



(10) **DE 10 2016 120 389 B3** 2017.09.07

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 120 389.0**  
 (22) Anmeldetag: **26.10.2016**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **07.09.2017**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481 (2006.01)**  
**G01S 17/42 (2006.01)**  
**G08C 23/06 (2006.01)**  
**G02B 6/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**SICK AG, 79183 Waldkirch, DE**

(74) Vertreter:  
**Hehl, Ulrich, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 79183  
Waldkirch, DE**

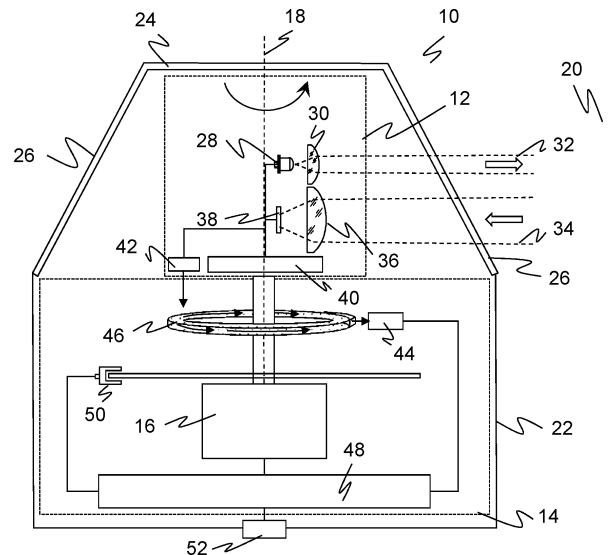
(72) Erfinder:  
**Gimpel, Hartmut, Dr., 79194 Gundelfingen, DE;  
Jägel, Matthias, 79104 Freiburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	197 57 849	B4
DE	24 41 359	A1
DE	101 14 362	A1
DE	195 02 989	A1
DE	10 2013 111 547	A1
DE	10 2014 107 353	A1
US	7 187 823	B2
US	2007 / 0 196 045	A1
EP	2 388 619	A1

(54) Bezeichnung: **Optoelektronischer Sensor und Verfahren zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronischer Sensor (10) zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich (20) mit einem Lichtsender (28) zum Ausenden eines Sendelichtstrahls (32), einem Lichtempfänger (38) zum Erzeugen eines Empfangssignals aus dem remittierten Licht (34), einer gegenüber einer Sockeleinheit (14) beweglichen Abtasteinheit (12) zur periodischen Abtastung des Überwachungsbereichs (20), einer Auswertungseinheit (40, 48) zur Erfassung von Informationen über Objekte in dem Überwachungsbereich (20) sowie einer optischen Datenschnittstelle (42, 44, 46) angegeben, wobei eine optische Datenübertragungseinheit (42, 44) an einer Koppelstelle (54) des Lichtleiters (46) angeordnet ist. Eine andere optische Datenübertragungseinheit (44, 42) ist so angeordnet, dass sie den Lichtleiter (46) im Verlauf der periodischen Bewegung der Abtasteinheit (12) über zumindest einen Teil seiner Längserstreckung überstreicht, und der Lichtleiter (46) ist für eine Koppelung von Licht über seine Längserstreckung ausgebildet.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen optoelektronischen Sensor, insbesondere einen Laserscanner sowie ein Verfahren zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 beziehungsweise 11.

**[0002]** Optoelektronische Systeme und besonders Laserscanner eignen sich für Abstandsmessungen über einen großen horizontalen Winkelbereich. In einem Laserscanner überstreicht ein von einem Laser erzeugter Lichtstrahl mit Hilfe einer Ablenkeinheit periodisch einen Überwachungsbereich. Das Licht wird an Objekten in dem Überwachungsbereich remittiert und in dem Scanner ausgewertet. Aus der Winkelstellung der Ablenkeinheit wird auf die Winkellage des Objektes und aus der Lichtlaufzeit unter Verwendung der Lichtgeschwindigkeit zusätzlich auf die Entfernung des Objektes von dem Laserscanner geschlossen.

**[0003]** Mit den Winkel- und Entfernungsangaben ist der Ort eines Objektes in dem Überwachungsbereich in zweidimensionalen Polarkoordinaten erfasst. Damit lassen sich die Positionen von Objekten ermitteln oder durch mehrere Antastungen desselben Objekts an verschiedenen Stellen dessen Kontur bestimmen. Neben solchen Messanwendungen werden Laserscanner auch in der Sicherheitstechnik zur Überwachung einer Gefahrenquelle eingesetzt, wie sie beispielsweise eine gefährliche Maschine darstellt. Ein derartiger Sicherheitslaserscanner ist aus der DE 43 40 756 A1 bekannt. Dabei wird ein Schutzfeld überwacht, das während des Betriebs der Maschine vom Bedienpersonal nicht betreten werden darf. Erkennt der Laserscanner einen unzulässigen Schutzfeldeingriff, etwa ein Bein einer Bedienperson, so löst er einen Nothalt der Maschine aus. In der Sicherheitstechnik eingesetzte Sensoren müssen besonders zuverlässig arbeiten und deshalb hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen, beispielsweise die Norm EN13849 für Maschinensicherheit und die Geräternorm EN61496 für berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS).

**[0004]** Die Abtastung der Überwachungsebene in einem Laserscanner wird üblicherweise dadurch erreicht, dass der Sendestrahl auf einen rotierenden Drehspiegel oder ein Polygonspiegelrad trifft. Lichtsender, Lichtempfänger sowie zugehörige Elektronik und in der Regel auch die Optik sind im Gerät fest montiert und vollziehen die Drehbewegung nicht mit. Durch den Spiegel ergeben sich sehr hohe Anforderungen an die Ausrichtung der Lichtsender und Lichtempfänger zur Drehachse. Abweichungen davon führen zu einer verbogenen Überwachungsebene. Außerdem sind solche Optikeinheiten baugroß, weil sich immer ein Teil der Objektweite über den Spiegel bis zur Empfangsoptik in das Gerät erstreckt.

**[0005]** Es ist auch bekannt, den Drehspiegel durch eine mitbewegte Abtasteinheit zu ersetzen. Beispielsweise rotiert in der DE 197 57 849 B4 der gesamte Messkopf mit Lichtsender und Lichtempfänger. Ein derartiges drehendes Modul kann den Sendelaser samt seiner elektronischen Ansteuerung, die Sendeoptik, die Empfangsoptik, den Lichtempfänger samt seiner elektronischen Ausleseelektronik und gegebenenfalls auch noch Analog- und Digital-elektronik enthalten, um die elektronischen Rohsignale auszuwerten. Die DE 10 2013 111 547 A1 schlägt vor, mehrere Sender-/Empfängermodule in einer drehenden Abtasteinheit unterzubringen, die auch für unterschiedliche Messprinzipien ausgebildet sein können.

**[0006]** Bei solchen Konzepten mit drehendem Messmodul muss für eine Energie- und Datenübertragung zwischen dem ruhenden und bewegten Geräteteil gesorgt werden. In der EP 2 388 619 A1 wird die rotierende Abtasteinheit nach dem Transformationsprinzip von den drehfesten Bereichen des Sensors mit Energie versorgt, während die Datenübertragung drahtlos per Funk oder auf optischem Wege erfolgt. Näher ausgeführt sind diese drahtlosen Schnittstellen dann aber nicht. Eine Funkübertragung, etwa ähnlich zu der WLAN-Technologie, ist stör anfällig gegen elektromagnetische Felder aus der Umgebung des Geräts, und außerdem entsteht störender Funk in die Umgebung.

**[0007]** Aus der DE 101 14 362 A1 ist ein hybrides Laserscanner-System für Entfernungsmessung bekannt, dessen Lichtsender sich in einem durchgehend rotierenden Teil befindet. Zur Informationsübertragung zu dem stationären Teil dienen Sendeempfänger, wobei die optische Strecke durch eine Bohrung in der Achse des Systems gewährleistet ist. Dafür ist unter anderem ein nicht mitrotierender Lichtleiter vorgesehen.

**[0008]** Die US 7 187 823 B2 beschreibt ein System zur Übertragung von Leistung und einem optischen Signal zwischen Komponenten eines Überwachungsgeräts. Dabei rotieren zwei Ringkerne zueinander, die als Transformator zur berührungslosen Energieversorgung arbeiten, während die optische Übertragung über einen Lichtleiter durch deren Zentrum erfolgt. Dieses System erfordert einen besonderen Antrieb mit Hohlwelle.

**[0009]** In der DE 10 2014 107 353 A1 ist für die Datenübertragung ein Lichtleiter vorgesehen, der dezentral an der Haube beziehungsweise Frontscheibe verläuft. Die Kopplung erfolgt dabei zentral nach oben. In einer Ausführungsform dient die Haube selbst als Lichtleiter.

**[0010]** Die US 2007/0196045 A1 offenbart ein Verfahren zur Kopplung eines elektromagnetischen Si-

gnals zwischen einer Signalquelle und einem Wellenleiter in Relativbewegung. Dazu wird ein fokussierter Lichtstrahl aus einem bewegten System seitlich in einen ruhenden Wellenleiter eingekoppelt, der dann in dem Wellenleiter an dessen Ende propagiert und dort empfangen wird. Der Wellenleiter kann für ein rotierendes System zu einem Kreis gerollt werden, wobei dann ein Ende offen bleibt, an dem die Auskopplung erfolgt.

**[0011]** Die DE 195 02 989 A1 befasst sich mit einer Vorrichtung zur Informationsübertragung mit optischen Signalen zwischen einer Sende- und Empfangseinheit, die relativ zueinander bewegbar sind. Dabei wird eine an sich bekannte gebogene Lichtleiterfaser durch einen Materialstrang ohne innere Spannungen ersetzt, welcher eine der Trajektorie der Sendeeinheit angepasste vorgefertigte Kontur aufweist. Gedacht ist dabei unter anderem an eine ringförmige Außenkontur bei rechteckigem Querschnitt für rotierende Geräteteile.

**[0012]** Auch in der DE 24 41 359 A1 wird eine Anordnung zur kontaktlosen Signalübertragung zwischen relativ zueinander bewegten Teilen vorgestellt, die einen ringförmigen Lichtleiter aufweist.

**[0013]** Weiterhin bekannt ist ein berührungsloser Datenaustausch über induktive oder kapazitive Kopplung. Dabei werden vergleichsweise großflächige Elektronikkomponenten wie Spulen oder Kondensatoren benötigt, und es sind Störungen durch äußere Wechselfelder denkbar. Außerdem ist die erzielbare Datenrate begrenzt.

**[0014]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Datenübertragung zwischen ruhendem und bewegtem Geräteteil eines gattungsgemäßen Sensors zu verbessern.

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch einen optoelektronischen Sensor sowie ein Verfahren zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich nach Anspruch 1 beziehungsweise 11 gelöst. Der Sensor weist eine Abtasteinheit auf, die gegenüber einer Sockeleinheit periodisch bewegt wird, um den Überwachungsbereich abzutasten. Über eine optische Datenschnittstelle werden Daten zwischen Abtasteinheit und Sockeleinheit ausgetauscht. Dabei befindet sich eine erste Datenübertragungseinheit in der Abtasteinheit und eine zweite Datenübertragungseinheit in der Sockeleinheit, und ein Lichtleiter überträgt die Daten. Vorzugsweise bewegt sich die erste Datenübertragungseinheit mit der Abtasteinheit und die zweite Datenübertragungseinheit ruht in der Sockeleinheit. Zusätzliche Bewegungen mindestens einer der Datenübertragungseinheiten, so dass diese sich weder relativ zu der Abtasteinheit noch zu der Sockeleinheit in Ruhe befindet, sind aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen.

**[0016]** Die Erfindung geht nun von dem Grundgedanken aus, den Lichtleiter so zu gestalten, dass für eine Kopplung mit den Datenübertragungseinheiten keine feste Relativposition notwendig ist. Der Lichtleiter ist für eine Kopplung von Licht über seine Längserstreckung ausgebildet. Mindestens eine Datenübertragungseinheit überstreicht im Verlauf der periodischen Bewegung der Abtasteinheit den Lichtleiter und koppelt an verschiedenen Stellen. Je nach Kommunikationsrichtung zwischen Sockeleinheit und Abtasteinheit soll Licht in den Lichtleiter eingekoppelt oder aus dem Lichtleiter ausgekoppelt werden. Die dafür erforderlichen Lichtleitereigenschaften können dieselben sein, also Kopplung über die Längserstreckung, oder es gibt auf einer Seite eine feste Koppelstelle.

**[0017]** Es genügt im Prinzip, wenn an mehreren Positionen des Lichtleiters Licht aus- oder eingekoppelt werden kann, vorzugsweise ist dies aber über die gesamte von der mindestens einen optischen Datenübertragungseinheit überstrichene Längserstreckung oder sogar den gesamten Lichtleiter möglich, damit dieser einfach und homogen hergestellt werden kann. Dabei muss die mindestens eine Datenübertragungseinheit nicht unbedingt die gesamte Längserstreckung überstreichen.

**[0018]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass auf einfache Weise die Übertragung von Daten zwischen einem bewegten und einem ruhenden System ermöglicht wird. Da der Lichtleiter für die Kommunikation mit der mindestens einen Datenübertragungseinheit keiner festen Koppelposition bedarf, ist eine außeraxiale optische Datenübertragung möglich und keine Hohlwelle erforderlich, beziehungsweise dies kann für andere Zwecke wie eine Energieübertragung genutzt werden. Die optische Datenschnittstelle kann im Vergleich zu elektronischer Datenübertragung hohe Datenraten erreichen, beispielsweise mit einer LED etwa 100 Mbit/s, mit einem Laser auch 10 Gbit/s und mehr. Der optische Kommunikationskanal lässt sich auch deutlich besser gegen Störeinflüsse abschirmen als ein elektronischer Hochfrequenz-Kommunikationskanal, deshalb sind auch höhere Netto-Datenraten zu erwarten. Da pro Übertragungsweg nur ein einziger Datenlichtsender und Datenlichtempfänger notwendig ist und ein Lichtleiter mit den geforderten Eigenschaften sehr einfach hergestellt werden kann, ist die erfindungsgemäße Datenschnittstelle auch eine kostengünstige Lösung.

**[0019]** Der Lichtleiter weist eine Koppelstelle auf, an dem eine der Datenübertragungseinheiten relativ zu dem Lichtleiter ruhend angeordnet ist. Da der Lichtleiter über seine gesamte Längserstreckung für eine Kopplung von Licht ausgebildet ist, können die Datenübertragungseinheiten praktisch beliebig zu dem Lichtleiter angeordnet sein und sich relativ dazu in unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegen oder

ruhen. Vorzugsweise wird sich aber eine der Datenübertragungseinheiten relativ zu dem Lichtleiter in Ruhe befinden. Dann kann die Anordnung an einer dedizierten Koppelstelle erfolgen, und diese Koppelung ist deutlich effizienter.

**[0020]** Der Lichtleiter ist bevorzugt in der Sockeleinheit angeordnet, so dass die zweite optische Datenübertragungseinheit relativ zu dem Lichtleiter ruht, insbesondere an der Koppelstelle angeordnet ist, und die erste Datenübertragungseinheit den Lichtleiter im Verlauf der periodischen Bewegung überstreicht, oder der Lichtleiter ist in der Abtasteinheit angeordnet, so dass die erste optische Datenübertragungseinheit relativ zu dem Lichtleiter ruht, insbesondere an der Koppelstelle angeordnet ist und die zweite Datenübertragungseinheit den Lichtleiter im Verlauf der periodischen Bewegung überstreicht. Je nach Ausführungsform vollzieht also der Lichtleiter die periodische Bewegung der Abtasteinheit mit oder nicht. Dementsprechend befindet sich entweder die erste Datenübertragungseinheit oder die zweite Datenübertragungseinheit relativ zu dem Lichtleiter in Ruhe und kann an der definierten Koppelstelle angeordnet werden. Die jeweilige andere Datenübertragungseinheit, also die zweite Datenübertragungseinheit beziehungsweise die erste Datenübertragungseinheit, nimmt dann die andere Rolle ein, welche den Lichtleiter im Verlauf der periodischen Bewegung überstreicht.

**[0021]** Die erste Datenübertragungseinheit weist bevorzugt einen Datenlichtsender und die zweite Datenübertragungseinheit einen Datenlichtempfänger auf oder umgekehrt. Demnach sind beide Varianten der Kommunikationsrichtung von der Abtasteinheit zur Sockeleinheit oder umgekehrt denkbar.

**[0022]** Bevorzugt weisen die erste Datenübertragungseinheit und die zweite Datenübertragungseinheit jeweils einen Datenlichtsender und einen Datenlichtempfänger auf. Dann sind beide Übertragungsrichtungen und somit eine bidirektionale Kommunikation möglich. Noch bevorzugter arbeiten die jeweiligen Paare aus Datenlichtsender und Datenlichtempfänger mit unterschiedlichen Wellenlängen, beziehungsweise sind die erste Datenübertragungseinheit und die zweite Datenübertragungseinheit für ein Wellenlängenmultiplexing ausgebildet. So können Daten auch gleichzeitig in beide Richtungen übertragen werden, ohne sich gegenseitig zu stören, und es wird eine bidirektionale Kommunikation mit Voll-duplex möglich.

**[0023]** Der Lichtleiter ist als Lichtleiterring ausgebildet. Dabei ist die Längserstreckung vorzugsweise die Umfangsrichtung. Besonders bevorzugt ist der Lichtleiterring in einer Ebene senkrecht zu einer Achse angeordnet, um die sich die Abtasteinheit gegenüber der Sockeleinheit bewegt, insbesondere mit der Ach-

se durch die Mitte des Lichtleiterrings. Weiter bildet der Lichtleiterring bevorzugt einen Kreisring. Ohne Neigung, Exzentrizität oder elliptische Form ist die Relativposition und damit Abstand und Blickwinkel der relativ zu dem Lichtleiter bewegten Datenübertragungseinheit in allen Phasen der Bewegung vergleichbar. Dadurch wird eine stabile Datenübertragung erleichtert.

**[0024]** Die Koppelstelle weist bevorzugt einen tangential von dem Lichtleiterring weitergeführten Lichtleiterstummel auf. Das ermöglicht eine zuverlässige Kopplung und eine geeignete Position der relativ zu dem Lichtleiter ruhenden Datenübertragungseinheit. Dennoch handelt es sich nur um eine von zahlreichen denkbaren Ausgestaltungsmöglichkeiten der Koppelstelle.

**[0025]** Der Lichtleiter weist bevorzugt fluoreszierendes Material auf. Noch bevorzugter besteht der Lichtleiter insgesamt aus fluoreszierendem Material. Das Fluoreszenzverhalten sorgt dafür, dass ein relativ zu dem Lichtleiter bewegter Datenlichtsender an praktisch beliebiger Stelle Licht in den Lichtleiter einkoppeln kann. Bei umgekehrter Datenrichtung bewirkt die Fluoreszenz ein Leuchten und damit Auskoppeln über den Lichtleiter hinweg. Die Wellenlänge der optischen Kommunikation und das fluoreszierende Material sind bevorzugt aufeinander abgestimmt, um einen ausreichenden Fluoreszenzeffekt zu erreichen.

**[0026]** Der Lichtleiter ist bevorzugt als gefärbtes Spritzteil oder durch Fräsen aus einer gefärbten Kunststoffscheibe hergestellt. Dabei ist die Farbe bevorzugt fluoreszierend. Der Lichtleiter kann auf diese Weise besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden. Alternativ kommt jegliches transparente Material wie Glas mit entsprechender Färbung in Betracht.

**[0027]** Der Lichtleiter weist bevorzugt ein Lichtleitermaterial mit Volumenstreuung auf. Die Volumenstreuung kann beispielsweise durch entsprechende Partikel im Lichtleitermaterial erreicht werden. So wird Licht in den Lichtleiter hinein beziehungsweise bei umgekehrter Kommunikationsrichtung aus dem Lichtleiter heraus gestreut.

**[0028]** Der Lichtleiter weist bevorzugt eine raue Oberfläche auf. Eine raue Oberfläche schafft kleine, über den Lichtleiter verteilte Koppelstellen. Vorzugsweise wird der Lichtleiter nur auf der Seite aufgeraut, die zu der überstreichenden Datenübertragungseinheit hin gerichtet ist, also insbesondere auf der Oberseite oder Unterseite.

**[0029]** Der Lichtsender und/oder der Lichtempfänger ist vorzugsweise in der Abtasteinheit angeordnet. Die Abtasteinheit bildet dann einen drehenden Messkopf. Die optische Datenübertragung dient insbeson-

dere dazu, den Lichtsender anzusteuern, etwa mit Sendemustern, und/oder das Empfangssignal auszuwerten. In der Abtasteinheit können auch Messsignale vorverarbeitet werden, und prinzipiell sind auch weitere Aufgaben bis hin zu der gesamten Datenverarbeitung in der Abtasteinheit denkbar.

**[0030]** Die Abtasteinheit weist bevorzugt mehrere Sender-Empfänger-Module mit jeweils einem Lichtsender und einem Lichtempfänger auf. Dadurch wird in einer Periode der Bewegung mehr Information erfasst. Die mitbewegten Module können auf unterschiedlichen Messprinzipien beruhen, wie Bildfassung, binärer Objekterfassung oder Abstandsmessung, oder in Aufbau oder Konfiguration variieren. Nicht-optische Messungen ohne Lichtsender und Lichtempfänger wie Radar sind auch denkbar.

**[0031]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf ähnliche Weise weitergebildet werden und zeigt dabei ähnliche Vorteile. Derartige vorteilhafte Merkmale sind beispielhaft, aber nicht abschließend in den sich an die unabhängigen Ansprüche anschließenden Unteransprüchen beschrieben.

**[0032]** Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile beispielhaft anhand von Ausführungsformen und unter Bezug auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert. Die Abbildungen der Zeichnung zeigen in:

**[0033]** Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Laserscanner; und

**[0034]** Fig. 2 eine schematische dreidimensionale Darstellung eines Lichtleiterringes zur optischen Datenübertragung in einem Laserscanner.

**[0035]** Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung durch einen optoelektronischen Sensor in einer Ausführungsform als Laserscanner **10**. Der Laserscanner **10** umfasst in grober Aufteilung eine bewegliche Abtasteinheit **12** und eine Sockeleinheit **14**. Die Abtasteinheit **12** ist der optische Messkopf, während in der Sockeleinheit **14** weitere Elemente wie eine Versorgung, Auswertungs elektronik, Anschlüsse und dergleichen untergebracht sind. Im Betrieb wird mit Hilfe eines Antriebs **16** der Sockeleinheit **14** die Abtasteinheit **12** in eine Drehbewegung um eine Drehachse **18** versetzt, um so einen Überwachungsbereich **20** periodisch abzutasten. Prinzipiell ist auch eine schwenkende Hin- und Herbewegung denkbar. Der Laserscanner **10** ist in einem Gehäuse **22** untergebracht, welches nach oben hin durch eine Haube **24** mit einer um die Drehachse **18** umlaufenden Frontscheibe **26** abgeschlossen ist. Gehäuse **22** und Haube **24** könnten anders als dargestellt auch als Teil der Sockeleinheit **14** aufgefasst werden, da sie wie die Sockeleinheit **14** ruhen.

**[0036]** In der Abtasteinheit **12** erzeugt ein Lichtsender **28** mit Hilfe einer Sendeoptik **30** einen Sendelichtstrahl **32**, der in den Überwachungsbereich **20** ausgesandt wird. Trifft der Sendelichtstrahl **32** in dem Überwachungsbereich **20** auf ein Objekt, so kehrt ein entsprechender Lichtstrahl als remittiertes Licht **34** zu dem Laserscanner **10** zurück. Das remittierte Licht **34** wird von einer Empfangsoptik **36** auf einen Lichtempfänger **38** geführt und dort in ein elektrisches Empfangssignal gewandelt. Das Empfangssignal wird an eine Vorverarbeitungseinheit **40** übergeben und dort beispielsweise verstärkt, gefiltert, digitalisiert und dergleichen. Die Vorverarbeitungseinheit **40** kann auch andere Funktionen wie die Ansteuerung des Lichtsenders **28** übernehmen oder in anderen Ausführungsformen nicht vorhanden sein.

**[0037]** Die Anordnung innerhalb der Abtasteinheit **12** ist ohnehin rein beispielhaft zu verstehen. So wäre alternativ jede andere an sich von einstrahligen optoelektronischen Sensoren oder Laserscannern bekannte Anordnung wie etwa eine Doppel linse mit Sendeoptik im Zentrum einer Empfangs linse oder die Verwendung eines Strahlteilerspiegels möglich. Auch können in der Abtasteinheit **12** mehrere Sender-/Empfängermodule übereinander und/oder mit Winkelversatz vorhanden sein, die gleichartige oder verschiedene optische Messungen, wie Objekterfassung, Abstandsmessung oder Bildfassung, oder auch nicht optische Messungen wie Radar leisten. Für solche Ausgestaltungsmöglichkeiten wird ergänzend auf die einleitend zitierte DE 10 2013 111 547 A1 verwiesen.

**[0038]** Zwischen bewegter Abtasteinheit **12** und ruhender Sockeleinheit **14** ist eine optische Datenschnittstelle vorgesehen, die eine erste optische Datenübertragungseinheit **42** der Abtasteinheit **12**, eine zweite optische Datenübertragungseinheit **44** der Sockeleinheit **14** und einen beispielsweise ringförmig gestalteten Lichtleiter **46** aufweist. Durch Pfeile ist eine beispielhafte Kommunikationsrichtung von der ersten Datenübertragungseinheit **42** über den Lichtleiter **46** zu der zweiten Datenübertragungseinheit **44** dargestellt. Funktionsweise und Varianten der gezeigten optischen Datenschnittstelle werden weiter unten anhand der Fig. 2 näher erläutert. Über die optische Datenschnittstelle stehen die Vorverarbeitungseinheit **40** oder, falls diese nicht vorhanden ist, unmittelbar Lichtsender **28** und/oder Lichtempfänger **38** mit einer Auswertungs einheit **48** der Sockeleinheit **14** in Verbindung. Dabei kann die Steuer- und Auswertungs funktionalität weitgehend frei zwischen Vorverarbeitungseinheit **40** und Auswertungs einheit **48** verteilt sein, wird aber so beschrieben, als sei maßgeblich die Auswertungs einheit **48** dafür zuständig.

**[0039]** Die Auswertungs einheit **48** wertet das Empfangssignal aus, steuert den Antrieb **16** und erhält das Signal einer Winkelmesseinheit **50**, welche die je-

weilige Winkelstellung der Abtasteinheit **12** bestimmt. Zur Auswertung wird vorzugsweise mit einem Lichtlaufzeitverfahren die Distanz zu einem angetasteten Objekt gemessen. Dazu wird in einem phasenbasierten System das Sendelicht des Lichtsenders **28** moduliert und eine Phasenbeziehung zu dem Empfangssignal des Lichtempfängers **38** ausgewertet. Alternativ werden in einem puls-basierten System kurze Lichtpulse zu einem Sendezeitpunkt als Sendelicht ausgesandt und aus dem Empfangssignal deren Empfangszeitpunkt ermittelt. Dabei sind sowohl Einzelpulsverfahren, die jeweils aus einem einzigen Sendepuls eine Entfernung bestimmen, als auch Pulsmittelungsverfahren denkbar, in denen das Empfangssignal nach einer Vielzahl aufeinanderfolgender Sendepulse gesammelt und statistisch ausgewertet wird. Die jeweilige Winkelstellung, unter welcher der Sendelichtstrahl **32** jeweils ausgesandt wurde, ist von der Winkelmesseinheit **50** ebenfalls bekannt. Somit stehen nach jeder Scanperiode, insbesondere Umdrehung der Abtasteinheit **12**, über den Winkel und die Entfernung zweidimensionale Polarkoordinaten aller Objektpunkte in einer Abtastebene zur Verfügung.

**[0040]** Damit sind die Objektpositionen beziehungsweise Objektkonturen bekannt und können über eine Sensorschnittstelle **52** ausgegeben werden. Die Sensorschnittstelle **52** oder ein weiterer, nicht gezeigter Anschluss dienen umgekehrt als Parametrierschnittstelle. Bei Anwendungen in der Sicherheitstechnik werden Schutzfelder, die in dem Überwachungsbereich **20** konfiguriert werden können, auf unzulässige Eingriffe überwacht, und daraufhin wird gegebenenfalls ein sicherheitsgerichtetes Abschaltsignal über die dann sicher ausgebildete Schnittstelle **52** (z. B. OSSD, Output Signal Switching Device) ausgegeben.

**[0041]** Der Lichtsender **28** kann als einfache Lichtquelle, etwa in Form einer Halbleiterdiode, aber auch als beispielsweise zeilen- oder matrixförmige Anordnung zahlreicher Lichtquellen aufgebaut sein. Entsprechend kann es sich bei dem Lichtempfänger **38** um eine einfache Empfangsfläche, etwa einer Photodiode, oder um eine beispielsweise zeilen- oder matrixförmige Anordnung von Lichtempfangselementen handeln, wie einen CCD- oder CMOS-Chip. Damit entsteht dann nicht nur ein einzelner Abtaststrahl, sondern eine entsprechende Vielzahl zur Aufnahme von zweidimensionalen Bilddaten oder dreidimensionalen Bilddaten mit Hilfe eines Lichtlaufzeitverfahrens. Prinzipiell können nahezu beliebige Sensoreinheiten in der Abtasteinheit **12** rotieren und so den Überwachungsbereich **20** erfassen. Es besteht auch die Möglichkeit, die Abtasteinheit **12** zusätzlich zu verkippen oder mehrere übereinander angeordnete Lichtsender **28** beziehungsweise Lichtempfänger **38** oder eine insbesondere entfernungsmessende Ka-

merazeile rotieren zu lassen, um einen dreidimensionalen Raumbereich abzutasten.

**[0042]** Fig. 2 zeigt eine schematische dreidimensionale Darstellung der optischen Datenschnittstelle mit einem als Ring ausgebildeten Lichtleiter **46**. Wie in Fig. 1 zu erkennen, ruht der Lichtleiter **46** in dieser Ausführungsform mit der Sockeleinheit **14**. Der Ring ist so angeordnet, dass die Drehachse **18** durch seinen Mittelpunkt verläuft. Der Lichtleiter **46** ist mit einem Fluoreszenzfarbstoff eingefärbt. Die Wellenlänge des für die optische Datenübertragung genutzten Lichts ist so gewählt, dass das Licht gut von dem Fluoreszenzfarbstoff absorbiert wird und Fluoreszenz anregt. Diese Wellenlänge unterscheidet sich vorzugsweise zugleich von derjenigen des Lichtsenders **28**, um eine gegenseitige Beeinflussung durch Streulicht wirkungsvoll zu unterdrücken, wobei zusätzlich entsprechende bandbegrenzende optische Filter vorgesehen sein können.

**[0043]** Die in dieser Ausführungsform als Datenlichtsender, beispielsweise LED oder Laser, ausgestaltete erste Datenübertragungseinheit **42** bewegt sich mit der Abtasteinheit **12**. Dabei wird während der Bewegung der Abtasteinheit **12** der Lichtleiter **46** in seiner Längserstreckung, hier in Umfangsrichtung, überstrichen und dementsprechend aus verschiedenen Positionen angeleuchtet. Fig. 2 zeigt beispielhaft fünf durchnummerierte, nacheinander eingenommene Positionen. Während der Bewegung kann der Datenlichtsender codierte Lichtsignale aussenden und damit den Lichtleiter **46** beleuchten. Dieses Licht wird von dem Fluoreszenzfarbstoff in dem Lichtleiter **46** absorbiert und danach als Fluoreszenzlicht wieder emittiert. Dieser Fluoreszenzvorgang streut das Licht gleichmäßig in alle Raumrichtungen. Ein großer Anteil bleibt durch Totalreflexion im Lichtleiter **46** gefangen und wird, wie durch einen großen Pfeil angedeutet, im Lichtleiter **46** geleitet. Ohne den Fluoreszenzvorgang dagegen würde fast alles Licht den Lichtleiter **46** einfach wieder auf der gegenüberliegenden Seite verlassen, da aus der Einstrahlrichtung die Winkelbedingung für Totalreflexion nicht erfüllt ist.

**[0044]** An einer Stelle weist der Lichtleiter **46** eine Koppelstelle **54** auf. Dort ist die Formgebung gezielt so, dass keine Totalreflexion mehr stattfindet, sondern das dorthin geleitete Licht gut ausgekoppelt und abgestrahlt wird. In Fig. 2 ist dafür ein tangential an dem Ring angeordneter Lichtleiterstummel beziehungsweise eine Koppelrampe vorgesehen. Die Geometrie oder prinzipielle Vorgehensweise, um an einer einzelnen Stelle eine Koppelstelle **54** zu schaffen, kann sich stark von der exemplarisch gezeigten Koppelrampe unterscheiden.

**[0045]** Die in dieser Ausführungsform als Datenlichtempfänger ausgebildete zweite Datenübertragungseinheit **44** ist an der Koppelstelle **54** angeordnet

und empfängt so die codierten Lichtsignale aus dem Lichtleiter **46**. Wie der Lichtleiter **46** ruht auch die zweite Datenübertragungseinheit **44** mit der Sockeleinheit **14**, so dass sich die Anordnung zwischen der Koppelstelle und der zweiten Datenübertragungseinheit **44** durch die Bewegung der Abtasteinheit **12** nicht verändert.

**[0046]** Die in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsform erläutert den Erfindungsgedanken, soll aber nicht einschränkend verstanden werden. Es sind viele Variationen denkbar. Zwar ist häufig die wichtigere Kommunikationsrichtung von der Abtasteinheit **12** zur Sockeleinheit **14** wie dargestellt, da ohne das Empfangssignal oder eine aus dem Empfangssignal gewonnene Information keine Messinformation ausgegeben werden kann. Die andere Kommunikationsrichtung ist aber auch möglich.

**[0047]** Dazu gibt es zwei Möglichkeiten. Einmal kann der Lichtleiter **46**, statt in der Sockeleinheit **14** zu ruhen, auch mit der Abtasteinheit **12** bewegt werden. Dann kann die erste Datenübertragungseinheit **42** als Datenlichtempfänger ausgebildet sein und an der Koppelstelle **54** angeordnet werden, da beides mitbewegt ist und folglich relativ zueinander ruht. Die zugehörige als Datenlichtsender ausgebildete zweite Datenübertragungseinheit **44** ruht in der Sockeleinheit **14**, bewegt sich aber relativ zu dem in der Abtasteinheit **12** bewegten Lichtleiter **46**, so dass sich im Grunde dasselbe Funktionsprinzip ergibt wie in **Fig. 2**.

**[0048]** Es kann aber auch der Lichtweg umgekehrt werden. Hierzu wird das Licht an der Koppelstelle **54** von einem Datenlichtsender eingekoppelt. Das durch Totalreflexion im Lichtleiter **46** geführte Licht wird dann entlang des gesamten Umfangs durch den Fluoreszenzfarbstoff zunächst absorbiert und dann wieder abgestrahlt. Der Lichtleiter **46** leuchtet folglich überall entsprechend der Codierung des eingekoppelten Lichts. Daher kann ein bezüglich des Lichtleiters **46** bewegter Datenlichtempfänger in jeder Phase der Bewegung Licht von dem Lichtleiter **46** empfangen. Diese Art der Übertragung ist möglicherweise weniger effizient, aber für einen Laserscanner **10** ausreichend. Der umgekehrte Lichtweg ist sowohl für einen in der Sockeleinheit **14** ruhenden als auch einen mit der Abtasteinheit **12** mitbewegten Lichtleiter **46** möglich.

**[0049]** Es gibt somit zumindest vier Varianten der Datenschnittstelle. **Fig. 1** zeigt einen bewegten Datenlichtsender, der einen ruhenden Lichtleiter **46** über dessen Längserstreckung beleuchtet, wobei an der Koppelstelle **54** ein ruhender Datenlichtempfänger sitzt. Es kann zweitens umgekehrt ein Datenlichtsender ruhen und einen bewegten Lichtleiter **46** über dessen Längserstreckung beleuchten, an dessen Koppelstelle **54** ein mitbewegter Datenlichtempfänger sitzt. Drittens kann ein ruhender Datenlichtsender

an der Koppelstelle **54** eines ruhenden Lichtleiters **46** angeordnet sein, der daraufhin Licht über seine Längserstreckung abstrahlt, das von einem bewegten Datenlichtempfänger empfangen wird. Schließlich kann viertens umgekehrt ein bewegter Datenlichtsender an der Koppelstelle **54** eines mitbewegten Lichtleiters **46** vorgesehen sein, woraufhin der Lichtleiter **46** über seine Längserstreckung leuchtet und deshalb ein ruhender Datenlichtempfänger das Licht während der gesamten Bewegung empfangen kann.

**[0050]** Im Prinzip ist es nicht einmal erforderlich, dass eine der Datenübertragungseinheiten **42**, **44** relativ zu dem Lichtleiter **46** ruht. Es können sich auch, wenn man die Effizienzverluste in Kauf nimmt, der jeweilige Datenlichtsender und Datenlichtempfänger einer Kommunikationsverbindung relativ zu dem Lichtleiter **46** bewegen, da dieser über seinen Umfang beziehungsweise seine Längserstreckung überall Licht ein- und auskoppelt. Anschaulich ausgedrückt wird der Lichtleiter **46** in Relativbewegung durch den Datenlichtsender zum Leuchten gebracht, und dieses Leuchten wird von dem Datenlichtempfänger ebenfalls in Relativbewegung zu dem Lichtleiter **46** registriert und ausgewertet. Eine feste Koppelstelle **54** gibt es dann nicht, und der Lichtleiter **46** kann als symmetrischer Ring ausgebildet sein.

**[0051]** Eine derartige doppelte Bewegung gegenüber dem Lichtleiter **46** ist in einem üblichen 2D-Laserscanner, in dem die einzige Bewegung diejenige der Abtasteinheit **12** gegenüber der Sockeleinheit **14** ist, vermutlich eher ungewöhnlich, weil sich typischerweise die Datenübertragungseinheiten **42**, **44** und der Lichtleiter **46** entweder relativ zu der Abtasteinheit **12** oder der Sockeleinheit **14** in Ruhe befinden. Beispielsweise für einen 3D-Laserscanner kann das aber sinnvoll sein, in dem auch innerhalb der Abtasteinheit **12** dagegen bewegliche Komponenten vorgesehen sind, mit denen kommuniziert werden soll, wobei sich eine Datenübertragungseinheit **42**, **44** mit diesen Komponenten bewegt und der Lichtleiter **46** beispielsweise relativ zu der Abtasteinheit **12** ruht.

**[0052]** Außerdem ist die Variante mit einem Lichtleiter **46** ohne Koppelstelle **54** auch ohne die geschilderte Doppelbewegung denkbar. Dabei geht Koppel-effizienz verloren, dafür besteht Wahlfreiheit, an welcher Stelle sich die bezüglich des Lichtleiters **46** ruhende Datenübertragungseinheit **42**, **44** befindet.

**[0053]** Weiterhin ist denkbar, dass die Datenübertragungseinheiten **42**, **44** jeweils für Senden und Empfangen ausgebildet sind, beispielsweise als jeweils ein Paar nebeneinander angeordneter Datenlichtsender und Datenlichtempfänger. Damit ist dann eine bidirektionale Kommunikation möglich, die sowohl den Effekt nutzt, dass über die Längserstreckung des Lichtleiters **46** eingekoppeltes Licht an der Koppelstelle **54** empfangen werden kann, als auch umge-

kehrt, dass der Lichtleiter **46** durch an der Koppelstelle **54** eingestrahktes Licht über seine Längserstreckung zum Leuchten gebracht werden kann. Der Lichtleiter **46** kann dabei in verschiedenen Ausführungsformen in der Sockeleinheit **14** ruhen oder mit der Abtasteinheit **12** mitbewegt sein. Eine bidirektionale Kommunikation ist nützlich, um nicht nur Messdaten auszulesen, sondern beispielsweise auch den Lichtsender **28** anzusteuern oder sich mit der Vorverarbeitungseinheit **40** zu verbinden. Um eine bidirektionale Kommunikation zu ermöglichen, ist entweder ein Zeitmultiplexing mit Zeitfenstern für die eine und andere Datenrichtung oder ein Vollduplex-Datenlink beispielsweise durch Wellenlängenmultiplexing vorstellbar. Alternativ kann ein weiterer Datenkanal unabhängig von der optischen Datenschnittstelle geschaffen werden.

**[0054]** Der fluoreszierende Lichtleiter **46** kann sehr einfach als gefärbtes Spritzteil oder als Frästeil aus einer fluoreszierenden Kunststoffscheibe hergestellt werden. Ein Lichtleiter **46** aus Glas oder einem anderen transparenten Material ist aber auch möglich. Statt des Fluoreszenzfarbstoffs in dem Lichtleiter **46** kann zur Lichtkopplung auch ein Lichtleitermaterial mit Volumenstreuung verwendet werden, das beispielsweise viele kleine Partikel im Material aufweist. Ein einfacher eingefärbter Kunststoff ist aber in der Regel einfacher herzustellen und zu bearbeiten. Eine weitere Alternative zu einem Fluoreszenzfarbstoff ist eine am Lichtleiter ausgeführte Oberflächenrauigkeit, die vorzugsweise nur in der Richtung vorgesehen ist, in der über die Längserstreckung gekoppelt werden soll, also im Beispiel der **Fig. 1** die Oberseite. Eine derartige Rauigkeit kann aber weniger wirkungsvoll und schwerer zu kontrollieren sein als ein Farbstoff im Material. Es können auch mehrere der genannten Maßnahmen gleichzeitig genutzt werden, um einen geeigneten Lichtleiter **46** zu erhalten.

**[0055]** Prinzipiell ist eine außeraxiale optische Datenübertragung auch ohne einen Lichtleiter **46** möglich. Dazu werden mehrere Datenlichtsender oder Datenlichtempfänger ringförmig angeordnet, so dass durch deren gleichzeitigen Betrieb über die Bewegung der Abtasteinheit **12** hinweg Lichtkontakt mit dem jeweiligen Gegenstück geschaffen wird und immer mindestens ein Datenlichtsender einen Datenlichtempfänger trifft. Der Lichtleiter **46** spart jedoch demgegenüber Datenlichtsender beziehungsweise Datenlichtempfänger ein.

### Patentansprüche

1. Optoelektronischer Sensor (**10**) zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich (**20**), insbesondere Laserscanner, mit einem Lichtsender (**28**) zum Aussenden eines Sendelichtstrahls (**32**), einem Lichtempfänger (**38**) zum Erzeugen eines Empfangssignals aus dem von Objekten in dem Überwa-

chungsbereich (**20**) remittierten Licht (**34**), einer Sockeleinheit (**14**), einer gegenüber der Sockeleinheit (**14**) beweglichen Abtasteinheit (**12**) zur periodischen Abtastung des Überwachungsbereichs (**20**) mit dem Sendelichtstrahl (**32**), einer Auswertungseinheit (**40**, **48**) zur Erfassung von Informationen über Objekte in dem Überwachungsbereich (**20**) anhand des Empfangssignals sowie einer optischen Datenschnittstelle (**42**, **44**, **46**) mit einer ersten optischen Datenübertragungseinheit (**42**) der Abtasteinheit (**12**), einer zweiten optischen Datenübertragungseinheit (**44**) der Sockeleinheit (**14**) und einem Lichtleiter (**46**), um Daten zwischen der Sockeleinheit (**14**) und der Abtasteinheit (**12**) auszutauschen, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine der optischen Datenübertragungseinheiten (**42**, **44**) so angeordnet ist, dass sie den als geschlossenen Lichtleiterring ausgebildeten Lichtleiter (**46**) im Verlauf der periodischen Bewegung der Abtasteinheit (**12**) über zumindest einen Teil seiner Längserstreckung überstreicht, dass der Lichtleiter (**46**) für eine Koppelung von Licht über seine Längserstreckung ausgebildet ist und dass der Lichtleiterring eine Koppelstelle (**54**) aufweist, an dem eine der Datenübertragungseinheiten (**42**, **44**) relativ zu dem Lichtleiter (**46**) ruhend angeordnet ist.

2. Sensor (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Lichtleiter (**46**) in der Sockeleinheit (**14**) angeordnet ist, so dass die zweite optische Datenübertragungseinheit (**44**) relativ zu dem Lichtleiter (**46**) ruhend, insbesondere an einer Koppelstelle (**54**) der Lichtleiters (**46**), angeordnet ist und die erste Datenübertragungseinheit (**42**) den Lichtleiter (**46**) im Verlauf der periodischen Bewegung überstreicht, oder wobei der Lichtleiter (**46**) in der Abtasteinheit (**12**) angeordnet ist, so dass die erste optische Datenübertragungseinheit (**42**) relativ zu dem Lichtleiter (**46**) ruhend, insbesondere an einer Koppelstelle (**54**) des Lichtleiters (**46**), angeordnet ist und die zweite Datenübertragungseinheit (**44**) den Lichtleiter (**46**) im Verlauf der periodischen Bewegung überstreicht.

3. Sensor (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Datenübertragungseinheit (**42**) einen Datenlichtsender aufweist und die zweite Datenübertragungseinheit (**44**) einen Datenlichtempfänger aufweist oder umgekehrt.

4. Sensor (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Datenübertragungseinheit (**42**) und die zweite Datenübertragungseinheit (**44**) jeweils einen Datenlichtsender und einen Datenlichtempfänger aufweisen.

5. Sensor (**10**) nach Anspruch 1, wobei die Koppelstelle (**54**) einen tangential von dem Lichtleiterring weitergeführten Lichtleiterstummel aufweist.



6. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter (46) fluoreszierendes Material aufweist.

7. Sensor (10) nach Anspruch 6, wobei der Lichtleiter (46) als gefärbtes Spritzteil oder durch Fräsen aus einer gefärbten Kunststoffscheibe hergestellt ist.

8. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter (46) ein Lichtleitermaterial mit Volumenstreuung aufweist.

9. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter (46) eine raue Oberfläche aufweist.

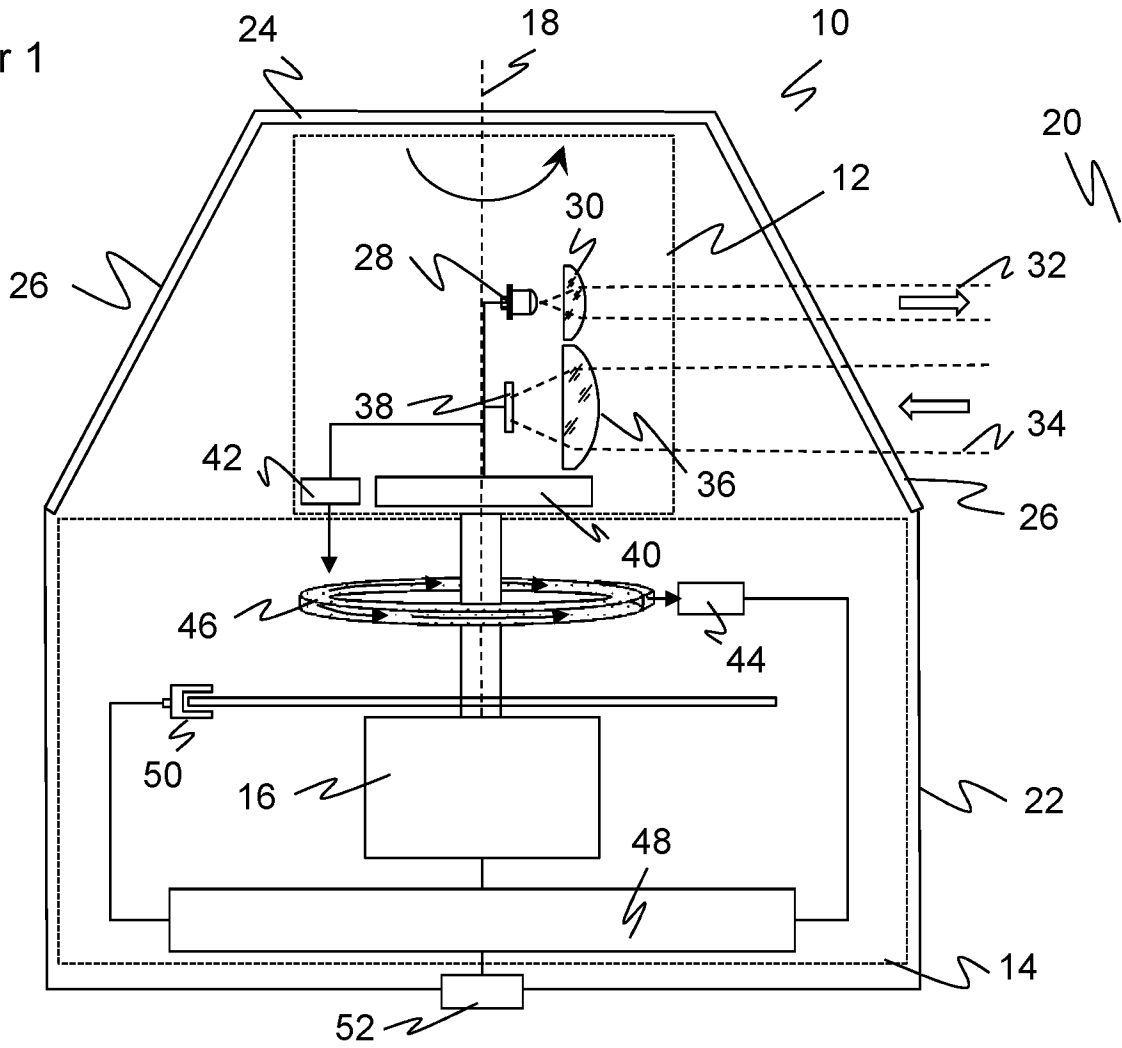
10. Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abtasteinheit (12) mehrere Sender-Empfänger-Module mit jeweils einem Lichtsender (28) und einem Lichtempfänger (38) aufweist.

11. Verfahren zur Erfassung von Objekten in einem Überwachungsbereich (20), bei dem ein Sendelichtstrahl (32) ausgesandt und mit dem Sendelichtstrahl (32) über eine gegenüber einer Sockeleinheit (14) bewegliche Abtasteinheit (12) der Überwachungsbereich (20) periodisch abgetastet wird, aus dem von Objekten in dem Überwachungsbereich (20) remittierten Licht (34) ein Empfangssignal erzeugt und zur Erfassung von Informationen über Objekte in dem Überwachungsbereich (20) ausgewertet wird, wobei zwischen der Sockeleinheit (14) und der Abtasteinheit (12) über eine optische Datenschnittstelle (42, 44, 46) Daten ausgetauscht werden, die eine erste optische Datenübertragungseinheit (42) der Abtasteinheit (12), eine zweite optische Datenübertragungseinheit (44) der Sockeleinheit (14) und einen Lichtleiter (46) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der optischen Datenübertragungseinheiten (42, 44) den als geschlossenen Lichtleiterring ausgebildeten Lichtleiter (46) im Verlauf der periodischen Bewegung der Abtasteinheit (12) über zumindest einen Teil seiner Längserstreckung überstreicht und zum Datenaustausch Licht in den Lichtleiter (46) über dessen Längserstreckung einkoppelt oder Licht von dem über seine Längserstreckung Licht auskoppelnden Lichtleiter (46) empfängt und die andere Datenübertragungseinheit (44, 42) ruhend an einer Koppelstelle (54) des Lichtleiterrings angeordnet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1



Figur 2

