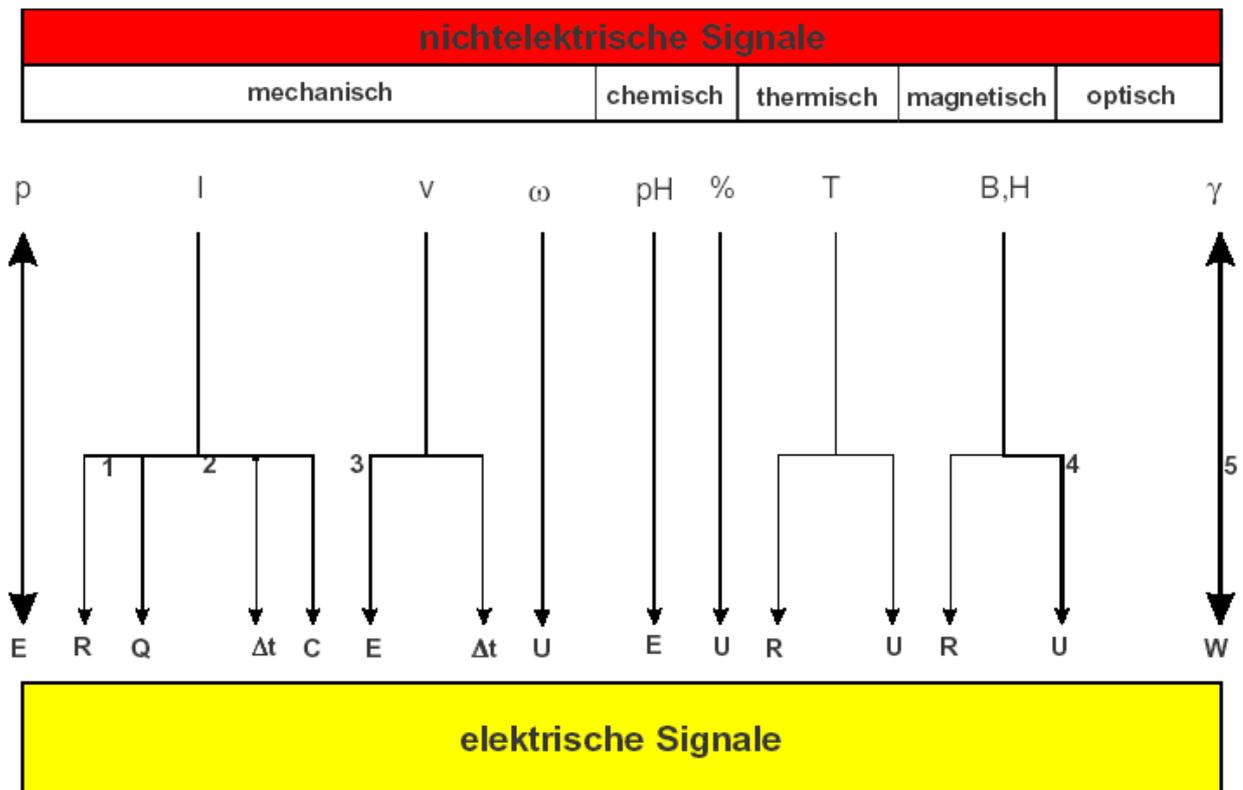


| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6. Abstands-, Weg- und Winkelmessverfahren

Sensoren sind Signalwandler, die eine nichtelektrische Größe in eine elektrische Größe umwandeln (nur bei einigen Applikationen werden pneumatische Ausgangssignale verarbeitet). Dabei übernehmen sie für die Automatisierungstechnik die Aufgabe, die Sinnesorgane des Menschen zu ersetzen.



| | |
|---|---|
| <p>p = Druck</p> <p>l = Weg, Abstand</p> <p>v = Geschwindigkeit</p> <p>ω = Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl</p> <p>pH = Ionen-Konzentration</p> <p>$\%$ = Volumen-% Gaskonzentration</p> <p>T = Temperatur</p> <p>B = Flußdichte</p> | <p>U = Spannung</p> <p>R = Widerstand</p> <p>Q = Schwingkreisgüte</p> <p>Δt = Zeitintervall</p> <p>C = Kapazität</p> <p>E = elektrische Feldstärke</p> <p>W = elektrische Energie</p> <p>H = magnetische Feldstärke</p> <p>γ = Lichtquant</p> |
|---|---|



Brühl

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Sensor: andere Bezeichnungen sind Messwertaufnehmer, Messfühler, Detektor, Messwandler, Messumformer, Messwertgeber.

Sensorelement: der Teil eines Sensors, der die Messgröße erfasst, aber keinen selbständigen Einsatz erlaubt, da z.B. die Signalaufbereitung und die Anschlüsse noch nötig sind Beispiel: Sättigungskernspule des Magnetfeld-Sensors oder Wandlerelement des Ultraschall-Sensors

Multisensorsystem: Sensorsysteme aus mehreren gleichartigen oder verschiedenartigen Sensoren oder Sensorelementen, die gemeinsam eine Aufgabe lösen. Die Verdichtung der einzelnen Analysekomponenten erfolgt elektronisch, über Logik, mathematisch. Beispiel: Kombination mehrerer Initiatoren zur Form- und Materialunterscheidung von Werkstücken oder ein Verbund von Gasanalysensensoren; wobei die Sensoren überlappende Ansprechbereiche haben und in ihrer Gesamtheit durch intelligente Auswertung mehr Informationen liefern als einzelne Sensoren.

Brühl

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Induktiver Sensor:

- metallische Objekte
- Reichweite bis 50 mm
- bis 5 kHz
- bis 250 °C
- bis IP 68
- sehr störsicher
- DIN 19234 (NAMUR)

Magnetfeld-Sensor:

- magnetische Objekte
- Reichweite bis 60 mm
- bis 1 kHz
- bis 70 °C
- bis IP 67
- sehr störsicher
- DIN 19234 (NAMUR)

Kapazitiver Sensor:

- metallische und nichtmetallische Objekte, fest und flüssig
- Reichweite bis 50 mm
- bis 100 Hz
- bis 70 °C
- bis IP 68
- DIN 19234 (NAMUR)

Ultraschall-Sensor:

- schallreflektierende oder -absorbierende Objekte
- Reichweite bis 15 m
- Ansprechzeit ≥ 50 ms
- bis 70 °C
- bis IP 67
- weniger störsicher
- farbneutral
- schmutzunempfindlich

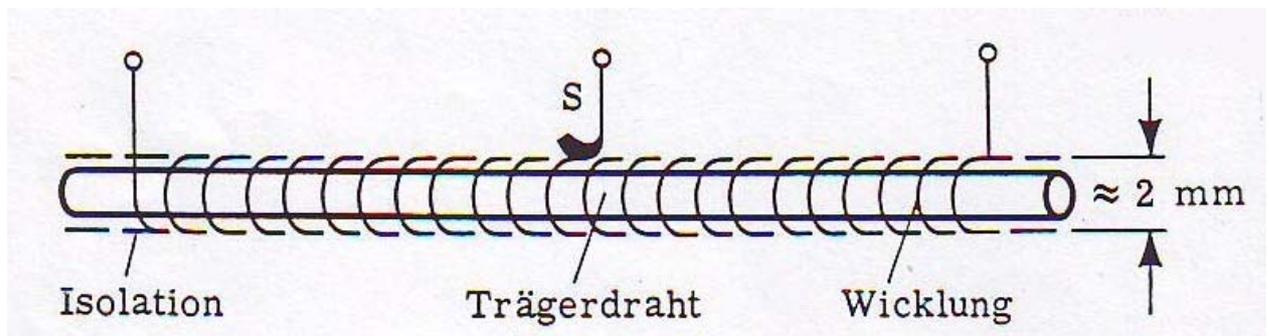
Optischer Sensor:

- lichtreflektierende oder -undurchlässige Objekte
- Reichweite bis 100 m
- bis 1,5 kHz
- bis 300 °C (LWL)
- bis IP 67
- für kleinste Objekte (LWL)
- DIN 19234 (NAMUR)
- Lichtwellenleiter (LWL) adaptierbar

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.1 Widerstandslängenföhler

Widerstandslängenföhler sind bildlich betrachtet nichts anders als sogenannte Schiebepotentiometer, ob aus Kohleschichtwiderständen, oder Drahtwiderständen. Entscheidend für die Genauigkeit ist jedoch die Präzision der Abfrage. Bei einem Drahtpotentiometer ist dies zweifelsfrei von der Gestaltung des Schleiferabgriffs und der Dicke des Widerstandsdrahtes abhängig. Ebenso spielt die exakte Führung des Schleifers über die Widerstandswicklung eine wichtige Rolle für die Erzielung von kleinen Fehlerraten.



Typische Messbereiche sind 0 - 10mm, 0 - 100 mm, 0 - 2000mm, , wobei Sondermessbereiche möglich sind.

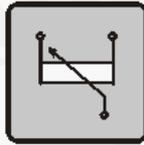
An die Widerstandswerkstoffe werden hohe Anforderungen gestellt, zu diesem Zweck wurden spezielle Potentiometer-Legierungen entwickelt.

- Potentiometerkonstantan → 50% Nickel, 50% Kupfer mit geringen Zusätzen von Mangan ($0,5 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- Silber-Palladium → 50% Palladium, 50% Silber ($0,3 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- Potentiometer-Goldlegierung → 70% Gold, 26% Silber, 4% Unedelmetalle ($0,31 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Brühl

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Resistive Sensoren



Resistive Sensoren bzw. Linearpotentiometer arbeiten als Spannungsteiler über einer Hybridleitplastik- schicht und sind in unterschiedlichen Bauformen erhältlich; z.B. für Zylindereinbau, Klemmbock- u. Gelenkaugenbefestigung oder Taster

Besonderheiten

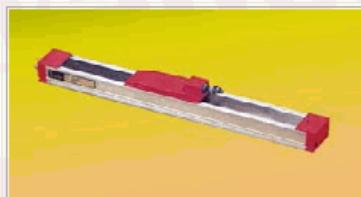
- ▶ Messbereiche von 10 mm...2000 mm
- ▶ Auflösung nahezu unendlich
- ▶ Linearität $\pm 0,05\%$ MB
- ▶ Schutzart bis IP65
- ▶ Betriebstemperatur $-30...+150^{\circ}\text{C}$
- ▶ Verfahrgeschwindigkeit 10 m/s
- ▶ Lebensdauer > 100 Mio Zyklen
- ▶ Variable Befestigungsmöglichkeiten

Einsatzgebiete

- ▶ Pneumatik- u. Hydraulikzylinder
- ▶ Maschinenbau
- ▶ Kunststoffbearbeitungsindustrie
- ▶ Verpackungsindustrie
- ▶ Metallverarbeitung
- ▶ Automation
- ▶ Biegemaschinen
- ▶ Textilindustrie



| | |
|--|-----------------------------------|
| Messbereiche | 50 mm...900 mm |
| Widerstand | 5 K 10 K für 750 und 900 mm MB |
| Linearität | +/- 0,05% |
| Auflösung | nahezu unendlich |
| Max. Spannung | 60 V |
| Temperaturkoeffizient Widerstand | -200 +/-200 ppm/°C |
| eff. Temperaturkoeffizient Ausgangssp. | < 1,5 ppm/°C |
| Schutzklasse | IP60 optional IP65 |
| Arbeitstemperatur | -30...+100°C |
| Gehäusematerial | Aluminium eloxiert |
| Max. zulässige Verlustleistung bei 40 °C | 3 W |

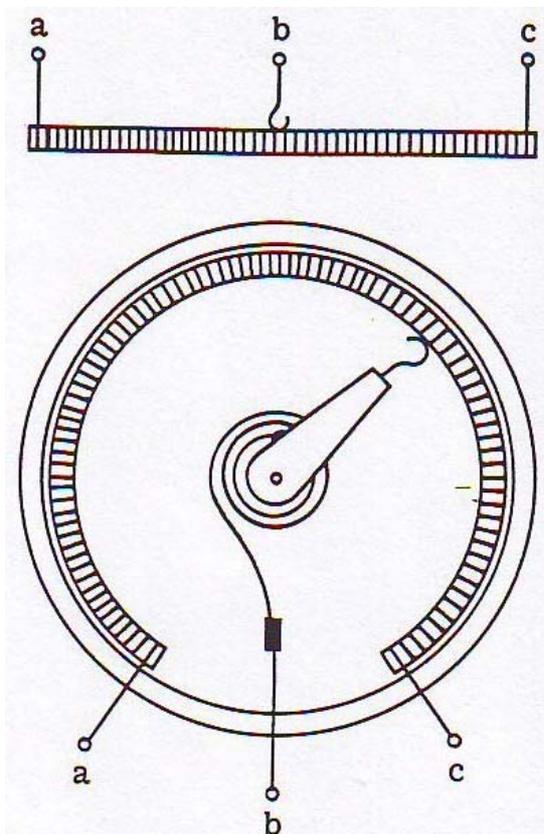


| | |
|--|---|
| Messbereiche | 100 mm...2000 mm |
| Widerstand | 5 K bis 300 mm MB 10 K bis 1000 mm MB 20 K bis 2000 mm MB |
| Linearität | bis zu +/- 0,05%, MB abhängig |
| Auflösung | nahezu unendlich |
| Max. Spannung | 60 V |
| Temperaturkoeffizient Widerstand | -200 +/-200 ppm/°C |
| eff. Temperaturkoeffizient Ausgangssp. | < 1,5 ppm/°C |
| Schutzklasse | IP40 |
| Arbeitstemperatur | -30...+100°C |
| Gehäusematerial | Aluminium eloxiert |
| Max. zulässige Verlustleistung bei 40 °C | 3 W |

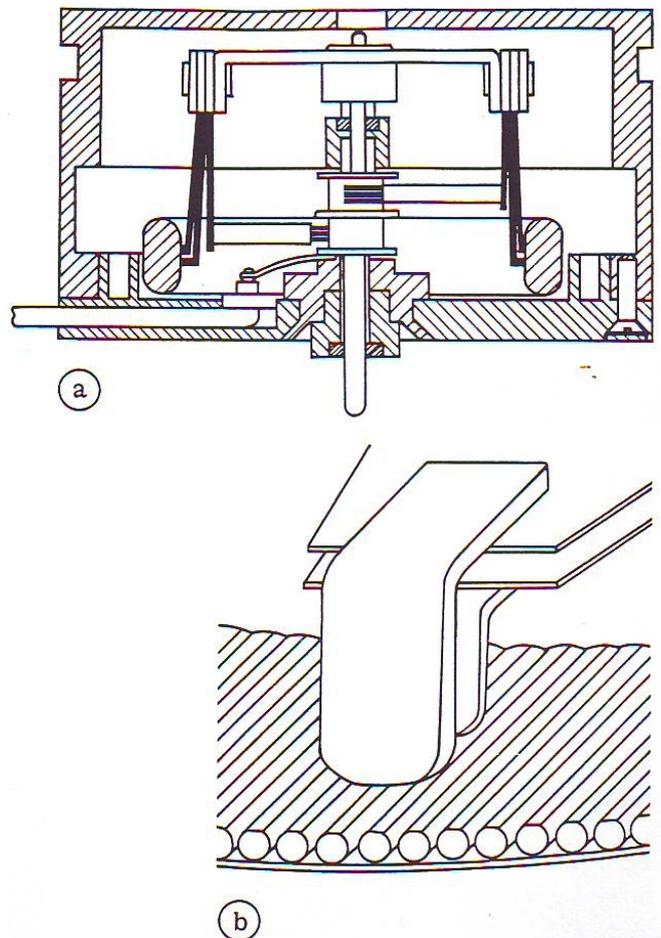
| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.2 Widerstandswinkelfühler

Wenn Widerstandswinkelfühler den Schiebepotentiometern gleich sind, wenn auch auf einem höheren Präzisionsstand, so kann man für die Widerstandswinkelfühler ähnliches sagen. Hierbei handelt es sich also um Drehpotentiometer die deutlich höheren Qualitätsansprüchen genügen müssen, als das Standard Wald- und Wiesen-drehpotentiometer.



100 Ohm entsprechen 270Grad
Linearitätsfehler 0,5% vom Endwert
Ausführungen möglich als linear,
logarithmisch, radizierend

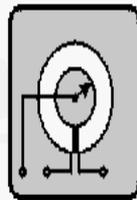


a) Schnittbild eines Winkelwinkelfühlers mit Ringwicklung
b) Doppelschleifer eines Feinschleifwiderstandes

Brühl

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Analoger Winkelsensor



Analoge Winkelsensoren arbeiten potentiometrisch und stellen den Absolutwert des Drehwinkels als Ausgangssignal dar. Das robuste Gehäuse und die doppelt kugelgelagerte Welle erlauben den Einsatz im Bereich der Digital-Absolut-Encoder.

Besonderheiten

- ▶ Robuste Bauform
- ▶ Hohe Lebensdauer
- ▶ Anpaßbare Flanschvarianten
- ▶ Beliebige Drehwinkel kalibrierbar
- ▶ Durchdrehbar

Einsatzgebiete

- ▶ Zahnstangenantriebe
- ▶ Medizintechnik
- ▶ Lenkvorrichtungen
- ▶ Rundtaktanlagen
- ▶ Handhabungstechnik

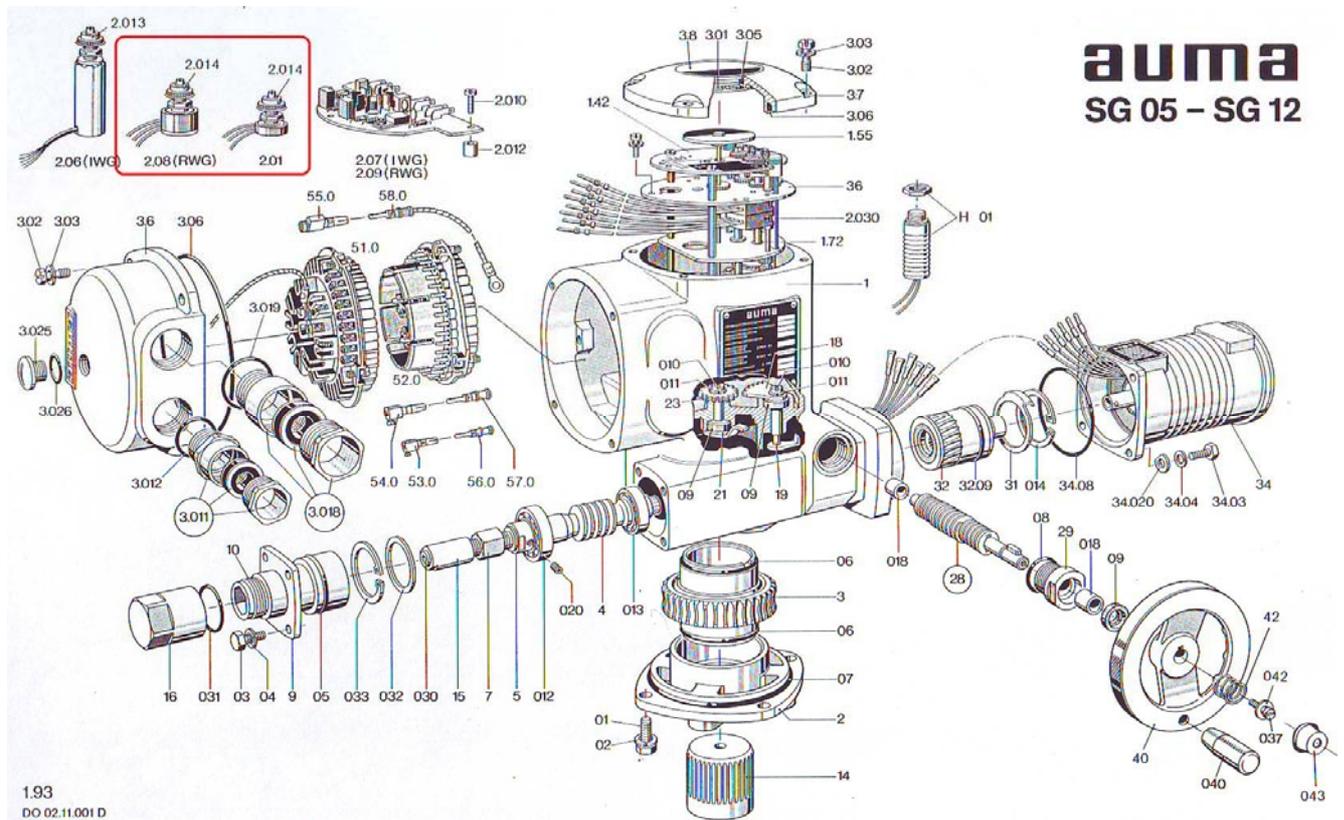
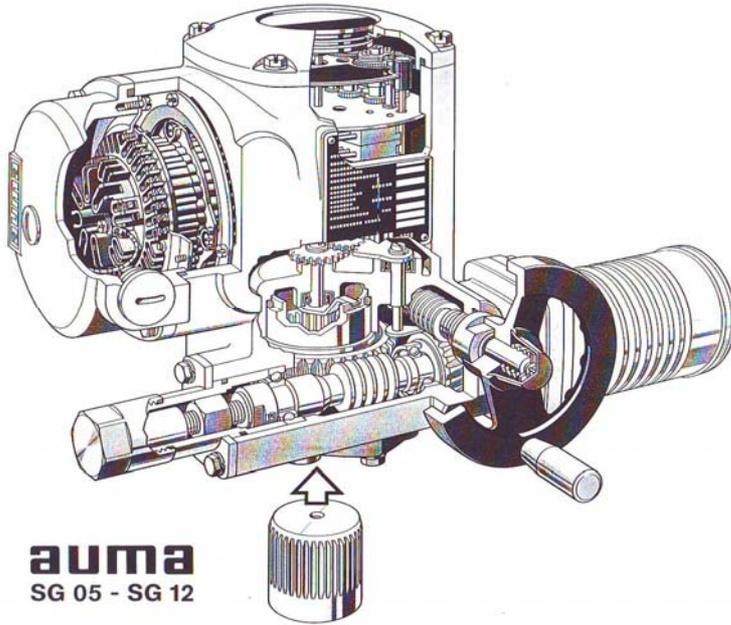


| | |
|--------------------------------|--|
| Elektrischer Drehwinkel | 180° / 340° / 3 Turn / 5 Turn / 10 Turn |
| Mechanischer Drehwinkel | durchdrehbar (single turn) nicht durchdrehbar (multi turn) |
| Ausgang | Spannungsteiler 1 k Ohm, 0...10V od. 4...20 mA |
| Linearität | bis zu ±0,1% |
| Versorgung | 12...30 VDC 0...30 VDC (Spannungsteiler) |
| Betriebstemperatur | -20...+85°C |
| Drehzahl | 400 U/min |
| Wellendurchmesser | 10 mm |
| Wellenbelastung | max. 50 N axial/radial |
| Befestigung | 36 mm Klemmflansch / 3xM4 auf 48mm Lochkreis, 58 mm Gehäusedurchmesser |
| Schutzklasse | IP 65 |
| Gehäuse | Aluminium titangrau eloxiert |
| Lebensdauer | 10 Mio. Achsumdrehungen |
| Kurzschlussfest/Verpolungsfest | ja/ja |

Brühl

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Anwendungsbeispiel



| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.3 Inkrementalgeber

Man unterscheidet zwei Formen von Gebern zu r Erfassung von linearen und rotierenden Bewegungen.

Inkrementalwertgeber → Nach jedem Start wird der Referenzpunkt vom System neu gesucht, es erfolgt keine Bestimmung der absoluten Position.

Absolutwertgeber → Behält seine jeweilige Position d.h. nach dem Einschalten des Messsystems, oder nach einer Spannungsunterbrechung hat der Absolutwertgeber eine eindeutige Position. Es ist somit keine aufwendige bzw. zeitraubende Referenzfahrt notwendig.

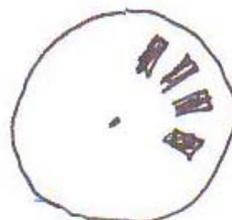
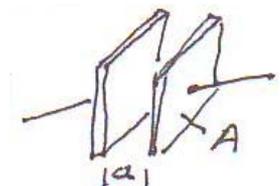
Ein typisches Ausgangssignal kann zum Beispiel 4 – 20mA sein.

Durch eine eindeutige Codierung, ist auch eine Richtungserkennung möglich.

Funktionsprinzipien:

- Kapazitiv, ähnlich eines Drehkondensator
- Induktiv, Magnetplättchen und Hallsensoren
- Optisch, Photoelektrisch

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$



Die sogenannte Maßverkörperung ist → periodisch, wiederholend sowie eine Zählspur bei Inkrementalgebern.

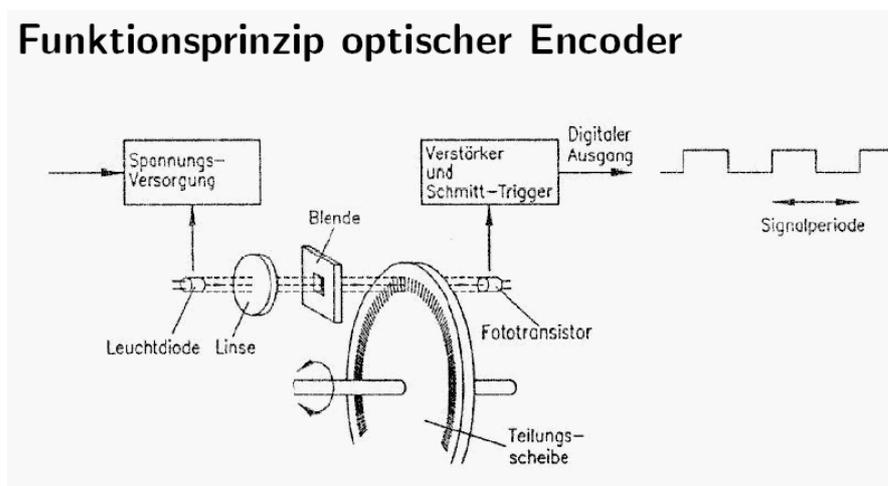
| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |



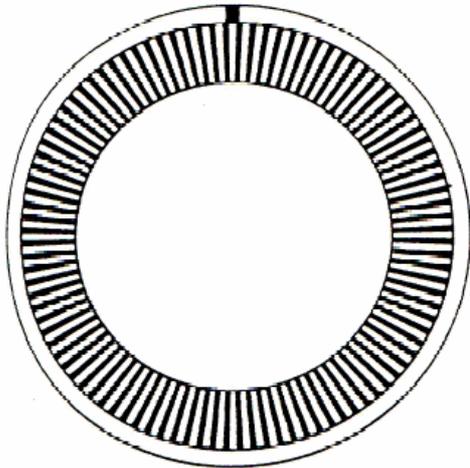
Absolutwert-Drehgeber

Als Inkrementalgeber werden Sensoren zur Erfassung von Lageänderungen (linear oder rotierend) bezeichnet, die sowohl Wegstrecke als auch -richtung erfassen können. Gegenüber anderen, kontinuierlich arbeitenden Messsystemen wie Potentiometer, besitzen Inkrementalgeber eine Maßverkörperung mit einer sich wiederholenden, periodischen Zählspur. Es wird dabei eine zählende Messung durchgeführt. Am häufigsten verwendet werden rotierende optische Geber. Diese Bauform ist auch unter der Bezeichnung *Drehgeber* oder *Drehimpulsgeber* bekannt.

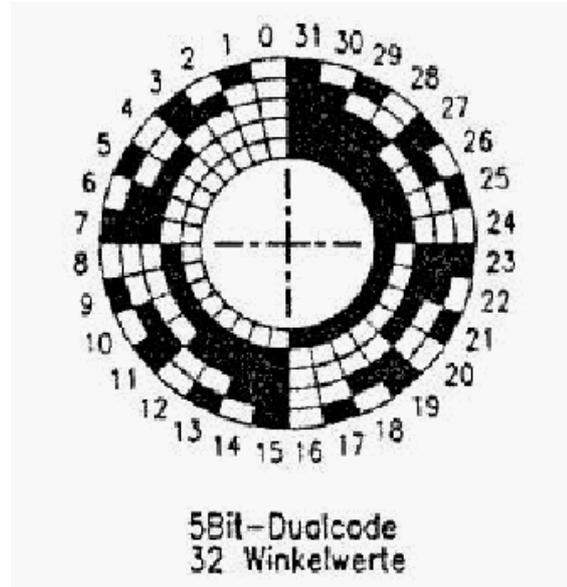
Funktionsprinzip optischer Encoder



| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

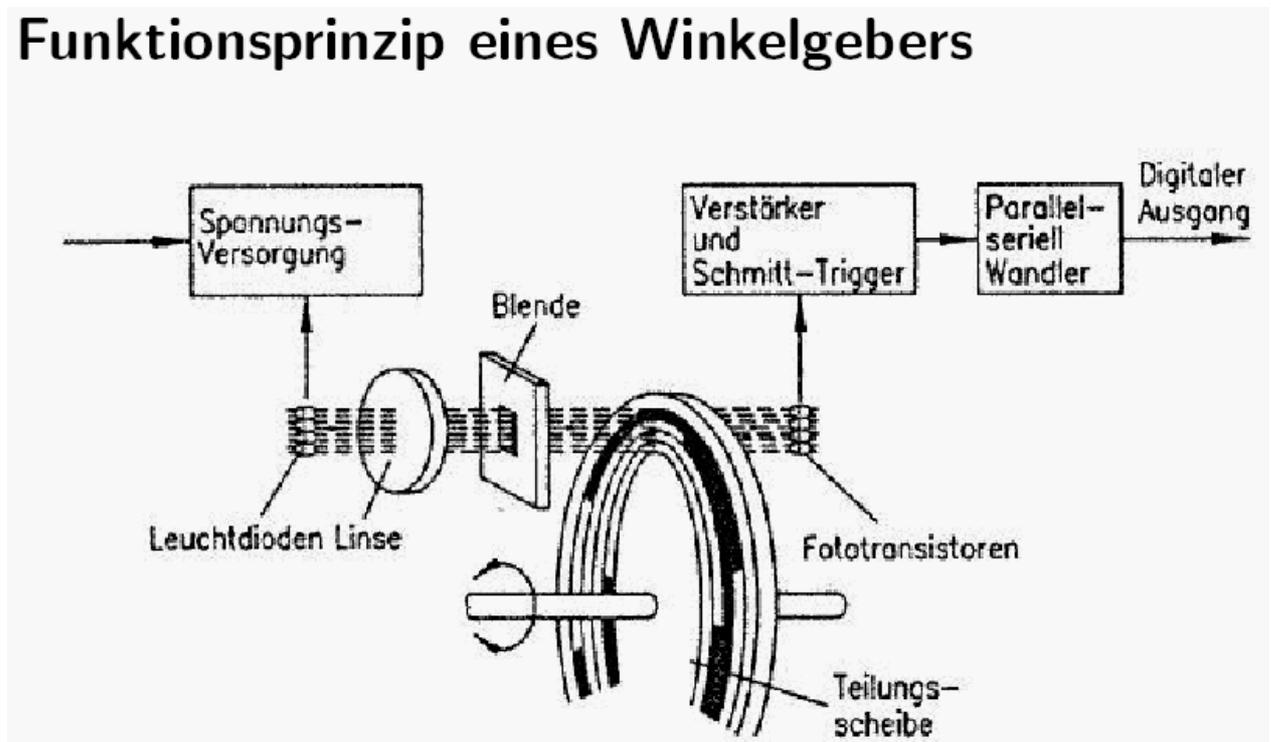


Encoderscheibe für Inkrementalgeber



Encoderscheibe für Winkelgeber

Funktionsprinzip eines Winkelgebers



| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.4 Ultraschallsensor

Mit Ultraschall bezeichnet man akustische Wellen im Frequenzbereich oberhalb 20 kHz, jenseits der menschlichen Hörgrenze. Im Gegensatz zu elektromagnetischen Wellen können sich Schallwellen nur in Materie ausbreiten. Eine Schallwelle ist verbunden mit räumlichen und zeitlichen Schwankungen der Dichte ρ , des Druckes P und der Temperatur T des Mediums und mit Orts- und Geschwindigkeitsschwankungen der Mediumteilchen.

Funktionsweise: Die nachfolgend beschriebenen abstandsmessenden Ultraschall-Sensoren beruhen alle auf dem Prinzip der Echo-Laufzeit-Messung. Da die Auswertung des Echos am gleichen Ort stattfindet, von dem aus die Ultraschallwelle gesendet worden ist, spricht man vom Tastbetrieb. Ein Ultraschallwandler sendet dabei zu einem Zeitpunkt t_0 einen kurzen Wellenzug der Länge Δt aus, der sich mit der Schallgeschwindigkeit c des umgebenden Mediums ausbreitet. Trifft der ausgesendete Wellenzug auf ein Objekt, wird ein Teil der Welle reflektiert und gelangt nach der Laufzeit 2τ wieder zum Sensor zurück. Das zum Zeitpunkt t_1 zurückkommende Echo wird entweder mit demselben oder mit einem zweiten Ultraschallwandler detektiert und in einem nach geschalteten Verstärker zu einem auswertbaren Signal verstärkt. Die Auswertelektronik, die den Objektabstand ermittelt, misst die Laufzeit des Echos, indem sie zum Zeitpunkt t_0 eine Zeitmessung startet und zum Zeitpunkt t_1 , bei der Ankunft des Echos, wieder stoppt.

Wird ein einziger Ultraschallwandler zum Senden und zum Empfangen verwendet, spricht man von einem **Einkopfsystem**, werden zum Senden und zum Empfangen zwei getrennte Wandler verwendet, spricht man vom einem **Zweikopfsystem**.

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

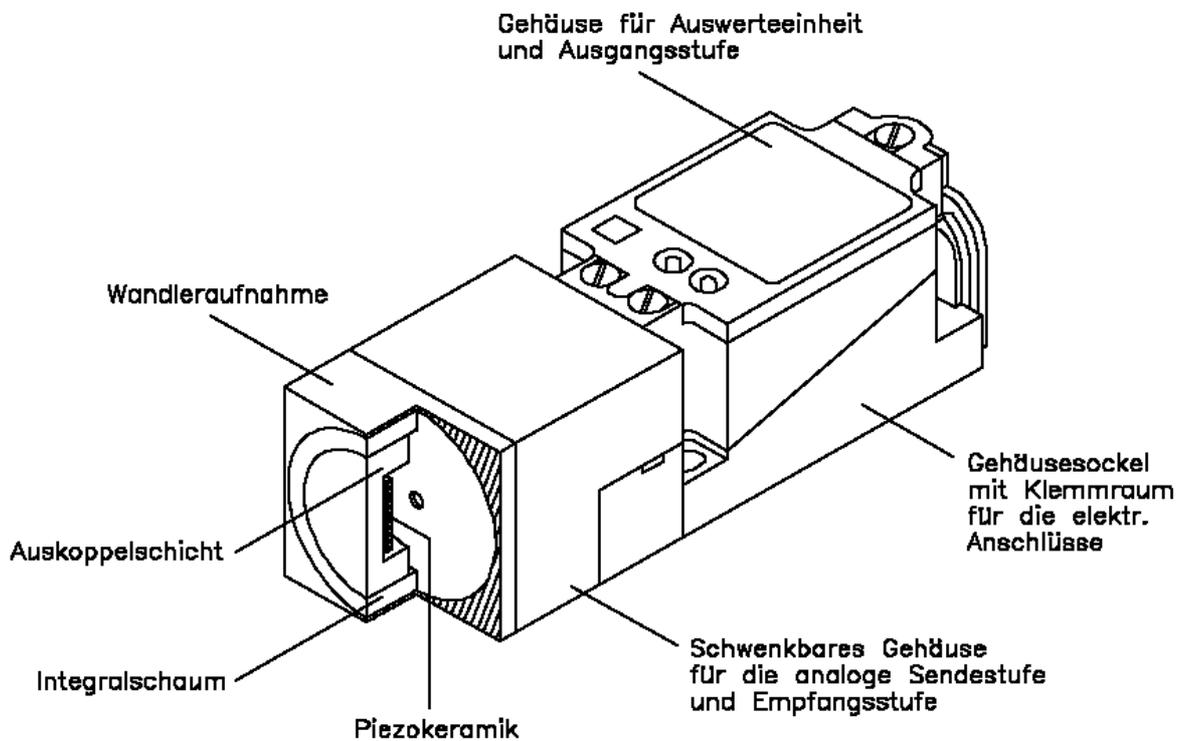
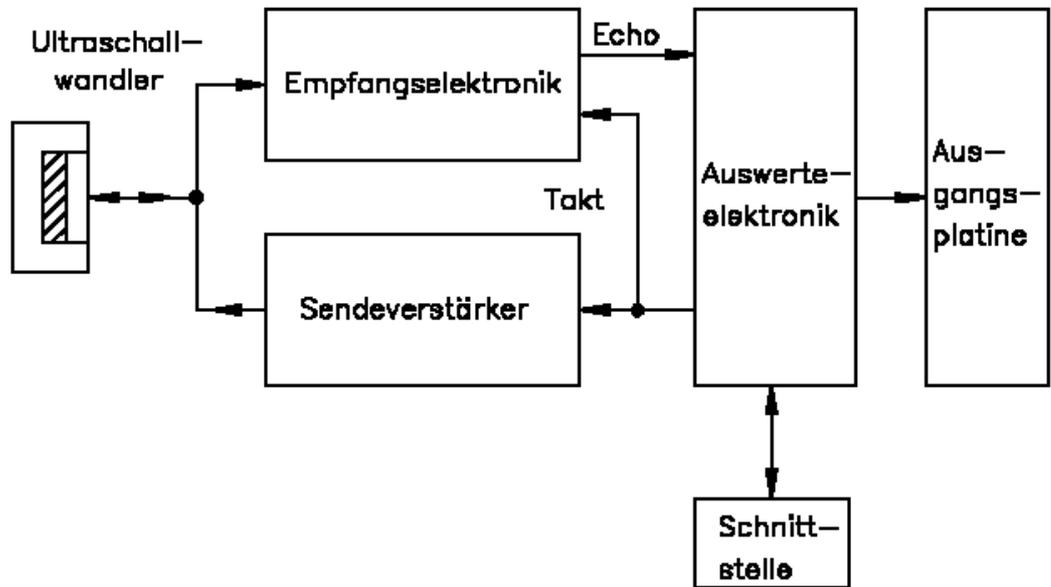
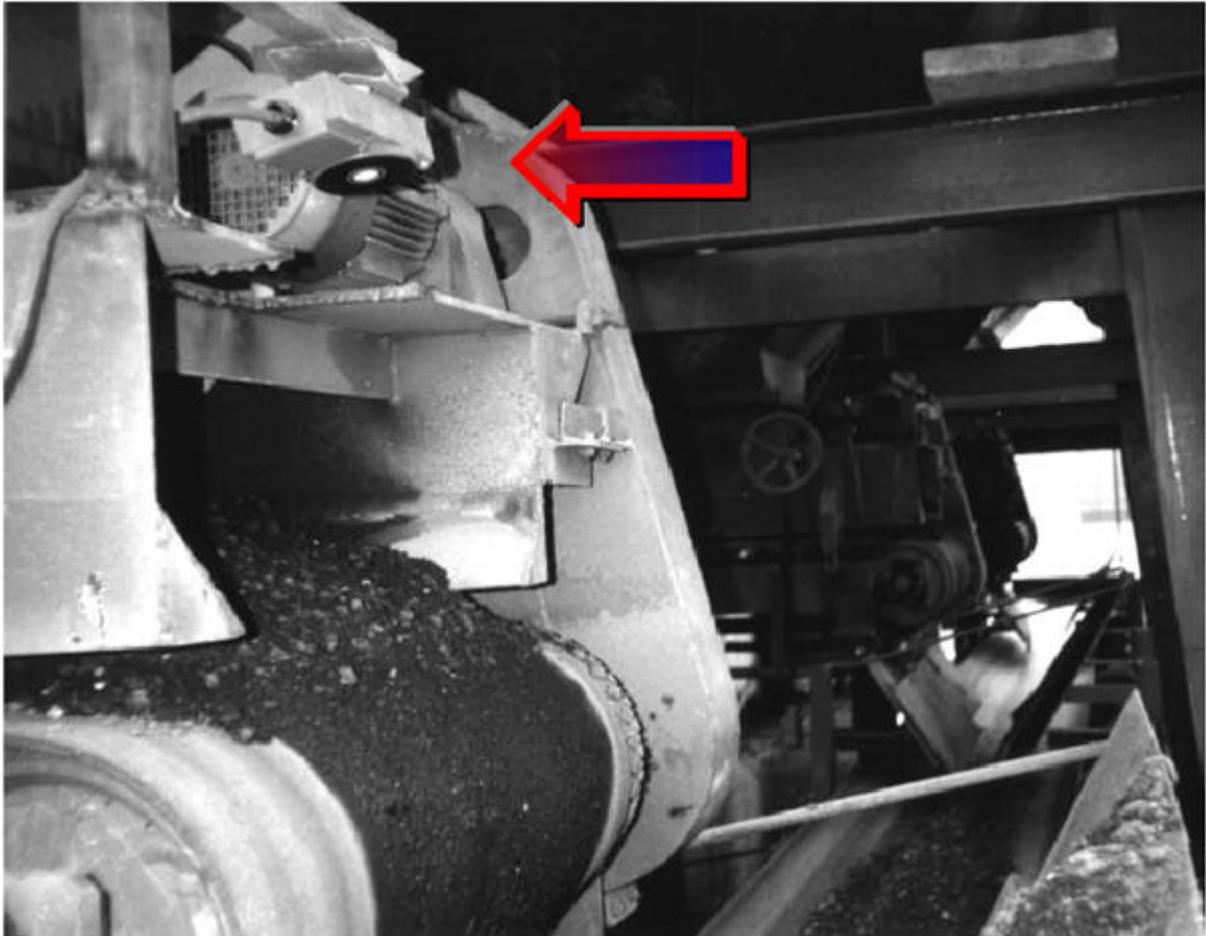


Bild 4.13: Mechanischer Aufbau eines Ultraschallsensors (UJ 2000+U1+H12+P1, Pepperl+Fuchs)

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Anwendungsbeispiel: „Staukontrolle an einem Schüttgutförderband“



| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.5 Lichtschranken und Lichttaster

Die grundsätzliche Eigenschaft der hier beschriebenen Bauelemente ist die Umwandlung eines elektrischen Stromes in eine elektromagnetische Welle (Licht) oder umgekehrt. Unter dem Begriff Licht ist das elektromagnetische Spektrum vom nahen Ultraviolett-Bereich über den sichtbaren Bereich hinaus bis zum nahen Infrarot-Bereich zu verstehen. Wichtige moderne Sendelemente sind Lumineszenzdioden (LED, IRED) und Halbleiter-Laserdioden als Sendelemente; als moderne Empfangselemente hat man Fotodioden (PN-Dioden, PIN-Dioden), Fototransistoren).



6.5.1 Der Reflexions-Lichttaster

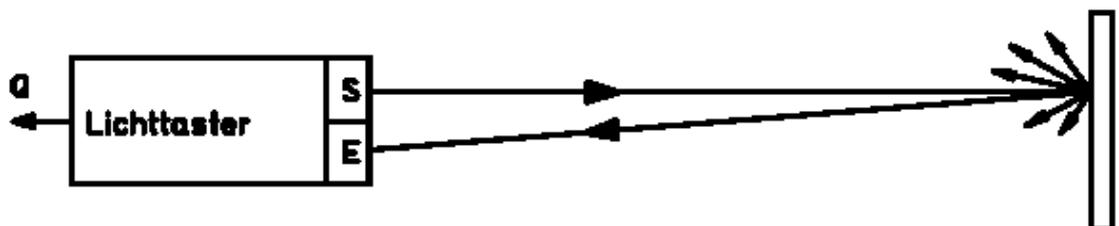


Bild 5.11: Reflexions-Lichttaster

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Bei Reflexions-Lichttastern (Bild 5.11) wird Licht von einem Sender S ausgestrahlt, vom optisch rauhen Objekt O diffus reflektiert und in den Empfänger E zurückgeworfen. Beim Überschreiten einer festgelegten Empfangsamplitude wird der Schaltausgang Q aktiviert. Reflexlichttaster haben typische Tastweiten von 0 mm bis 500 mm. Spezielle Ausführungen sind darüber hinaus mit Tastweiten bis zu 10 m erhältlich.

Mit Reflexions-Lichttastern können alle optisch rauhen Objekte erfasst werden. Da eine einfache Ausrichtung des Schalters auf das Objekt genügt, sind Installations- und Justageaufwand relativ gering. In Verbindung mit Lichtleitern ist eine Erfassung kleinster Objekte möglich.

Da eine Bewertung der Empfangsamplitude stattfindet, wirken sich Verschmutzungen der Optik des Schalters und Veränderungen der Reflexionseigenschaften des Objekts nachteilig auf die Konstanz der Tastweite aus. Die optische Empfangsleistung ist nach einer diffusen Reflexion sehr klein; daher sind die erzielbaren Tastweiten relativ gering. Bedingt durch das Funktionsprinzip des Lichttasters, die Eigenreflexion des Objekts auszuwerten, sind transparente und spiegelnde Objekte nicht oder nur bedingt zu detektieren.

6.5.2 Der Reflexions-Lichtschranke

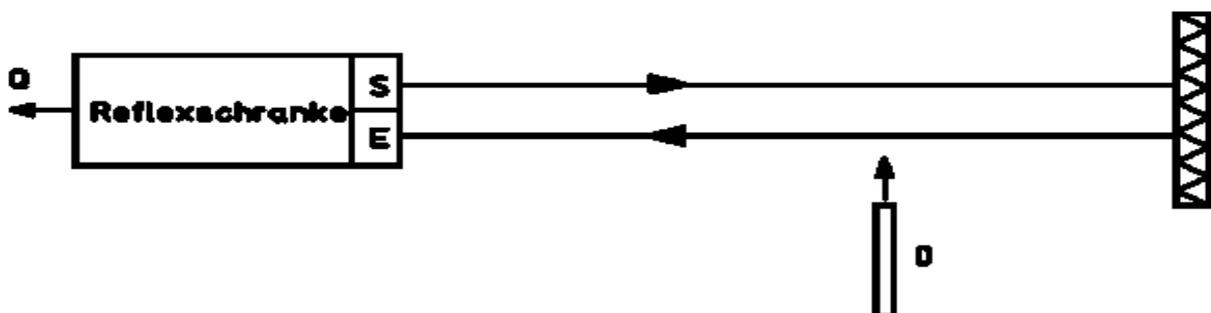


Bild 5.12: Reflexions-Lichtschranke

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Bei Reflexions-Lichtschranken (Bild 5.12) wird Licht vom Sender S ausgestrahlt und vom Retroreflektor R in den Empfänger E zurückgeworfen. Bei einer Unterbrechung der optischen Strecke durch das Objekt O wird der Schaltausgang Q aktiviert.

Mit Reflexlichtschranken werden Reichweiten von **ca. 0.1 m bis 20 m** und mehr erzielt. Reflexlichtschranken lassen die Erfassung aller nichttransparenten Objekte zu. Im Gegensatz zur diffusen Reflexion bei Lichttastern wird hier durch den Retroreflektor eine erheblich größere Strahlungsleistung in den Empfänger zurückgeworfen, so dass die Reichweiten relativ groß sind. Eine Verschmutzung der Optik und Veränderungen der optischen Eigenschaften des Objekts wirken sich daher viel geringer aus als bei Reflexlichttastern.

Allerdings ist der Justage- und Installationsaufwand gerade bei großen Entfernungen zwischen Lichtschranke und Reflektor groß, da eine genaue Ausrichtung erforderlich ist. Transparente Objekte sind nur bedingt zu erfassen, da eventuell keine ausreichende Dämpfung des Lichtes beim Eintritt des Objekts in die optische Strecke gegeben ist. Spiegelnde Objekte können eine unzulässige Stellung in der Strecke einnehmen. Dieser Fall tritt ein, wenn das ausgesendete Licht durch das spiegelnde Objekt genau in den Empfänger zurückgeworfen wird. Eine Unterscheidung zwischen Retroreflektor und Objekt ist dann nicht mehr gegeben.

6.5.3 Die Einweg-/Durchlicht-Schranke

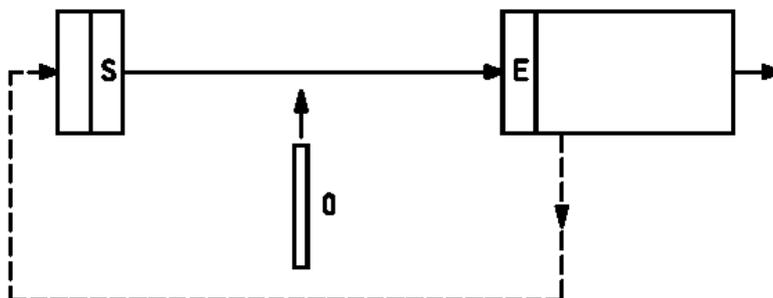


Bild 5.13: Einweg-/Durchlichtschranke

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Bild 5.13 zeigt das Funktionsprinzip. Licht wird vom Sender S ausgestrahlt und gelangt über die optische Strecke in den Empfänger E. Bei einer Unterbrechung der optischen Strecke durch das Objekt O wird der Schaltausgang Q aktiviert.

Mit Durchlichtschranken lassen sich große Entfernungen bis zu 100 m und mehr überbrücken. Ebenso wie bei der Reflexions-Lichtschranke sind auch hier alle nichttransparenten Objekte detektierbar. Zusätzlich können beim Durchlichtprinzip spiegelnde Objekte problemlos erfasst werden. Verschmutzungen der Optiken und Veränderungen der optischen Objektbeschaffenheiten wirken sich bei diesem Prinzip am geringsten aus.

Zwischen der Sendeeinheit und der Empfangseinheit ist in den meisten Fällen eine elektrische Verbindung notwendig. Der Installationsaufwand ist daher im allgemeinen bei der Durchlichtschranke am größten. Der Justageaufwand ist, wie bei der Reflexions-Lichtschranke, relativ hoch. Transparente Objekte sind ebenfalls nicht oder nur bedingt detektierbar.



6.5.4 Störeinflüsse bei optoelektronischen Sensoren

Aus Bild 5.14 wird deutlich, dass sich ein optoelektronisches System in einer recht feindlichen Umgebung befinden kann. Eine gute Signalverarbeitung sollte diese Störungen wirkungsvoll unterdrücken oder eliminieren können. Für eine nähere Betrachtung ist eine Unterteilung in optische und nichtoptische Störmechanismen vorteilhaft.

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

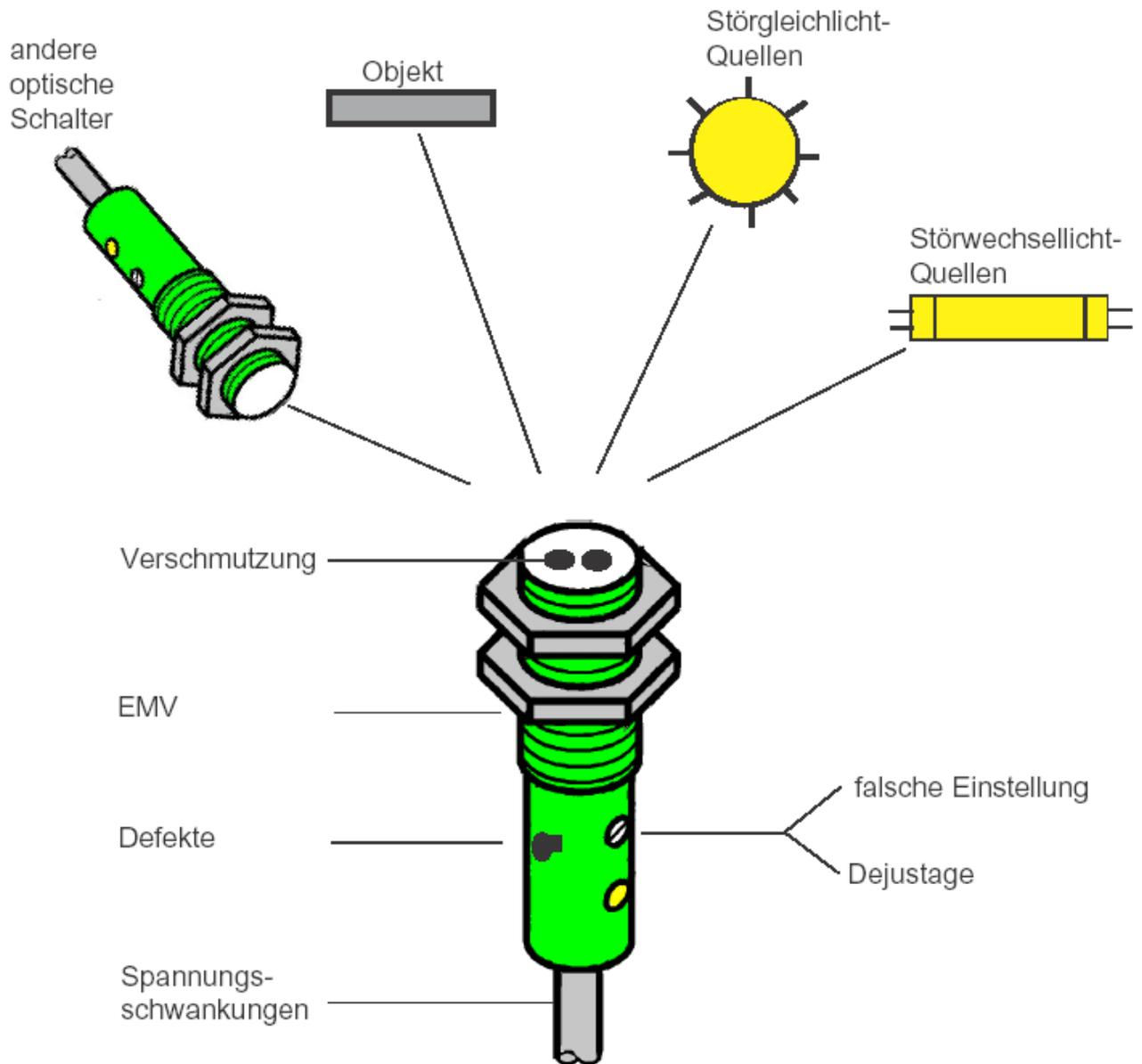


Bild 5.14: Vielerlei Störfaktoren wirken auf optische Schalter

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Anwendungsfall „Konturenkontrolle und Positionserkennung“

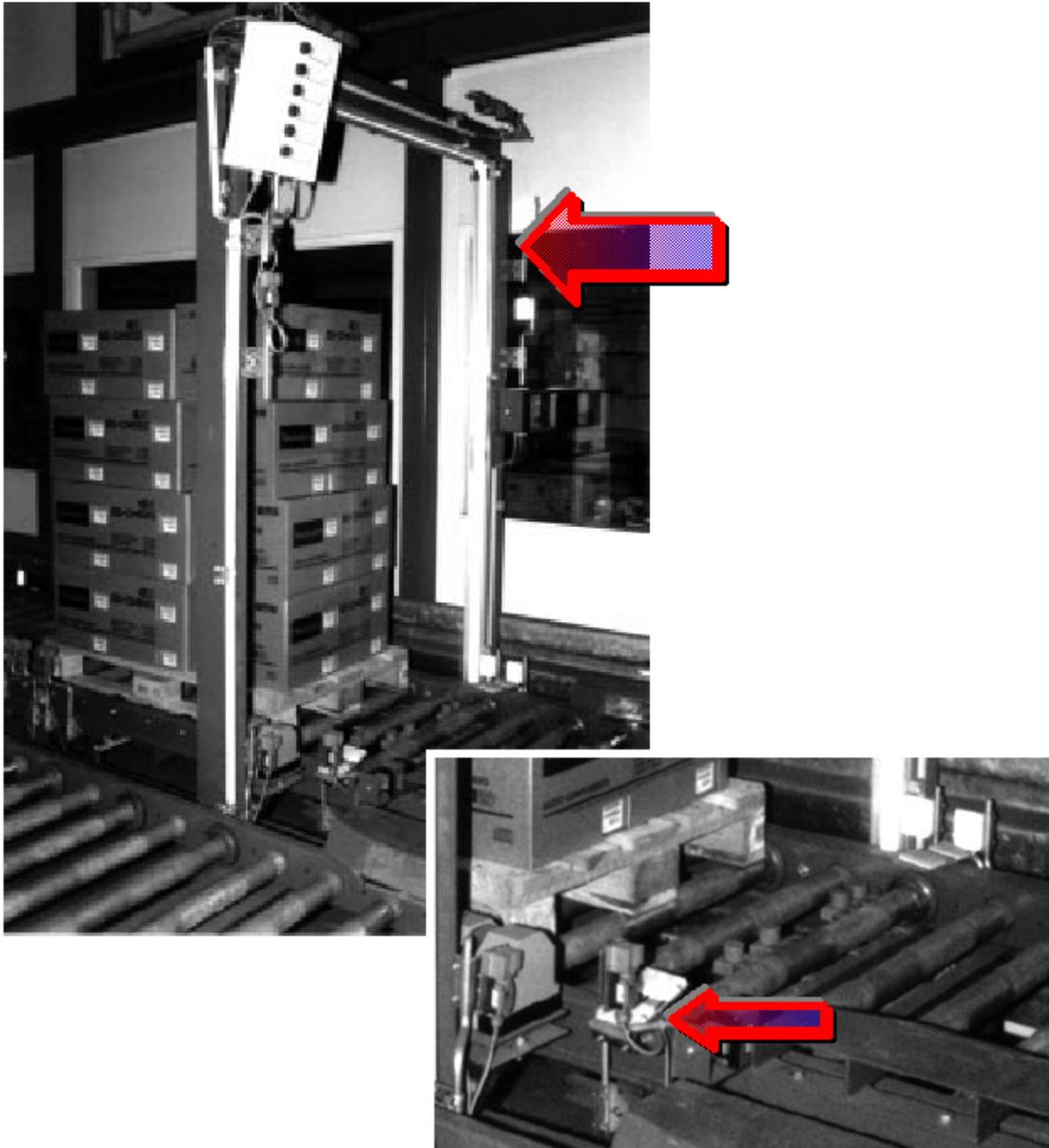


Bild 5.35: Rollenförderer für Paletten

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.6 Initiatoren

In der Automatisierungstechnik wird oft ein binäres Signal benötigt, das z.B. das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein eines Objekts an einem bestimmten Ort signalisiert.

Solche Aufgaben lösen eine spezielle Kategorie der Sensorik, die Näherungsschalter. Bei diesen Sensoren wird das Ausgangssignal dadurch gewonnen, dass dem eigentlichen Signalwandler ein Schwellwertschalter (z.B. Schmitt-Trigger) nachgeschaltet wird, der bei Über- oder Unterschreiten eines fest eingestellten oder einstellbaren Wertes den Ausgang durchschaltet.

Diese berührungslos arbeitenden Sensoren bieten gegenüber mechanischen Kontakten erhebliche Vorteile:

- kraftfreies, rückwirkungsfreies und prellfreies Schalten
- hohe Schalzhäufigkeit und Schaltfrequenz
- verschleißfrei
- wartungsfrei
- beständig gegen aggressive Medien

Ein Initiator wird auch als Näherungsschalter bezeichnet.



| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.6.1 Induktive Initiatoren

Zylindrische Näherungsschalter haben ein Gehäuse aus Kunststoff oder Stahl. An der vorderen aktiven Stirnfläche befindet sich das Spulensystem mit dem Ferritkern, geschützt durch eine Kunststoffkappe. Dahinter ist die elektronische Schaltung auf einer Platine oder einer Dickschichtschaltung angeordnet. Eine LED dient als Anzeige für den Schaltzustand. Abgeschlossen wird das Gehäuse durch einen Deckel, der das Anschlusskabel enthält. Der gesamte Innenraum des Schalters ist mit einer Kunststoffmasse ausgegossen (Bild 2.17).

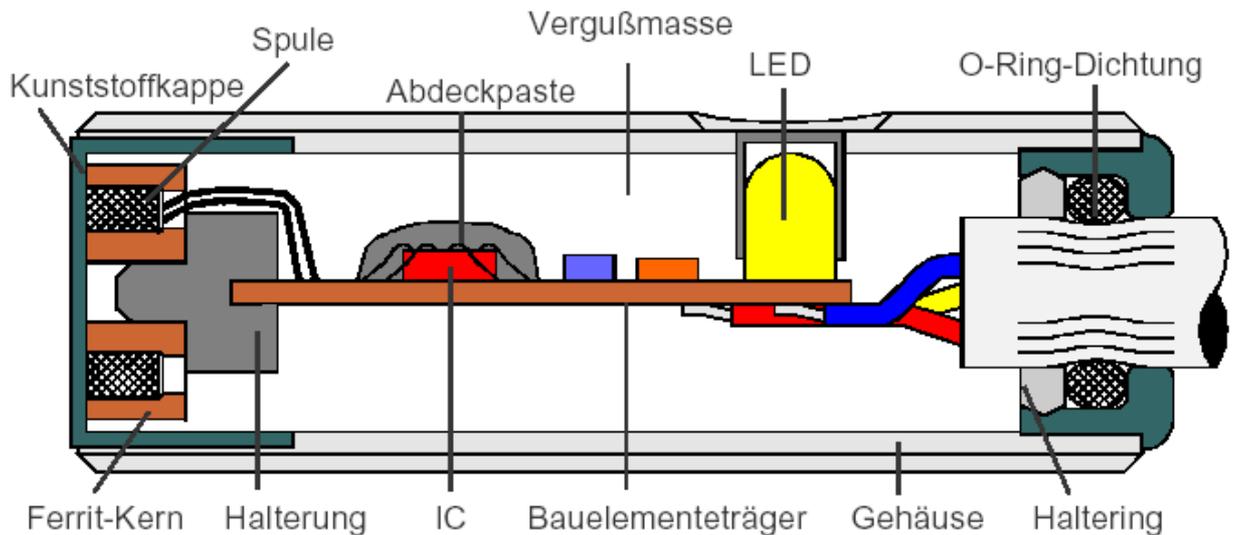
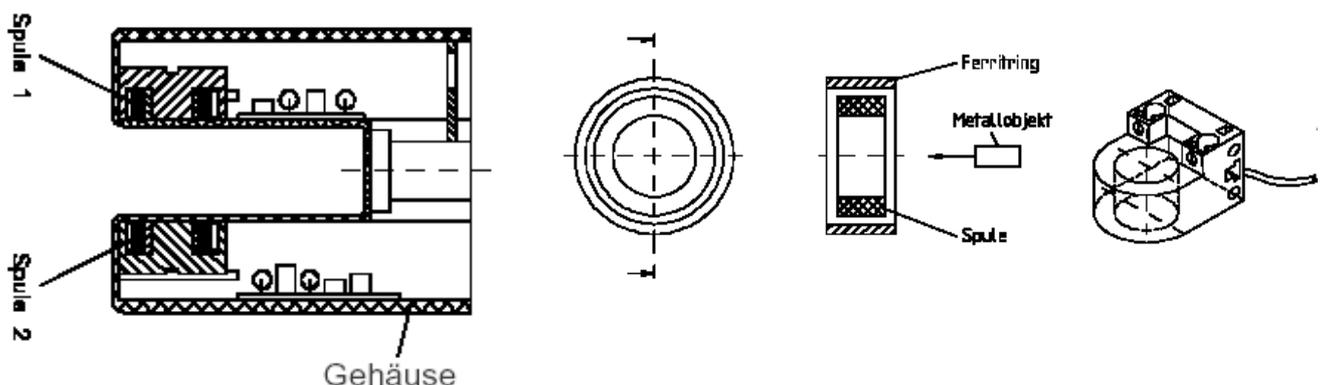


Bild 2.17: Prinzipieller Aufbau eines zylindrischen induktiven Sensors



| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Das Blockschaltbild eines induktiven Näherungsschalters ist im folgenden Bild dargestellt. Der Schwingkreis ist Bestandteil eines Oszillators und die Schwingkreisgüte $Q = \omega L/R_v$ bestimmt so die Amplitude der entstehenden HF-Schwingung. Mit sich nähernder Fahne sinkt die Schwingkreisgüte durch den steigenden Verlustwiderstand R_v und dadurch verringert sich die Schwingungsamplitude. Unterschreitet diese einen bestimmten Wert, spricht ein Komparator an und löst über die Endstufe ein Ausgangssignal aus, der Initiator schaltet.

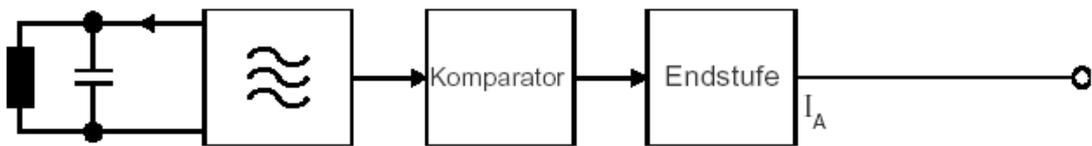
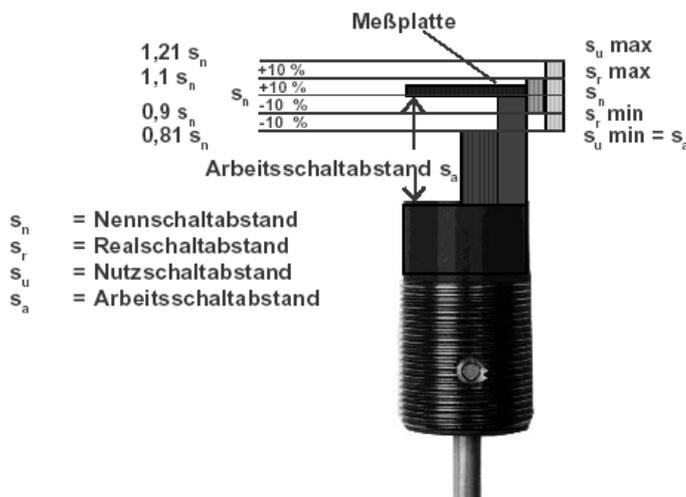


Bild 2.8: Blockschaltbild eines induktiven Näherungsschalters

6.6.1.1 Schaltabstände



Abhängigkeit von:

- Einbau (bündig → Vordämpfung!)
- Material des „Betätigungselementes“
- Gehäusematerial (Edelstahl → Vordämpfung!)

Bild 2.18: Definition der Schaltabstände



Brühl

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

Begriffe zur Klassifikation und Spezifikation von induktiven Näherungsschaltern sowie Meßmethoden zur Bestimmung der wichtigsten Parameter sind in DIN EN 50010 und 50032 festgelegt. Als Messfahne ist eine quadratische Platte aus 1 mm starkem St37-Blech vorgeschrieben. Ihre Kantenlänge ist abhängig vom Nennschaltabstand s_n des Initiators. Der Nennschaltabstand s_n ist eine reine Kenngröße, die einen Näherungsschalter klassifiziert, ohne auf Toleranzen Rücksicht zu nehmen (Bild 2.18).

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.6.1.2 Anwendungsbeispiele

- Rückwirkungsfrei
- Hohe Lebensdauer
- Hohe Schaltfrequenz
- Verschleißfrei
- Hohe Schaltpunktgenauigkeit
- Kleinste Bauformen durch Hybridtechnologie
- Unempfindlich gegen Umwelteinflüsse

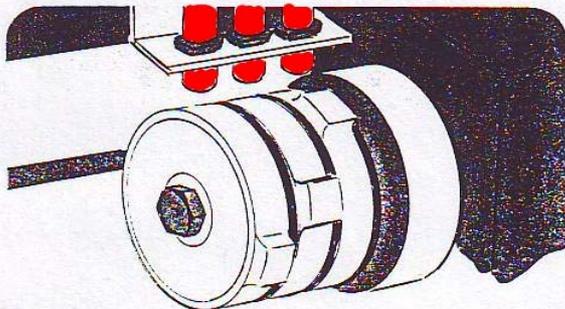


Abb. 1 Nockenschaltwerk

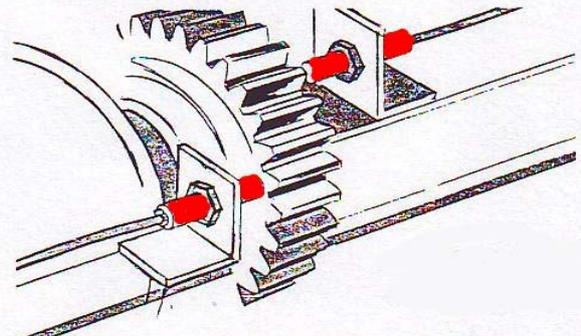


Abb. 2 Drehzahlerfassung, Drehrichtungserkennung

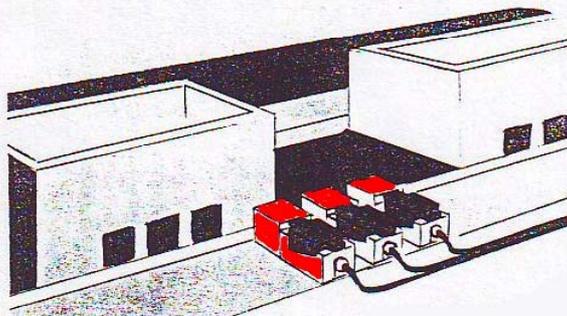


Abb. 3 Transport-Überwachung

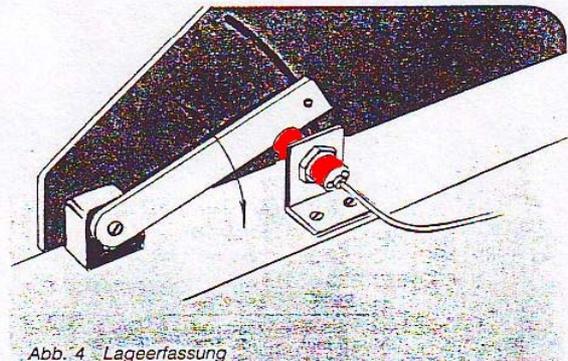


Abb. 4 Lageerfassung

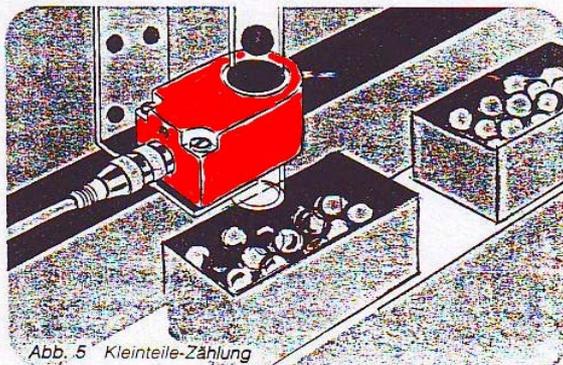


Abb. 5 Kleinteile-Zählung

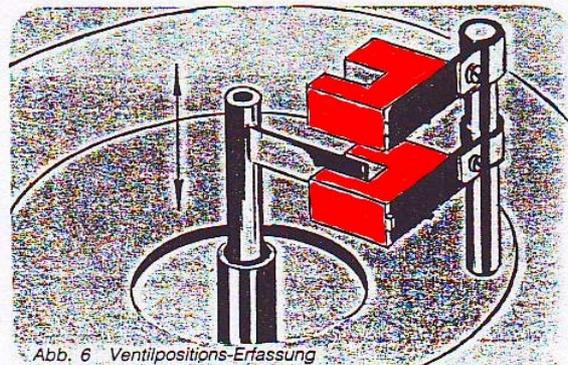


Abb. 6 Ventilpositions-Erfassung

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.6.2 Kapazitive Initiatoren

Kapazitive Sensoren arbeiten, ebenso wie induktive Sensoren, berührungslos, rückwirkungsfrei und kontaktlos. Sie ergänzen diese in Anwendungsbereichen, wo das induktive Funktionsprinzip versagt. Mit kapazitiven Sensoren lassen sich auch nicht- leitende Materialien detektieren. Kapazitive Sensoren werden hauptsächlich als Näherungsschalter angeboten.

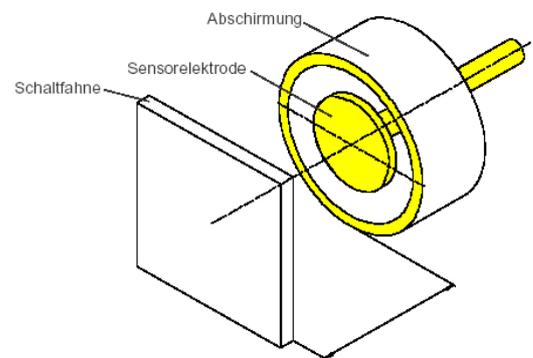


Bild 3.1: Prinzip des kapazitiven Sensors

Aktives Element eines kapazitiven Sensors ist eine Anordnung aus einer scheibenförmigen Sensorelektrode und einer becherförmigen Abschirmung (Bild 3.1). Diese beiden Elektroden bilden einen Kondensator mit einer Grundkapazität C_g . Durch Annähern einer Schaltfahne an die Sensorfläche (Abstand s) ändert sich die Kapazität um den Betrag ΔC . Der Kondensator ist Bestandteil eines RC-Generators. Dessen Ausgangsspannung ist abhängig von der wirksamen Kapazität $C_a = C_g + \Delta C$ zwischen Sensorelektrode und Schirmpotential. Bild 3.2 zeigt das Blockschaltbild eines kapazitiven Näherungsschalters. Die Generator-Ausgangsspannung wird gleichgerichtet, gefiltert und einer Störpulsunterdrückung zugeführt. Diese bildet ein Schaltsignal, das durch die Endstufe in das Ausgangssignal umgewandelt wird.

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

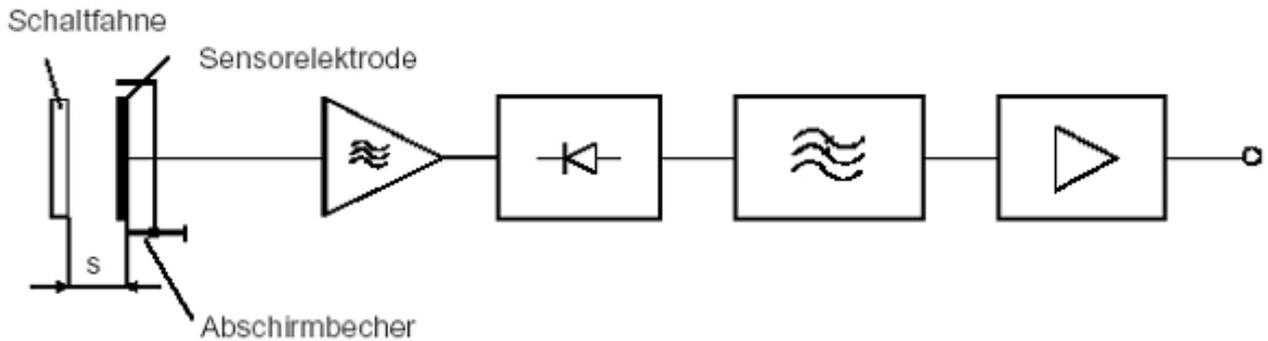


Bild 3.2: Blockschaltbild eines kapazitiven Sensors

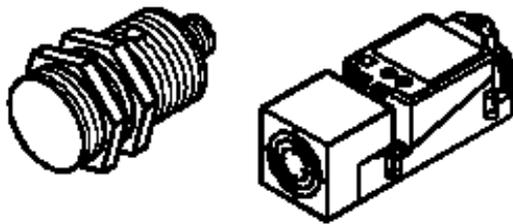


Bild 3.7: Beispiel eines zylindrischen und quaderförmigen kapazitiven Sensors

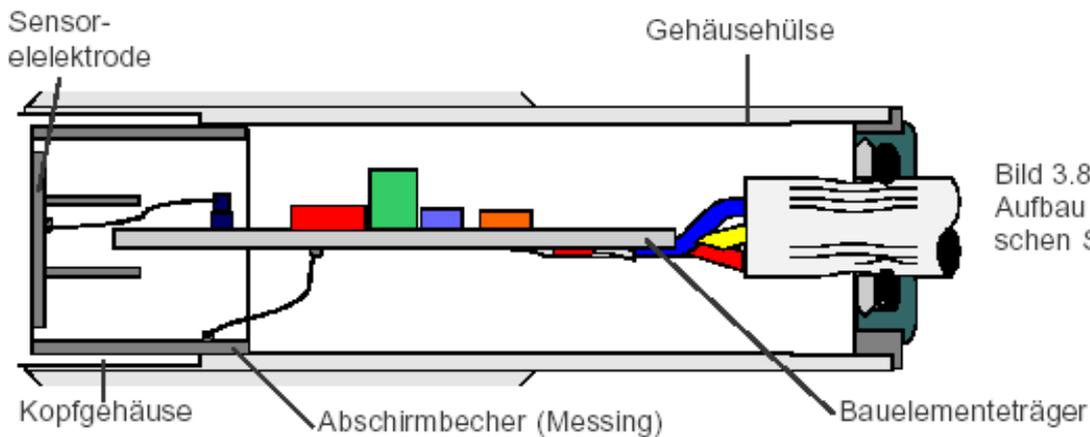


Bild 3.8: Prinzipieller Aufbau eines zylindrischen Sensors

6.6.2.1 Störeinflüsse

Hauptstörfaktor sind elektrische Wechselfelder (Leuchtstofflampen, Magnetventile, Thyristorantriebe und Rundfunksender), Temperatur, Schmutz, Staub, Feuchtigkeit

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Ingenieurwissenschaften | Mess- und Regeltechnik | Dipl.-Ing. (FH) M. Trier |
| Vertriebsingenieurwesen | Sensorik u. Messtechnik | 15. Januar 2011 |

6.6.2.2 Anwendungsbeispiele

Berührungsloses Abtasten von elektrisch leitenden und nichtleitenden Materialien:

z.B. Holz, Glas, Pappe, Kunststoff, Leder, Keramik, Flüssigkeiten, Mineralien, Metall ...

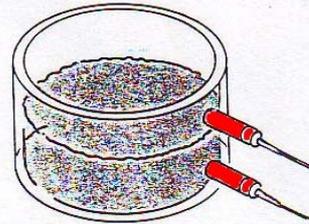


Abb. 1 Füllstandsmeldung
- Behälter aus Kunststoff oder Glas

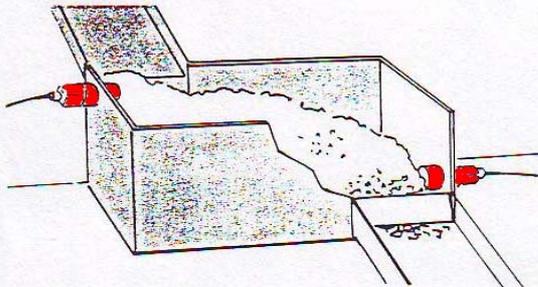


Abb. 2 Füllstands-Überwachung

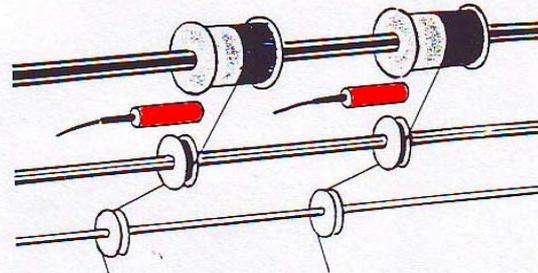


Abb. 3 Wickeldraht-Rißmeldung

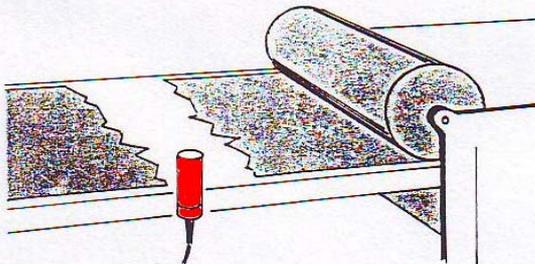


Abb. 4 Bandriß-Meldung

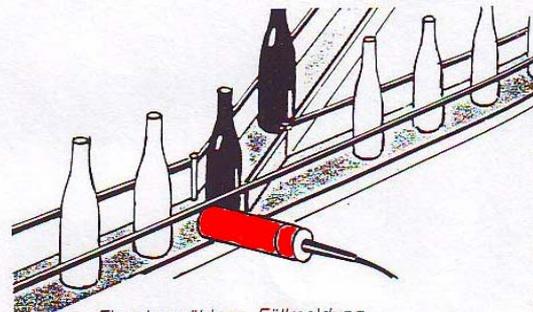


Abb. 5 Flaschenzählung, Füllmeldung

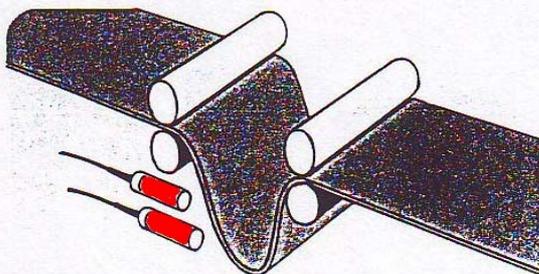


Abb. 6 Bandschlaufenregelung, Bandzugregelung

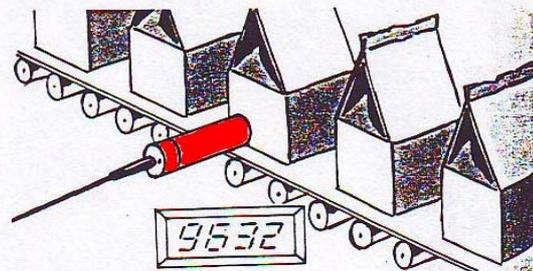


Abb. 7 Zählung, Füllmeldung