. Der Betrieb in anderen Gasen, z.B. Kohlenmonoxyd, kann durch die abweichende spezifische Schallgeschwindigkeit und Dämpfung Meßfehler bewirken. Auch Flüssigkeiten, die Lösungsmittel ausdampfen, können den Sensor in seiner Funktionsfähigkeit beeinflussen.

Alle PIL Ultraschallsensoren arbeiten mit einer Temperaturkompensation um Änderungen der Schallgeschwindigkeit durch Temperaturschwankungen auszugleichen.

Starke Luftbewegungen und Turbulenzen führen zu Instabilitäten in der Messung. Strömungsgeschwindigkeiten bis zu einigen m/s werden jedoch problemlos verkraftet, so daß auch Anwendungen im Freien nichts entgegensteht.

## Einbauhinweise

Die Ultraschallsensoren dürfen in jeder beliebigen Lage eingebaut werden, sofern Ablagerungen auf der schallaktiven Fläche vermieden werden.

Die Ultraschallkeule läßt sich durch Reflektoren auch umlenken, jedoch zu Lasten der maximalen Reichweite. Eine Bündelung der Schallkeule ist mit einem fokussierenden Reflektor möglich.

## Objects to be measured

*Almost all sound reflecting materials can be detected. Even sound absorbing materials such as wadding or rubber foam can be detected with reduction of the maximum sensing range. Detection is independent of the form of the object, it can be solid, liquid or even powder.*

*Important is also the possibility to detect transparent objects with ultrasonic sensors.*

## Maximum sensing range

*Maximum sensing range is determined by the amount of ultrasonic sound reflected from the object. This is depending of size, surface structure and orientation to the beam axis. Even very small objects such as wires with 0.2 mm diameter can be measured. Any objects deviating from the ideal flat vertical target however are reducing the maximum distance and stability of the measurement.*

## Sonic beam

*The width of the sonic beam of  $\sim 8^\circ$  indicates the 3 dB limits. In close proximity objects can also be recognised outside these limits. In the case of maximum distance the object must lie at right angles to the sonic beam.*

## Measurement range

*The measurement range is defined by the maximum and the minimum measurement distance. In close proximity the transit time of the sound pulse cannot be clearly measured.*

## Measurement rate

*Only when the pulse echo has again reached the ultrasonic transducer and after this has decayed can a new pulse be transmitted. Therefore ultrasonic sensors with large measurement distances have low measurement rates and ultrasonic sensors with small measurement distances high measurement rates.*

## Minimum distance, blind zone

*Ultrasonic sensors are using a single transducer for transmitting and receiving of the ultrasonic pulse. Because the transducer cannot carry out both processes simultaneously, a zone in front of the sensor is created, in which the position of a target cannot be determined.*

## Sensing distance

*The maximum is the distance in which a sufficient echo can be received by the transducer.*

## Environmental influences

*Environmental influences such as humidity, dust and smoke do not affect the precision of measurement.*

*The sensors are designed to be used in atmospheric air. Operation in other gases e.g. carbon monoxide can result in measurement errors because of the deviating sound velocity and absorption. Also liquids from which solvents evaporate can influence the sensor in its ability to function.*

*All PIL ultrasonic sensors work with temperature compensation to balance out any changes in sound velocity as a result of temperature fluctuation.*

*Strong air movement and turbulence lead to instability in the measurement. Air stream speeds up to several m/s can nevertheless be handled so that nothing prevents use even in the open air.*

## Method of installation

*The ultrasonic sensors can be fitted in any desired position as long as deposits on the active sound surface are prevented.*

*The ultrasonic beam can also be re-directed by reflectors but to the detriment of the maximum distance. Concentration of the sound beam is possible with a focusing reflector.*



## Produktserie P47

Basis Serie mit fester analoger Kennlinie oder einem Schaltausgang.

*Basic series with fix analogue or one switching output.*



## Produktserie P48

Kleine schnell schaltende Schranken.

*Small fast switching thru-scan devices.*

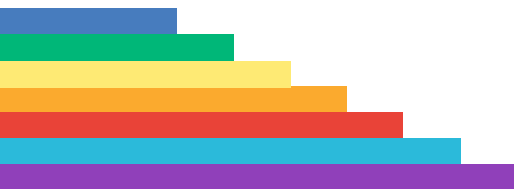




## Übersicht Technische D

### Technical data overview

Serie		P41	
Series			
Einstellung Setting		Teach-In Teach-In	
Gehäuse Housing		Quaderförmig Rectangular housing	
Ausgangscharakteristik		analog	schaltend
Output Characteristics		analogue	switching
Reichweite Sensing distance	mm	3500/2000/800/500/400	
Blindzone Blind zone	mm	300/200/100/60/30	
Schallkegelöffnung Beam angle	°	-8	
Wiederholgenauigkeit Repeatability	%	0.2	
Analogausgang Analogue output		0-10V/4-20 mA	
Ansprechzeit Response time	ms	400/200/100	
Linearitätsfehler Linearity	%	-0.5	
Auflösung Resolution	mm	1/0.25/0.125	
Schnittstelle Interface		-	
Schaltausgänge Switching outputs		2 PNP/NPN	
Ausgangsstrom Output current	mA	500	
Schaltfrequenz Switching frequency	Hz	2/5/10/20	
Hysterese Hysteresis		1%	
Betriebsspannung Operating voltage	V	12-30	
Stromverbrauch Current consumption	mA	<80	
Gehäusematerial Housing material		Kunststoff Plastic	
Schutzart Sealing	IP	67/65	



**P41****P42-A / T****P42-M****P43****P44****P47****P48**

e Daten  
ew

P42 2-teilig P42 two-part	P42 Kompakt P42 compact	P43		P44	P47		P48
Einstellbar + programmierbar <i>adjustable + programmable</i>	Programmierbar <i>programmable</i>	Tele-Teach <i>Tele-Teach</i>		Teach-In <i>Teach-In</i>	Basis <i>Basis</i>		Schranke <i>?</i>
2-teilig <i>two-part</i>	Kompakt <i>compact</i>	Kompakt <i>compact</i>		Kompakt <i>compact</i>	Kompakt <i>compact</i>		Mini <i>Mini</i>
analog U + schaltend + RS232	analog + schaltend + RS232/RS485	analog	schaltend	analog + schaltend	analog	schaltend	schaltend
<i>analogue U + switching + RS232</i>	<i>analogue + switching + RS232/RS485</i>	<i>analogue</i>	<i>switching</i>	<i>analogue + switching</i>	<i>analogue</i>	<i>switching</i>	<i>switching</i>
8000/4000/2500/1500/900	6000/3500/2000/1500/600	6000/3500/2000/800/500/400/250/200		3500/2000/1500/350	5000/2500/1500/600/300		1100/300
800/400/250/150/100	600/350/200/150/100	600/300/200/100/60/30/25		350/250/150/60	500/300/200/100/60		0
-8	-8	-8		-8	-8		-8
0.2	0.2	0.2		0.2	0.2		
0-10V + 4-20 mA	0-10V/4-20 mA	0-10V/4-20 mA		0-10V/4-20 mA	0-10V/4-20 mA		
600/300/120 prog	500/200/150 prog	700/400/200/100		500/300/200	400/200/120/60		
0.3	0.5	-0,5		0.5	0.3		
2/0.3	1	1/0.25/0.125		1	1.1/0.3		
RS232	RS232/RS485	-		-	-		-
2 NPN/PNP	2 PNP/NPN		2 PNP/NPN	2 PNP/NPN		1 PNP/NPN	1 PNP/NPN
100	100		500	100		500	500
7-30 prog	7-30 prog		0,5/1/2/5	1/8		5/10/20	150
1%	0-255 mm prog		1%	1%		2%	
18-30	18-30		12-30	18-30		18-30	18-30
130	35		80	45		35	40
Edelstahl/Kunststoff <i>Stainless steel/Plastic</i>	Edelstahl/Kunststoff <i>Stainless steel/Plastic</i>		Kunststoff <i>Plastic</i>	Kunststoff <i>Plastic</i>		Kunststoff <i>Plastic</i>	Kunststoff <i>Plastic</i>
40/65	65/67		67/65	67		67	67



# PIL - Ihr leistungsfähiger Partner für Ultraschall-Sensorik

## PIL - Your No 1 partner in ultrasonic sensor technology

### Langjährige Erfahrungen

Im Jahr 1990 wurde die PIL Sensoren GmbH gegründet. Das Management besitzt lange Erfahrung aus Tätigkeiten in einem multinationalen Unternehmen.

Im Vordergrund steht die Entwicklung, Fertigung und der Vertrieb von Ultraschall-Abstandssensoren für technisch-industrielle Anwendungen.

Die Sensoren von PIL wurden über zwei Jahre als OEM-Produkte exklusiv über das Unternehmen vertrieben, aus dem PIL hervorgegangen war.

### Experience gained over many years

*PIL Sensoren GmbH was founded in 1990. The management has previously gained long-term experience while working for a multi-national group.*

*The development, production and sales of ultrasonic proximity sensors for technical and industrial applications stand in the foreground.*

*For two years the sensors from PIL were sold exclusively as OEM products through the company, out of which PIL was formed.*

### Technische Kompetenz

Die hohe Qualifikation der Belegschaft aus verschiedensten Bereichen der Sensorik befähigt das Unternehmen in Gebieten der

- Soft- und Hardware
- Produktion
- Qualitätssicherung und
- Anwendungstechnik

internationale Maßstäbe zu erreichen.

### Technical competence

*Staff highly qualified in every aspect of sensor technology enable the company to achieve international standards in the fields of*

- Soft- and hardware
- Production
- Quality assurance
- User technology.

### Kundenspezifische Lösungen

Ausgehend von der Palette an Standard-Sensoren bieten wir die engagierte Zusammenarbeit bei Problemlösungen und kundenspezifischen Entwicklungen.

### Customized solutions

*Based on our standard range of sensors we are committed to close co-operation in regard to solving problems and tailoring developments to specific customer needs.*

### Leistungsfähiger Partner

Zusammen mit unseren Produkten und

- direkter Ansprechbarkeit
- technischer Kompetenz
- schnellem Reaktionsvermögen
- kurzen Lieferzeiten
- After-Sales-Service

sind wir unseren Kunden ein leistungsfähiger, zuverlässiger Partner.

### A competent supplier

*Together with our products and*

- direct contact
- technical competence
- fast ability to react
- short delivery deadlines
- after-sales service

*we are a competent, reliable supplier to our customers.*



PIL Sensoren GmbH  
Hainstraße 50  
D - 63 526 Erlensee / Germany  
Telefon +49 - 61 83 - 91 09-0  
Telefax +49 - 61 83 - 91 09-55  
Email info@pil.de  
Internet <http://www.PIL.de>