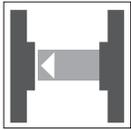


## Die Funktionsprinzipien im Überblick

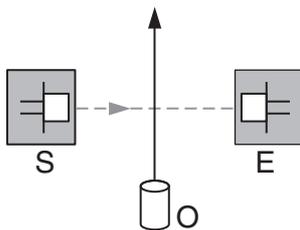
Art, Größe, Form und Oberflächeneigenschaften der zu erfassenden Objekte, der Abstand zwischen Sensor und Objekt sowie die Umgebungsbedingungen bestimmen die Auslegung des Systems und die Auswahl geeigneter Sensortypen.

### 1 Einweg-Lichtschraken



Sender und Empfänger der Einweg-Lichtschrake sind in separaten, räumlich getrennt angeordneten Gehäusen untergebracht. Der Sender (S) strahlt direkt auf den Empfänger (E). Unterbricht ein Gegenstand (O) den Lichtstrahl, sinkt die Empfängerspannung und die Schaltfunktion wird ausgelöst.

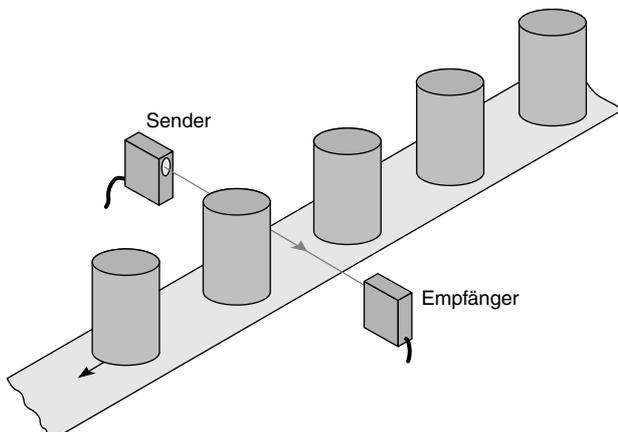
Unterbricht ein Gegenstand (O) den Lichtstrahl, sinkt die Empfängerspannung und die Schaltfunktion wird ausgelöst.



Eigenschaften:

- Erkennt undurchsichtige und spiegelnde Objekte.
- Große Reichweiten und hohe Funktionsreserve, da der Lichtstrahl die Signalstrecke nur einmal durchläuft.
- Wenig stör anfällig, daher gut geeignet für Einsätze unter erschwerten Bedingungen, z. B. Anwendungen im Freien oder in schmutzigen Umgebungen.
- Erhöhter Installationsaufwand, da beide Einheiten montiert und verkabelt werden müssen.

Typischerweise werden Einweg-Lichtschraken zur Überwachung von Produktions- und Verpackungslinien (siehe Abb.), zur Füllstandmessung in transparenten Behältnissen sowie zur Sicherung von Türen und Gefahrenbereichen eingesetzt. Der letztgenannte Anwendungsbereich ist eine Domäne der Einwegtechnik.

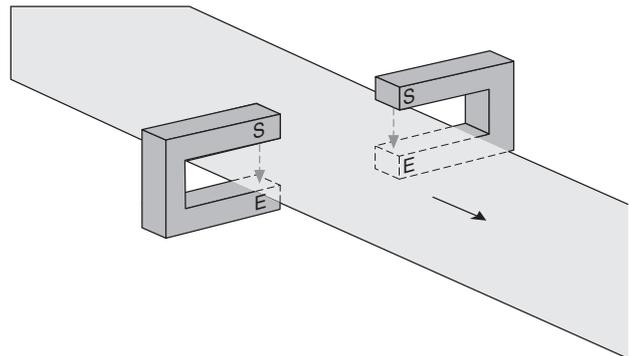


## Sonderausführungen der Einweg-Lichtschraken

### 1.1 Gabellichtschraken



Ist zwischen Sender und Empfänger nur eine geringe räumliche Distanz - wenige Millimeter oder Zentimeter (lieferbar bis 220 mm) - zu überbrücken, können beide gegenüberliegend in einem u-förmigen Gehäuse untergebracht werden. Solche Gabellichtschraken (siehe Abb.) weisen gegenüber normalen Einweg-Lichtschraken den Vorteil einer einfacheren elektrischen Installation auf, da nur ein Gerät zu verkabeln ist. Außerdem entfällt die Justierung der optischen Achsen.



### 1.2 Lichtgitter



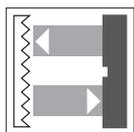
Besonders in Sicherheitsanwendungen geht es häufig darum, eine größere Fläche zu überwachen. Dies lässt sich am einfachsten durch die parallele Anordnung von mehreren Einweg-Lichtschraken erreichen. Alle Sender sind bei einem solchen Lichtgitter in einem einzigen Gehäuse zusammengefasst, ebenso alle Empfänger, deren Schaltausgänge logisch verknüpft werden. Das reduziert den Installationsaufwand im Vergleich zu einer entsprechenden Anzahl einzelner Einweg-Lichtschraken. Die Abstände zwischen den Einzelstrahlen des Gitters werden anwendungsspezifisch gewählt.

### 1.3 Rahmenlichtschraken

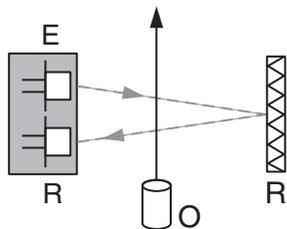


Rahmenlichtschraken eignen sich zum Befüllen und Zählen von Objekten bei Zufuhreinrichtungen. Im Unterschied zu Standard Gabel-Lichtschraken steht ein ganzes Feld zur Objekterkennung mit einer maximalen Ansprechgeschwindigkeit von 100 ms und einer minimalen Objektgröße von 1 mm zur Verfügung. Rahmenlichtschraken sind in 4 Baugrößen mit einem aktiven Bereich von 34 mm x 50 bis 142 mm x 150 mm erhältlich. Mittels Verwendung des dynamischen Modes werden nur sich bewegende Objekte erkannt.

## 2 Reflexions-Lichtschranken

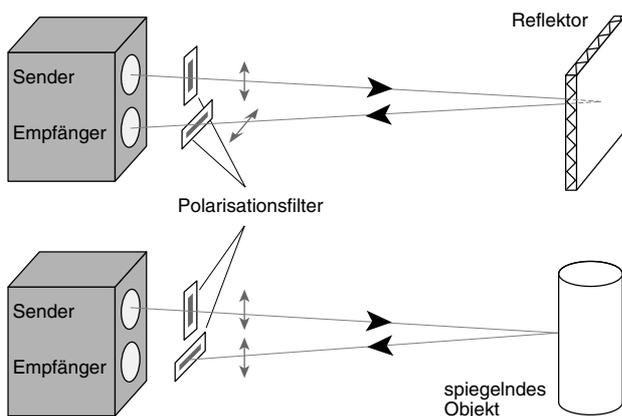


Die Reflexions-Lichtschranke enthält Sender und Empfänger in einem Gehäuse. Das Licht des Senders wird von einem Reflektor zum Empfänger zurückgestrahlt. Bei Unterbrechung des Lichtstrahls wird die Schaltfunktion ausgelöst.



### 2.1 Reflexions-Lichtschranken mit Polarisationsfilter

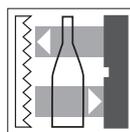
Das für Reflexionssysteme typische Problem, dass glänzende und spiegelnde Objekte nicht zuverlässig erkannt werden, lässt sich durch die Verwendung eines Polarisationsfilters beheben. Dabei werden vor Sender und Empfänger der Lichtschranke linear polarisierende Filter angebracht, deren Polarisierungsebenen senkrecht aufeinander stehen (siehe Abb.). Diese Filter legen zwei um 90° zueinander versetzte Polarisierungsebenen fest. Auf diese Weise erreichen den Empfänger nur Lichtstrahlen vom Tripel-Reflektor, da dieser die Polarisierungsebene des Lichts so verändert, dass es den Filter vor dem Empfänger ungehindert passieren kann.



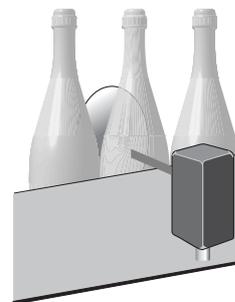
Eigenschaften:

- Erkennt undurchsichtige Objekte auch mit glänzenden und spiegelnden Oberflächen.
- Klarglaserkennung ist mit speziellen Sensoren (G-Variante) möglich.
- Geringer Installationsaufwand, da der Elektroanschluss nur auf der Lichtschrankenseite erforderlich ist.

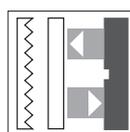
### 2.2 Reflexions-Lichtschranken für Klarglaserkennung



Für den speziellen Einsatzfall der Klarglaserkennung werden Reflexions-Lichtschranken mit reduzierter Funktionsreserve eingesetzt. Das bewirkt eine erhöhte Schaltempfindlichkeit bei nur geringfügiger Absorption durch das Glas.



### 2.3 Reflexions-Lichtschranken mit Vordergrundausblendung



Diese Lichtschranken ignorieren alle Signale von Reflektoren und hochglänzenden, spiegelnden Objekten, die sich näher am Sensor befinden als eine vorgestellte Mindestreichweite.

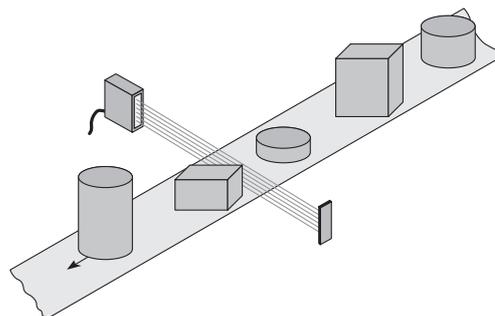
### 2.4 Flächen-Lichtschranken



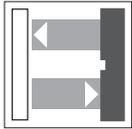
Eine Flächen-Lichtschranke enthält mehrere Sender und Empfänger in einem Gehäuse und bildet über die jeweilige Reichweite mit einem gegenüberliegenden Reflektor ein durchgehendes breites bzw. hohes Detektionsfeld.

Bei Unterbrechung der Lichtstrahlen innerhalb des Erfassungsbereiches durch ein Objekt wird die Schaltfunktion ausgelöst.

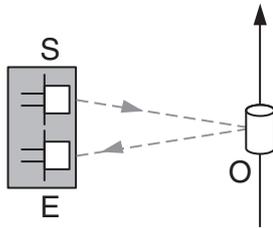
Diese Lichtschranken eignen sich somit für eine zuverlässige und lückenlose Objekterkennung unabhängig von der Objektform, -oberfläche und Objektposition ohne Fehlschaltungen. Bei Änderungen der Objektform oder Lage müssen die Sensoren nicht neu ausgerichtet werden.



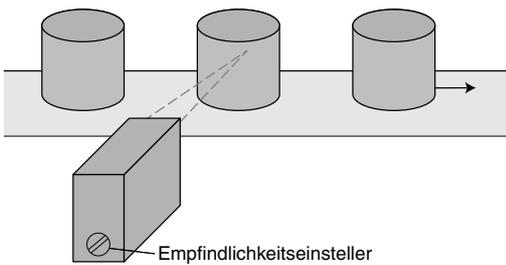
### 3 Reflexions-Lichttaster



Der Reflexions-Lichttaster ist im Prinzip wie eine Reflexions-Lichtschranke aufgebaut. Er besitzt jedoch keinen Reflektor, sondern das vom erfassten Objekt reflektierte Licht wird vom Empfänger ausgewertet.



Aufgrund der diffusen Reflexion (Remission) durch das Objekt reduziert sich die Reichweite des Lichttasters im Vergleich zur Reflexions-Lichtschranke. Man spricht hier von der Tastweite. Darunter versteht man den maximalen Abstand vom Sender, in dem ein Objekt noch zuverlässig erkannt wird.



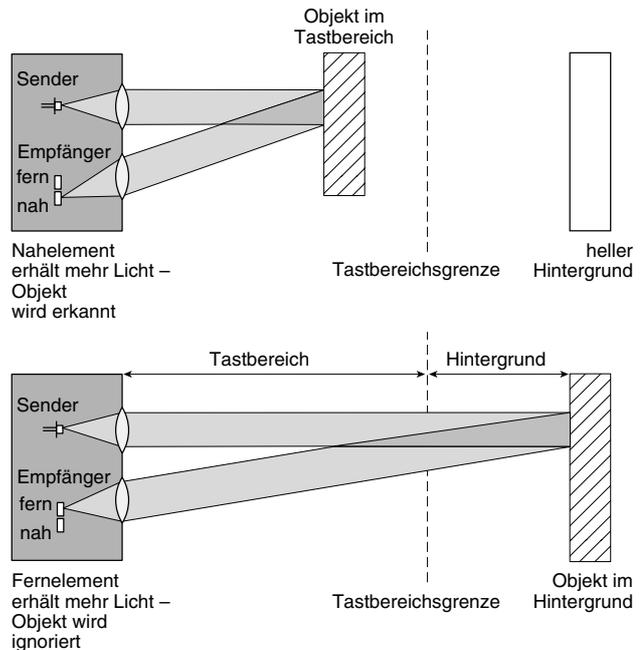
#### 3.1 Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundaussblendung (HGA)



Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundaussblendung wurden entwickelt, um eine definierte Tastweite bei beliebigen Objekten zu erreichen - unabhängig von deren Helligkeit, Farbe und sonstiger Beschaffenheit sowie der Helligkeit des Hintergrunds.

Die folgende Abbildung veranschaulicht das Funktionsprinzip eines Reflexions-Lichttasters mit Hintergrundaussblendung. Das vom Sender ausgestrahlte Licht fällt, von der Optik gebündelt, auf das Objekt. Befindet sich das Objekt innerhalb des Tastbereichs, wird ein Teil des reflektierten Lichts, von der Empfängerlinse gebündelt, auf dem Nahelement des Empfängers (N) abgebildet; der Taster gibt das Signal „eingeschaltet“ aus.

Mit zunehmendem Abstand des Objekts wandert dieser Lichtfleck in Richtung des Fernelements (F). An der Tastbereichsgrenze liegt jeweils die Hälfte des Lichtflecks auf dem Nah- und Fernelement, und der Taster meldet „aus“. Entfernt sich das Objekt weiter, fällt das Licht nur noch auf das Fernelement, der Taster signalisiert weiterhin „aus“.



Eigenschaften:

- Nahezu konstante Tastweite auf diffus reflektierende Materialien mit stark unterschiedlichen Remissionsgraden.
- Dunkle Objekte vor hellem Hintergrund werden sicher erfasst.
- Unempfindlich gegenüber Störreflexionen von Objekten außerhalb des eingestellten Tastbereiches.
- Hohe Funktionsreserve.
- Geringer Montageaufwand, da der Sensor aus einer Einheit besteht und kein Reflektor erforderlich ist.

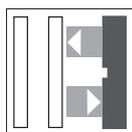
Analog zur Hintergrundaussblendung gibt es auch das Prinzip der Vordergrundaussblendung. Solche Lichttaster ignorieren alle Objekte, die sich näher am Sensor befinden als eine voreingestellte Mindesttastweite.

#### 3.2 Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundunterdrückung (HGU)



Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundunterdrückung arbeiten ähnlich wie Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundaussblendung - der Abstand zwischen Objekt und Hintergrund ist jedoch größer. Durch dieses Zugeständnis an die Trennschärfe ist es möglich diese Geräte mit einem sehr attraktiven Kosten-/Nutzen-Verhältnis anzubieten. Sie sind die erste Wahl, wo trotz hohem Kostendruck in der Anwendung nicht auf die Ausblendung eines vorhandenen Hintergrunds verzichtet werden kann.

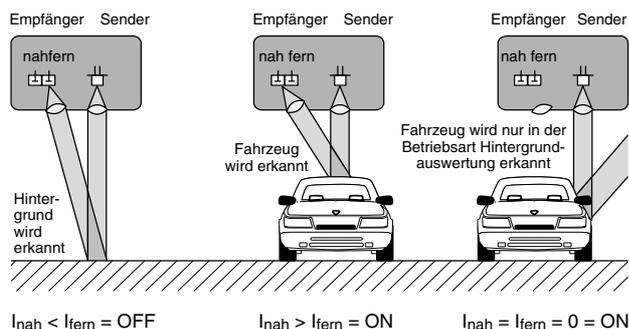
### 3.3 Reflexions-Lichttaster mit Hintergrundausswertung (HW)



Außer der Hintergrundaussblendung wird für bestimmte Anwendungsfälle auch ein in gewissem Sinne umgekehrtes Prinzip angewendet, die Hintergrundausswertung. Während das eine

Verfahren den Hintergrund ignoriert und nur auf Objekte innerhalb des Tastbereichs anspricht, wertet das andere ausschließlich das vom Hintergrund reflektierte Licht aus; nicht das Objekt, sondern der Hintergrund ist die Referenz (siehe Abb.). Unterbricht ein Objekt den Lichtweg zum Hintergrund, schaltet der Taster, unabhängig davon, ob das reflektierte Licht den Empfänger wieder erreicht und damit ein vor dem Hintergrund erkanntes Objekt signalisiert oder nicht - etwa bei spiegelnden Objekten.

Den Hintergrund auswertende Taster haben keinen Blindbereich und sind zur Erfassung schwieriger, insbesondere stark spiegelnder Objekte besonders geeignet. Außerdem sind sie im Unterschied zu Systemen mit Hintergrundaussblendung testbar und können selbstüberwachend ausgeführt werden.

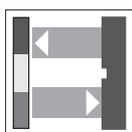


liefert für jedes dieser Teilspektren einen Intensitätswert. Die Verteilung dieser Werte spiegelt die spektralen Eigenschaften - und damit die Farbe - des Tastguts wider.

Visolux-Farbsensoren arbeiten nach dem Dreibereichsverfahren. Dabei unterscheidet man zwischen dem aktiven und dem passiven Dreibereichsverfahren.

- **Aktives Dreibereichsverfahren:**  
Das Tastgut wird mit den drei Senderfarben (rot, grün, blau) sequenziell bestrahlt. Die Menge des reflektierten Lichts wird für jede Farbe einzeln gemessen. Aus den drei Werten, die man auf diese Weise erhält, wird die Farbe des Tastobjekts eindeutig bestimmt.
- **Passives Dreibereichsverfahren**  
Das Tastgut wird mit weißem Senderlicht bestrahlt. Lichtquelle ist beispielsweise eine weiße LED. Danach werden die roten, grünen und blauen Anteile des reflektierten Lichts herausgefiltert und jeweils die Lichtmenge bestimmt. Dazu werden drei Empfänger verwendet. So ist die Farbe des Tastobjekts bestimmt.

### Sonderausführungen der Reflexions-Lichttaster



Die typische Eigenschaft des Standard-Reflexions-Lichttasters, sensibel auf die Oberflächenbeschaffenheit des Tastguts zu reagieren, macht man sich beim Druckmarkentaster und beim Farbsensor zunutze.

### 3.4 Druckmarken- oder Kontrasttaster

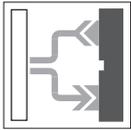
Er wertet die Helligkeitsunterschiede zwischen dem Tastgut und der darauf angebrachten Markierung aus. Dabei muss die Farbe des Sendelichts oder die Farbe der Druckmarken so gewählt werden, dass sich ein möglichst großer Kontrast ergibt. Der Taster ist nach dem Autokollimationsprinzip aufgebaut, d. h. Sender und Empfänger befinden sich auf einer gemeinsamen optischen Achse (einäugiges System).

### 3.5 Farbsensoren

Während ein Standard-Druckmarkentaster nur die Helligkeitsunterschiede in einem bestimmten, durch die Lichtfarbe des Senders vorgegebenen Spektralbereich auswertet, zerlegt der Farbsensor das vom Objekt remittierte Licht in mehrere Teilspektren und

Ausgabedatum: 31.08.2009

## 4. Lichtleitersysteme



Die optischen Eigenschaften einer Lichtschranke mit Lichtleiter entsprechen je nach Bauform denen einer Einweg-Lichtschranke oder denen eines Reflexions-Lichttasters.

Einwegsysteme verfügen über je einen Lichtleiter für Sender und Empfänger, bei Reflexionssystemen wird das Licht in einem einzigen Lichtleiter über separate Sende- und Empfangsfasern geführt.

Sender und Empfänger sind in einem Gehäuse angeordnet. Der optisch aktive Bereich wird über flexible Lichtleiter aus Glas- oder Kunststofffasern vom Gerät weg zur Abtaststelle geführt. Aufgrund ihrer kleinen optisch aktiven Flächen eignen sich Lichtleitersysteme auch für das Erkennen kleiner Details in der Nahanwendung. Hierfür gibt es auch spezielle Lichtleiter mit coaxialer oder gemischter Faseranordnung und kleinen Faserdurchmessern (Kunststofffasern: wenige 100 µm, Glasfasern: typischerweise 50 µm).

Bedingt durch den großen Öffnungswinkel am Lichtaustritt des Lichtleiters (ca. 70°) erzielt man andererseits mit Lichtleitern grundsätzlich kürzere Reich- oder Tastweiten als mit Standard-Lichtschranken oder -Lichttastern; diese lassen sich ggf. mit geeigneten Optikaufsätzen erhöhen.

### Glas oder Kunststoff?

Bei der Wahl des passenden Lichtleiters steht der Anwender unter anderem vor der Entscheidung Kunststoff- oder Glaslichtleiter. Die Eigenschaften dieser beiden Materialien sollen hier kurz umrissen werden.

### Kunststofflichtleiter

bestehen aus einer einzigen Faser, die von einem Mantel aus PVC umschlossen wird. Das geringe Gewicht und die hohe Biegeflexibilität des Lichtleitermaterials ermöglichen den Einsatz z. B. an stark bewegten Maschinenteilen. Von besonderem Vorteil ist die individuelle Konfektionierung der Fasern. Die Standardlänge beträgt 2 m. Mit Hilfe eines Cutters kann der Lichtleiter leicht auf die in Ihrer Applikation benötigte Länge gekürzt werden. Zwei verschiedene Faserdurchmesser und viele unterschiedliche Kopfstücke stehen zur Auswahl. Hier finden Sie sicher den passenden Typ für Ihre Anforderung.

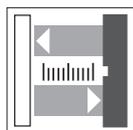
### Glasfaserlichtleiter

bestehen aus vielen einzelnen Fasern mit einem Durchmesser von jeweils ca. 50 µm. Je nach Anwendungsfall kann ein Mantel aus den Materialien Edelstahl, PVC, Metall-Silikon oder Silikon gewählt werden. Auf Grund der geringen optischen Dämpfung der Glasfaser im Vergleich zur Kunststofffaser sind hiermit größere Tast- und Reichweiten möglich. Die robuste mechanische Ausführung der Edelstahl-Ummantelung erlaubt den Einsatz auch bei hohen Temperaturen bis zu 300 °C. Bei der Auswahl an Kopfstücken, jeweils kombinierbar mit den entsprechenden Mantelmaterialien, finden Sie für jeden Anwendungsfall die richtige Lösung.

Die zu den einzelnen Sensortypen passenden Lichtleiter sind, um Ihnen die Auswahl zu vereinfachen, jeweils im Anschluss an die Sensordaten im Abschnitt „Lichtleitergeräte“ aufgeführt.



## 5 Entfernungsmessgeräte und Distanzsensoren

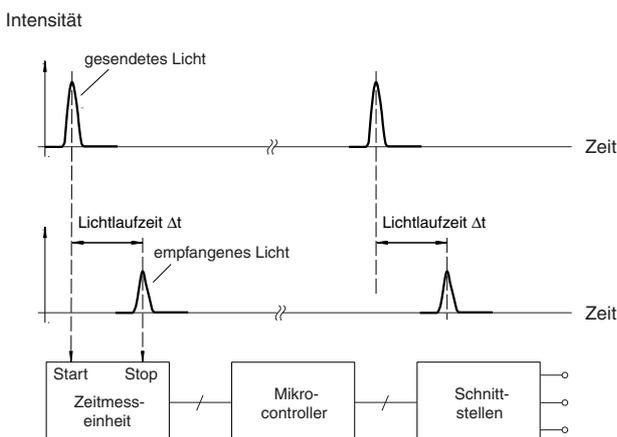


Die Laufzeit eines Lichtbündels über die Strecke Sender-Objekt-Empfänger ist ein Maß für die Distanz zum Objekt.

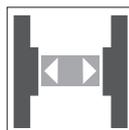
### 5.1 Pulse Ranging Technology (PRT):

Die Pulse Ranging Technology stellt eine direkte Methode zur Entfernungsmessung und Distanzmessung dar. Die Entfernung wird dabei aus der Zeitspanne  $\Delta t$  zwischen gesendetem und reflektiertem Lichtimpuls ermittelt.

Der Sender erzeugt eine Folge sehr kurzer Laserpulse. Diese breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus und reflektieren zu einem bestimmten Zeitpunkt nach dem Senden an einem Objekt oder Retroreflektor. Nach abermaligem Durchlaufen der optischen Strecke werden die reflektierten Lichtpulse vom Empfänger registriert (siehe Abb.). Die nachfolgende Zeitmessung liefert zusammen mit einem Mikrocontroller ein der gemessenen Distanz proportionales Ausgangssignal.



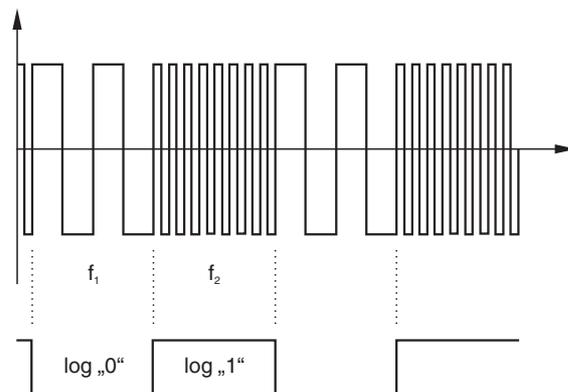
## 6 Datenlichtschranken



Datenlichtschranken dienen der kabellosen Übertragung von Informationen von einem Punkt A zu Punkt B. Dabei ist üblicherweise eine der beiden Datenlichtschranken in axialer Richtung

beweglich. Zur Übertragung über die optische Strecke wird das FSK-Verfahren (Frequency-Shift-Keying) genutzt. Das heißt die Bitinformation wird in der Trägerfrequenz codiert.

Der Empfänger filtert nun mittels sehr schmalbandig ausgelegter Schaltungen die Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  aus dem empfangenen Signal, und wandelt diese in eine Bitfolge um. Somit wird vermieden, dass überlagerte Störsignale, hervorgerufen z. B. durch Lichtblitze von Leuchtstoffröhren, die übertragene Information verfälschen. Des Weiteren ist das Verfahren recht unempfindlich gegen schwankende Signalpegel (Amplitude).



Unser Programm enthält Datenlichtschranken mit unterschiedlichen Schnittstellentypen.

- **Parallele Datenübertragung:**  
Eine Datenlichtschranke kann 8 Bit bidirektional übertragen. Dazu werden die anliegenden Signale im Gerät in eine serielle Bitfolge umgewandelt. Im Empfänger werden die Daten wieder an die parallelen Ausgänge gelegt. Zur Übertragung der Binärsignale wird die störsichere FSK-Modulation genutzt.
- **Serielle Datenübertragung (RS 232):**  
Unsere seriellen Datenlichtschranken nutzen ebenfalls das FSK-Verfahren. Die an der Schnittstelle anliegenden Daten werden protokollfrei übertragen und dann im Empfänger wieder an der seriellen Schnittstelle ausgegeben.  
Viele Geräte mit serieller Schnittstelle sind auch als Version mit rotem Senderlicht verfügbar. Diese werden immer dann eingesetzt, wenn parallele Übertragungstrecken aufgebaut werden sollen, und eine gegenseitige Beeinflussung mit der benachbarten infraroten Strecke ausgeschlossen werden soll.
- PROFIBUS DP, RS422