



(10) **DE 10 2016 118 102 A1** 2018.03.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 118 102.1**  
(22) Anmeldetag: **26.09.2016**  
(43) Offenlegungstag: **29.03.2018**

(51) Int Cl.: **G02B 23/26** (2006.01)  
**G02B 23/24** (2006.01)  
**A61B 1/00** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Henke-Sass, Wolf GmbH, 78532 Tuttlingen, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte GEYER, FEHNERS & PARTNER  
mbB, 80687 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Mattes, Andreas, 78589 Dürbheim, DE; Rehe,  
Oliver, 78573 Wurmlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

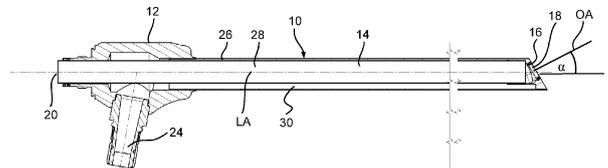
DE	10 2007 044 663	B3
DE	10 2014 111 069	A1
US	2015 / 0 094 539	A1
US	4 850 342	A
JP	2012- 141 418	A

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Endoskop und Verfahren zum Fixieren eines Bündels von Lichtleitern in einem Schaft eines Endoskops**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein Endoskop (10) mit einem Hauptteil (12) und einem mit dem Hauptteil (12) verbundenen Schaft (14), welcher sich entlang einer Längsachse (LA) erstreckt, wobei der Schaft (14) ein Mantelrohr (26), ein Innenrohr (28) zur Aufnahme eines Objektivs (18) und ein Bündel von Lichtleitern (31) umfasst, wobei das Innenrohr (28) an einem distalen Ende (16) einen Innenrohrkopf (32) aufweist, welcher einen ersten Anlageabschnitt (34) und einen zweiten Anlageabschnitt (36), der mit dem ersten Anlageabschnitt (34) durch ein Verbindungselement (38) verbunden ist, umfasst, wobei der erste Anlageabschnitt (34) eine erste Anlagefläche (42), an dem das Bündel von Lichtleitern (31) anliegt, aufweist und der zweite Anlageabschnitt (36) eine zweite Anlagefläche (44), an dem das Bündel von Lichtleitern (31) anliegt, aufweist, wobei zur Ausrichtung des Bündels von Lichtleitern (31) an dem distalen Ende (16) ein Bereich der ersten Anlagefläche (42) und/oder ein Bereich der zweiten Anlagefläche (44) nicht-parallel zu der Längsachse (LA) verlaufen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Endoskop mit einem Hauptteil und einem mit dem Hauptteil verbundenen Schaft, welcher sich entlang einer Längsachse erstreckt, wobei der Schaft ein Mantelrohr, ein in dem Mantelrohr angeordnetes Innenrohr zur Aufnahme eines Objektivs und Bündel von Lichtleitern, die in dem Schaft zwischen dem Mantelrohr und dem Innenrohr entlang der Längsachse verlaufen, umfasst.

**[0002]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Fixieren eines Bündels von Lichtleitern in einem Schaft eines Endoskops durch Bereitstellen eines Mantelrohrs, welches sich entlang einer Längsachse erstreckt, und durch Bereitstellen eines Innenrohrs.

**[0003]** Endoskope werden z. B. verwendet, um von außen nicht sichtbare Körperöffnungen optisch zu untersuchen. Dazu weisen aus dem Stand der Technik bekannte Endoskope einen Schaft und ein Hauptteil auf. An einem distalen Ende des Schafts, also ein dem Hauptteil abgewandten Ende des Schafts, ist ein Objektiv vorgesehen und an dem Hauptteil ein Okular. Das distale Ende des Schafts wird in die Körperöffnung eingeführt und das Innere der Körperöffnung wird über das Objektiv und das Okular abgebildet. Um die Körperöffnung auch seitlich einer Längsachse des Schafts zu beobachten, ist es bei bekannten Endoskopen vorgesehen, eine optische Achse des Objektivs schräg zu der Längsachse des Schafts anzuordnen; die optische Achse des Objektivs und die Längsachse des Schaftes schließen demnach einen Winkel ein.

**[0004]** Ferner ist es bei Endoskopen bekannt, Lichtleiter durch den Schaft zu führen, mittels welchen das Körperinnere beleuchtet werden kann. Um die Lichtleiter an dem distalen Ende des Schafts hinsichtlich der Orientierung des Objektivs auszurichten, ist es bekannt, einen Keil am distalen Ende des Schafts zwischen die Lichtleiter und einem Rohr des Schaftes bei der Montage des Endoskops einzuführen, so dass die Lichtleiter annähernd parallel zu der optischen Achse an dem distalen Ende ausgerichtet werden.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Endoskop und ein Verfahren zum Fixieren eines Bündels von Lichtleitern in einem Schaft eines Endoskops bereitzustellen, das besonders zuverlässig und schnell hergestellt bzw. durchgeführt werden kann.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch das Endoskop gemäß Anspruch 1 und das Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0007]** Die Erfindung betrifft ein Endoskop, welches ein Hauptteil und einen mit dem Hauptteil verbundenen Schaft aufweist, welcher sich entlang einer Längsachse erstreckt. Der Schaft umfasst ein Mantelrohr, ein in dem Mantelrohr angeordnetes Innenrohr zur Aufnahme eines Objektivs und ein Bündel von Lichtleitern, die in dem Schaft zwischen dem Mantelrohr und dem Innenrohr entlang der Längsachse verlaufen. Das Innenrohr weist an einem von dem Hauptteil abgewandten, distalen Ende einen Innenrohrkopf auf, welcher einen ersten Anlageabschnitt und einen zweiten Anlageabschnitt, der mit dem ersten Anlageabschnitt durch ein Verbindungselement verbunden ist, umfasst. Der erste Anlageabschnitt weist eine erste Anlagefläche, an dem das Bündel von Lichtleitern anliegt, und der zweite Anlageabschnitt eine zweite Anlagefläche, an dem das Bündel von Lichtleitern anliegt und welche der ersten Anlagefläche wenigstens bereichsweise gegenüberliegt, auf. Zur Ausrichtung des Bündels von Lichtleitern aus der Längsachse an dem distalen Ende verlaufen ein Bereich der ersten Anlagefläche und/oder ein Bereich der zweiten Anlagefläche nicht-parallel zu der Längsachse.

**[0008]** Vorteil des Endoskops ist, dass die Anordnung des Bündels von Lichtleitern an dem distalen Ende besonders einfach und zuverlässig dadurch gelingt, dass das Bündel von Lichtleitern zwischen den Bereichen der ersten und zweiten Anlagefläche, die sich gegenüberliegen, angeordnet wird. Dadurch, dass sich die entsprechenden Bereiche der ersten und zweiten Anlagefläche gegenüberliegen, kann eine provisorische Fixierung der relativen Lage der Lichtleiter zueinander erreicht werden. Das Einführen des Bündels von Lichtleitern zusammen mit dem Innenrohr in das Mantelrohr des Schafts kann dadurch erleichtert, da das Verrutschen der Lichtleiter zueinander erschwert ist. Gleichzeitig ist das Bündel von Lichtleitern an dem distalen Ende hinsichtlich der Orientierung des Objektivs ausgerichtet, da die erste Anlagefläche und/oder die zweite Anlagefläche gegenüber der Längsachse geneigt sind. Dies bedeutet, dass durch das Vorsehen des ersten Anlageabschnitts und des zweiten Anlageabschnitts das Einführen des Bündels von Lichtleitern vereinfacht werden kann und gleichzeitig die Ausrichtung des Bündels von Lichtleitern erreicht wird. Insbesondere durch die provisorische Anordnung des Bündels von Lichtleitern zwischen der ersten Anlagefläche und der zweiten Anlagefläche ist ein präzises Ausrichten des Bündels von Lichtleitern an dem distalen Ende möglich. Das nachträgliche Einführen eines Keils, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, führte oft zu Verschiebungen in dem Bündel von Lichtleitern, so dass diese neu angeordnet werden müssen, während oder nachdem der Keil eingeführt wurde. Dies bedeutet, dass im Stand der Technik das Bündel von Lichtleitern zum Einführen in das Mantelrohr angeordnet wurde, dann der Keil eingebracht wurde und

während oder anschließend oftmals das Bündel von Lichtleitern neu angeordnet werden muss. Bei dem Endoskop gemäß der Erfindung ist die Positionierung der Lichtleiter nur einmal notwendig, wobei durch das Bereitstellen von zwei Anlageflächen, die sich gegenüberliegen, die Anordnung deutlich vereinfacht werden kann, da das Bündel von Lichtleitern zwischen der ersten Anlagefläche und der zweiten Anlagefläche eingeklemmt werden kann.

**[0009]** Das Endoskop dient vorzugsweise zur Untersuchung einer Körperöffnung und weist optional abgesehen von dem distalen Ende einen Aufbau auf, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist. Das Hauptteil kann mittels Fügen mit dem Schaft verbunden sein, insbesondere Schweißen, Hartlöten oder Kleben. An dem Hauptteil kann ein Okular vorgesehen sein, welches zusammen mit einem an dem distalen Ende vorgesehenen Objektiv sowie optional mit in dem Schaft und/oder in dem Hauptteil angeordneten Linsen eine Abbildungsoptik bilden, mittels welcher das Innere einer Körperöffnung abgebildet werden kann. Das Okular ist an einem proximalen Ende des Endoskops vorgesehen.

**[0010]** An dem Hauptteil kann ferner ein optischer Anschluss vorgesehen sein, von welchem sich das Bündel von Lichtleitern bis zu dem distalen Ende erstreckt und mittels welchem Strahlung in das Bündel von Lichtleitern eingekoppelt werden kann. Dazu wird beispielsweise der optische Anschluss mit einer Lichtquelle, wie beispielsweise einer LED-Lichtquelle oder einer Halogen-Lichtquelle, verbunden.

**[0011]** Der Schaft erstreckt sich entlang der Längsachse, wobei sich auch das Innenrohr, das Bündel von Lichtleitern und das Mantelrohr entlang der Längsachse erstrecken; dies gilt insbesondere nicht für einen Bereich an dem distalen Ende des Endoskops. Das Mantelrohr stellt die Außenfläche des Schafts dar und in dessen Innenraum sind das Bündel von Lichtleitern und das Innenrohr angeordnet. In dem Innenrohr können Linsen, Stablinen oder andere optische Elemente der Abbildungsoptik angeordnet sein. Der Lichtleiter kann eine optische Faser aus einem Polymer oder ähnlichen Materialien umfassen. Der Lichtleiter kann so ausgebildet sein, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Das Bündel umfasst insbesondere zwei oder mehr Lichtleiter, die an dem distalen Ende enden und dort das an dem optischen Anschluss eingekoppelte Licht abgeben, so dass an dem distalen Ende eine Vielzahl von Lichtquellen entsteht. Das Mantelrohr und/oder das Innenrohr sowie der Innenrohrkopf können aus einem metallischen Material, insbesondere Edelstahl, hergestellt sein.

**[0012]** Der Innenrohrkopf kann einstückig mit dem Innenrohr ausgebildet sein, jedoch ist es bevorzugt, dass das Innenrohr und der Innenrohrkopf zweiteilig ausgebildet sind. Optional ist der Innenrohrkopf mit-

tels eines Fügeprozesses, wie beispielsweise Hartlöten, Kleben oder Schweißen, mit dem Innenrohr verbunden. Der Innenrohrkopf selbst kann als einstückige Einheit ausgebildet sein. Der Innenrohrkopf dient optional zur Fixierung des Objektivs und trägt zur Anordnung des Bündels von Lichtleitern bei. Um das Bündel von Lichtleitern an dem distalen Ende zu fixieren, können der Innenrohrkopf und das Bündel von Lichtleitern sowie optional das Mantelrohr mit Klebstoff verbunden sein.

**[0013]** Das Innenrohr, vorzugsweise der Innenrohrkopf, weist vorzugsweise der erste Anlageabschnitt, weist optional eine Objektivaufnahme auf, in welchem das Objektiv angeordnet ist. Beispielsweise weist die Objektivaufnahme ein Gewinde auf, mittels welchem das Objektiv eingeschraubt werden kann. Eine optische Achse des Objektivs kann sich von dem Objektiv in Richtung des distalen Endes zu dem abzubildenden Objekt vor dem distalen Ende des Objektivs erstrecken. Die optische Achse ist insbesondere derart angeordnet, dass diese einen Winkel mit der Längsachse einschließt, wodurch ein Endoskop mit einem Blickwinkel von ungleich  $0^\circ$  bezogen auf die Längsachse bereitgestellt werden kann. Der Blickwinkel kann in einem Bereich von  $5^\circ$  bis  $80^\circ$ , bevorzugt von  $15^\circ$  bis  $70^\circ$  und weiter bevorzugt von  $25^\circ$  bis  $60^\circ$  liegen. Es sind auch Werte von  $30^\circ$  bis  $45^\circ$  oder  $50^\circ$  möglich. Ein Öffnungswinkel eines abbildbaren Bereichs kann z. B.  $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$  oder  $\pm 20^\circ$  bezogen auf die optische Achse sein. Der Blickwinkel und der Öffnungswinkel legen das Sichtfeld des Endoskops fest. Die optische Achse des Objektivs steht insbesondere senkrecht auf einer Abschlussebene des Schafts an dem distalen Ende. Diese Abschlussebene kann wie bei aus dem Stand der Technik bekannten Endoskopen gegenüber einer Ebene senkrecht zu der Längsachse geneigt sein. Die Abschlussebene wird optional durch den ersten Anlageabschnitt, den zweiten Anlageabschnitt, das Verbindungselement, das Bündel von Lichtleitern, das Objektiv und/oder das Mantelrohr gebildet. Insbesondere sind diese Elemente komplett bündig zu der Abschlussebene angeordnet.

**[0014]** Der erste Anlageabschnitt weist in Draufsicht auf das distale Ende eine Innenfläche, die optional als Objektivaufnahme ausgestaltet ist, und eine Außenfläche auf. Ein Teil der Außenfläche bildet die erste Anlagefläche, wobei ein Bereich der ersten Anlagefläche zu der zweiten Anlagefläche beabstandet und gegenüberliegend angeordnet ist. Um die gegenseitige Anordnung der beiden Anlageflächen dauerhaft festzulegen, so dass eine bessere Anordnung des Bündels von Lichtleitern möglich ist, sind der erste Anlageabschnitt und der zweite Anlageabschnitt durch das Verbindungselement miteinander verbunden. Das Verbindungselement kann jede beliebige Form annehmen, so lange es eine dauerhafte und stabile Verbindung zwischen dem ersten Anlageab-

schnitt und dem zweiten Anlageabschnitt ermöglicht. Das Verbindungselement kann bündig zu der Ab-schlussebene angeordnet sein; es ist jedoch auch möglich, dass das Verbindungselement von der Ab-schlussebene beabstandet ist, beispielsweise ist das Verbindungselement im Inneren des Schafts ange-ordnet.

**[0015]** Auf diese Weise wird das Bündel von Lichtleitern über eine große Fläche durch die erste Anlagefläche und die zweite Anlagefläche begrenzt, so dass das Bündel von Lichtleitern besonders einfach in das Mantelrohr eingeführt werden kann. Beispielsweise wird in Draufsicht auf das distale Ende das Bündel von Lichtleitern lediglich durch die erste Anlagefläche, das Verbindungselement, die zweite Anlagefläche und das Mantelrohr begrenzt. Vorzugsweise ist dabei der Anteil des Mantelrohrs im Vergleich zu den übrigen Elementen gering; es ist bevorzugt, dass das Bündel von Lichtleitern an dem distalen Ende lediglich von dem Verbindungselement, der ersten Anlagefläche und der zweiten Anlagefläche begrenzt wird. Je nach Anzahl der Lichtleiter liegen alle oder eine Teilmenge der Lichtleiter an der ersten und/oder der zweiten Anlagefläche an. Beispielsweise, wenn viele dünne Lichtleiter vorgesehen sind, liegen nur die jeweils äußeren Lichtleiter des Bündels an den Anlageflächen an.

**[0016]** Bereiche der ersten Anlagefläche und/oder der zweiten Anlagefläche sind nicht-parallel zu der Längsachse angeordnet, d. h. diese Bereiche der ersten und/oder zweiten Anlagefläche schließen einen Winkel mit der Längsachse ein. Dieser Winkel wird insbesondere in einer Ebene senkrecht zu den entsprechenden Bereichen der ersten und/oder zweiten Anlagefläche bestimmt. Dadurch, dass das Bündel von Lichtleitern an der ersten Anlagefläche und der zweiten Anlagefläche anliegt, wird wenigstens ein Teil der Lichtleiter aus deren Verlauf entlang der Längsachse ausgelenkt, so dass die Richtung der hauptsächlichen Beleuchtung des ausgelenkten Teils der Lichtleiter nicht-parallel zu der Längsachse ist.

**[0017]** Um ein Verschließen des distalen Endes des Schafts zu erleichtern und das Anordnen des Bündels von Lichtleitern an dem distalen Ende zu vereinfachen, ist es bevorzugt, dass der erste Anlageabschnitt und/oder der zweite Anlageabschnitt an einer Innenfläche des Mantelrohrs anliegen. Der erste Anlageabschnitt und/oder der zweite Anlageabschnitt liegen in Umfangsrichtung des Mantelrohrs vorzugsweise bündig an diesem an. Insbesondere liegt der Teil der Außenfläche des ersten Anlageabschnitts, welcher nicht als erste Anlagefläche dient, an der Innenfläche des Mantelrohrs an. Der erste Anlageabschnitt kann ringförmig ausgebildet sein. Der zweite Anlageabschnitt kann sichelförmig ausgebildet sein. Der zweite Anlageabschnitt weist in Draufsicht auf das distale Ende optional lediglich die zweite Anlage-

fläche und eine Fläche auf, mittels welcher dieser an der Innenfläche des Mantelrohrs anliegt.

**[0018]** Darüber hinaus erlaubt die Weiterbildung des Endoskops, wonach der erste Anlageabschnitt und der zweite Anlageabschnitt an einer Innenfläche des Mantelrohrs anliegen, eine besonders präzise Anordnung des Bündels von Lichtleitern, da durch das Anliegen des ersten und zweiten Anlageabschnitts das Bündel von Lichtleitern hinsichtlich der Ausrichtung gegenüber der Längsachse vorgegeben ist. Dazu ist es bevorzugt, dass die Flächen, an denen der erste Anlageabschnitt und der zweite Anlageabschnitt an dem Innenrohr des Mantelrohrs anliegen, sich gegenüberliegen, so dass lediglich die Orientierung entlang der Umfangsrichtung festgelegt werden muss.

**[0019]** Um die durch das Endoskop bereitgestellte Beleuchtung zu optimieren, ist es bevorzugt, dass das Endoskop ein Objektiv mit einer optischen Achse aufweist, welche mit der Längsachse einen Winkel einschließt, der gleich einem Winkel ist, welcher die Längsachse mit dem Bereich der ersten Anlagefläche und/oder dem Bereich der zweiten Anlagefläche einschließt. Dies bedeutet, dass die optische Achse in einer Ebene parallel zu dem geneigten Bereich der ersten Anlagefläche und/oder der zweiten Anlagefläche verläuft. Dadurch wird erreicht, dass die einzelnen Lichtleiter, die an dem geneigten Bereich der ersten und/oder zweiten Anlagefläche anliegen, parallel zur optischen Achse verlaufen. Dadurch ist die Richtung der Beleuchtung parallel zur optischen Achse des Objektivs, so dass der mit dem Objektiv beobachtete Bereich besonders gut ausgeleuchtet ist.

**[0020]** Um eine homogene Beleuchtung des mit dem Endoskop zu beobachtenden Objekts bereitzustellen, ist es bevorzugt, dass Teilbereiche der ersten Anlagefläche und/oder der zweiten Anlagefläche unterschiedlich stark gegen die Längsachse geneigt sind, wobei vorzugsweise der Winkel in Umfangsrichtung zunimmt. Beispielsweise weisen die erste Anlagefläche und/oder die zweite Anlagefläche zwei oder mehr Teilbereiche auf, die unterschiedlich stark gegenüber der Längsachse geneigt sind. Optional weist lediglich die erste Anlagefläche Teilbereiche auf, die unterschiedlich stark geneigt sind. Beispielsweise ist ein Teilbereich der ersten Anlagefläche, welcher der zweiten Anlagefläche nicht gegenüber liegend angeordnet ist, stärker gegenüber der Längsachse geneigt, als der Teilbereich, welcher der zweiten Anlagefläche gegenüberliegt. Die erste Anlagefläche und/oder zweite Anlagefläche kann die Neigung gegenüber der Längsachse graduell ändern, insbesondere entlang der Umfangsrichtung des Schafts.

**[0021]** In einer Weiterbildung des Endoskops sind zwei Teilbereiche der ersten Anlagefläche vorgesehen, die stärker gegenüber dem Bereich der ersten Anlagefläche, der der zweiten Anlagefläche ge-

genüberliegt, geneigt und diese sind optional auf gegenüberliegenden Seiten des Objektivs angeordnet. Diese gegenüberliegenden Seiten sind vorzugsweise auf einer Höhe der optischen Achse angeordnet, wobei der Bereich der ersten Anlagefläche, der der zweiten Anlagefläche gegenüberliegt, höher, also in einer Höhenrichtung weiter entfernt von der optischen Achse, angeordnet ist. Aufgrund der größeren Neigung kann erreicht werden, dass die Lichtleiter nicht nur eine Beleuchtung um das Objektiv bereitstellen, sondern auch andere Bereiche ausleuchten. Damit lässt sich eine Verteilung der Richtung der Beleuchtung für die einzelnen Lichtleiter erzielen, wodurch das Objekt, das mit dem Endoskop betrachtet werden soll, homogener ausgeleuchtet werden kann.

**[0022]** Die Bereiche der ersten Anlagefläche und der zweiten Anlagefläche, welche sich gegenüberliegen, können so gegen die Längsachse geneigt sein, dass ihr Abstand in Richtung zum distalen Ende hin abnimmt.

**[0023]** Ferner kann ein durch den ersten und zweiten Anlageabschnitt begrenzter Raum zum distalen Ende hin kleiner werden. Man kann auch sagen, dass der begrenzte Raum zum proximalen Ende des Endoskops aufgeht.

**[0024]** In einer Weiterbildung ist es bevorzugt, dass das Verbindungselement als Steg ausgebildet ist, wobei die erste Anlagefläche und/oder die zweite Anlagefläche von dem Steg vorstehen. Beispielsweise bilden die erste Anlagefläche, das Verbindungselement und die zweite Anlagefläche in Draufsicht auf das distale Ende eine T-Form, eine Doppel-T-Form oder eine C-Form. Bevorzugt ist, dass erste Anlageabschnitt, das Verbindungselement und die zweite Anlageabschnitt in Draufsicht auf das distale Ende eine Doppel-T-Form bilden. Der Steg stellt eine besonders einfache Ausführungsform eines Verbindungselements dar. Es ist auch möglich, dass das Verbindungselement zwei oder mehr Stege umfasst.

**[0025]** Um die Anordnung der Lichtbündel weiter zu vereinfachen, ist es bevorzugt, dass die Lichtleiter an dem distalen Ende durch das Verbindungselement in mindestens zwei Teilbündel getrennt sind. Auf diese Weise kann eine Teilmenge der Lichtleiter separat ausgerichtet werden, wodurch sich die Anzahl der jeweils anzuordnenden Lichtleiter reduziert. Dies vereinfacht die Anordnung, wobei es gleichzeitig weiterhin möglich ist, die gesamte Anzahl von Lichtleitern anzuordnen, jedoch jeweils in Zwischenschritten. Diese Trennung gelingt besonders gut dann, wenn das Verbindungselement, insbesondere der Steg, mittig angeordnet ist, so dass sich zwei Kammern ausbilden, wobei jede Kammer durch das Verbindungselement, die erste Anlagefläche, die zweite Anlagefläche sowie optional durch die Innenseite des Mantelrohrs begrenzt wird.

**[0026]** Eine besonders homogene Beleuchtung des Objekts lässt sich erreichen, indem der Innenrohrkopf in Draufsicht auf das distale Ende symmetrisch, optional zu einer durch das Verbindungselement verlaufenden Symmetrieachse oder einer Symmetrieebene, in der das Verbindungselement und die Längsachse liegen, ist. Insbesondere bildet der Steg die Symmetrieachse. Dies bedeutet, dass auf jeder Seite der Symmetrieachse die Lichtleiter identisch angeordnet sind, so dass das Objekt symmetrisch, vorzugsweise zu der Symmetrieachse, ausgeleuchtet wird. Insbesondere sind dazu die erste Anlagefläche und die zweite Anlagefläche auf jeder Seite der Symmetrieachse identisch ausgebildet. Vorzugsweise verläuft die optische Achse des Objektivs in der Symmetrieebene. Auf diese Weise ist die Beleuchtung besonders gut auf das Objektiv ausgerichtet.

**[0027]** Darüber hinaus schafft die Erfindung ferner ein Verfahren zum Fixieren eines Bündels von Lichtleitern in einem Schaft eines Endoskops, welches die folgenden Schritte umfasst: Bereitstellen eines Mantelrohrs, welches sich entlang einer Längsachse erstreckt und an einem distalen Ende eine Ausnehmung aufweist; Bereitstellen eines Innenrohrs, wobei das Innenrohr an dem distalen Ende einen Innenrohrkopf, einen ersten Anlageabschnitt und einen zweiten Anlageabschnitt, der mit dem ersten Anlageabschnitt durch ein Verbindungselement verbunden ist, umfasst, wobei der erste Anlageabschnitt eine erste Anlagefläche und der zweite Anlageabschnitt eine zweite Anlagefläche, welche der ersten Anlagefläche wenigstens bereichsweise gegenüberliegt, aufweist und wobei ein Bereich der ersten Anlagefläche und/oder ein Bereich der zweiten Anlagefläche nichtparallel zu der Längsachse verlaufen; Ausrichten des Bündels von Lichtleitern aus der Längsachse an dem distalen Ende durch Anlegen des Bündels von Lichtleitern an der ersten Anlagefläche und/oder der zweiten Anlagefläche; Einführen des Bündels von Lichtleitern und des Innenrohrs in das Mantelrohr, Fixieren des Bündels von Lichtleitern an dem Innenrohrkopf und/oder dem Mantelrohr. Optional kann das distale Ende beschliffen werden.

**[0028]** Der Innenrohrkopf kann einen Vorsprung, der in Richtung der Längsachse sowie senkrecht zu der Längsachse vorsteht, aufweisen und das Einführen des Bündels von Lichtleitern mit dem Innenrohr in das Mantelrohr kann so durchgeführt werden, dass der Vorsprung in Richtung der Längsachse sowie senkrecht zu der Längsachse vorsteht und dass der Vorsprung in einer Ausnehmung an dem distalen Ende des Mantelrohrs angeordnet wird.

**[0029]** Vorteil des Vorsehens des Vorsprungs und der Ausnehmung ist, dass der Innenrohrkopf in Umfangsrichtung besonders einfach positioniert werden kann. Die Ausrichtung in Umfangsrichtung wird durch den Vorsprung und die Ausnehmung bestimmt. Lie-

gen der erste Anlageabschnitt und der zweite Anlageabschnitt ferner an der Innenfläche des Mantelrohrs an, so wie dies zuvor beschrieben wurde, ist die Positionierung des Innenrohrkopfs in dem Mantelrohr eindeutig festgelegt, so dass Fehler beim Herstellen des Endoskops vermieden werden können.

**[0030]** Der Vorsprung kann an dem ersten Anlageabschnitt oder an dem zweiten Anlageabschnitt angeordnet sein. Der Vorsprung ist vorzugsweise einstückig mit dem Innenrohrkopf ausgebildet. Der Vorsprung steht insbesondere nur in dem Bereich, in dem er in Richtung der Längsachse vorsteht, senkrecht zu der Längsachse vor; optional steht der Vorsprung von dem Innenrohrkopf in Richtung der optischen Achse des Objektivs vor. Wird die Abschluss Ebene durch den ersten Anlageabschnitt und/oder den zweiten Anlageabschnitt gebildet, ragt der Vorsprung aus der Abschlussebene hervor. Dadurch, dass der Vorsprung senkrecht zur Längsachse, d. h. in radialer Richtung des Mantelrohrs vorsteht, kann dieser in die Ausnehmung des Mantelrohrs eingeführt werden, um den Innenrohrkopf in der Umfangsrichtung zu fixieren. Die Ausnehmung ist an dem distalen Ende des Mantelrohrkopfs vorgesehen. Der Vorsprung passt vorzugsweise bündig in die Ausnehmung.

**[0031]** Das Fixieren des Bündels von Lichtleitern erfolgt insbesondere durch das Aufbringen von Klebstoff, so wie dies zuvor beschrieben wurde. Insbesondere gelten die in dem Zusammenhang mit dem Endoskop angestellten Überlegungen, bevorzugte Ausführungsformen und Vorteile analog für das Verfahren.

**[0032]** Um das distale Ende des Schafts zuverlässig abzudichten, ist es bevorzugt, dass das distale Ende derart beschliffen wird, dass der Vorsprung in seiner Ausdehnung in Richtung der Längsachse entfernt ist. Dadurch dass der Vorsprung vorzugsweise nur im Bereich, in welchem er in Richtung der Längsachse vorsteht, auch senkrecht zu der Längsachse vorsteht, wird durch das Beschleifen des Vorsprungs in Richtung der Längsachse der Vorsprung komplett abgeschliffen. Gleichzeitig wird auch die Ausnehmung weggeschliffen, da der Vorsprung in die Ausnehmung hineinragt. Nach dem Schleifen sind somit der Vorsprung und die Ausnehmung verschwunden, so dass sich die Fläche, die abgedichtet werden muss, verringert. Insbesondere wird das distale Ende parallel zu der gewünschten Abschlussebene beschliffen.

**[0033]** Ferner schafft die Erfindung ein Verfahren zum Fixieren wenigstens eines Lichtleiters in einem Schaft eines Endoskops, umfassend die Schritte: Bereitstellen eines Mantelrohrs, welches sich entlang einer Längsachse erstreckt und an einem distalen Ende eine Ausnehmung aufweist; Bereitstellen eines Innenrohrs, wobei das Innenrohr an einem dis-

talenden Ende einen Innenrohrkopf aufweist, der einen Vorsprung aufweist; Einführen des Innenrohrs in das Mantelrohr derart, dass der Vorsprung in Richtung der Längsachse sowie senkrecht zu der Längsachse vorsteht und dass der Vorsprung in einer Ausnehmung an dem distalen Ende des Mantelrohrs angeordnet wird; Einführen eines Bündels von Lichtleitern in das Mantelrohr; Fixieren des Bündels von Lichtleitern an dem Innenrohrkopf und dem Mantelrohr; und Beschleifen des distalen Endes.

**[0034]** Die zuvor angestellten Überlegungen, bevorzugte Weiterbildungen und Vorteile gelten analog für dieses Verfahren.

**[0035]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0036]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

**[0037]** Fig. 1 eine Seitenansicht eines Endoskops;

**[0038]** Fig. 2 eine Draufsicht auf ein distales Ende des Endoskops gemäß Fig. 1;

**[0039]** Fig. 3 eine Querschnittsansicht des Endoskops entlang der Linie A-A von Fig. 2;

**[0040]** Fig. 4A eine perspektivische Ansicht des Endoskops von Fig. 1 von der Seite;

**[0041]** Fig. 4B eine vergrößerte Darstellung des Details B von Fig. 4A;

**[0042]** Fig. 5A eine perspektivische Ansicht des Endoskops von Fig. 1 von oben;

**[0043]** Fig. 5B eine vergrößerte Darstellung des Details C von Fig. 5A;

**[0044]** Fig. 6A eine Seitenansicht eines Innenrohrs des Endoskops von Fig. 1;

**[0045]** Fig. 6B eine vergrößerte Darstellung des Details D von Fig. 6A;

**[0046]** Fig. 7A eine perspektivische Ansicht des Innenrohrs von Fig. 6 von schräg unten;

**[0047]** Fig. 7B eine vergrößerte Darstellung des Details E von Fig. 7A;

[0048] Fig. 8A das Innenrohr gemäß den Fig. 6 und Fig. 7, bevor es in dem Endoskop verbaut wurde;

[0049] Fig. 8B eine vergrößerte Darstellung des Details F von Fig. 8A;

[0050] Fig. 9A eine perspektivische Darstellung eines Mantelrohrs des in Fig. 1 dargestellten Endoskops, bevor es in dem Endoskop verbaut wurde; und

[0051] Fig. 9B eine vergrößerte Darstellung des Details G von Fig. 9A.

[0052] Ein Endoskop 10 weist ein Hauptteil 12 und einen Schaft 14 auf. Das Hauptteil 12 ist mit dem Schaft 14 verbunden, beispielsweise wird die Verbindung mittels Fügen, wie Hartlöten oder Schweißen realisiert. Der Schaft 14 erstreckt sich entlang einer Längsachse LA. Das Endoskop 10 weist ein distales Ende 16 auf, an welchem ein Objektiv 18 vorgesehen ist, wie dies insbesondere in den Fig. 2 und Fig. 3 sichtbar ist. An einem proximalen Ende 20 des Endoskops 10 ist ein Okular 22 vorgesehen. Mithilfe des Objektivs 18 und des Okulars 22 und eventuell weiterer, nicht dargestellter optischer Elemente, lässt sich ein Objekt, das vor dem distalen Ende angeordnet ist, durch das Endoskop 10 abbilden. So kann das distale Ende 16 des Endoskops 10 beispielsweise in eine Körperöffnung eingeführt, so dass das Innere der Körperöffnung mittels des Okulars 22 betrachtet werden kann.

[0053] An dem Hauptteil 12 ist ein optischer Anschluss 24 für eine (nicht gezeigte) Lichtquelle vorgesehen. Von dem optischen Anschluss 24 erstreckt sich ein Bündel von Lichtleitern 31 durch das Hauptteil 12 und den Schaft 14 bis zum distalen Ende 16. Zur Vereinfachung der Darstellungen sind die Lichtleitern 31 lediglich in Fig. 6B schematisch eingezeichnet. Obwohl in Fig. 6B drei Lichtleitern 31 dargestellt sind, weist das Bündel von Lichtleitern 31 in der Regel sehr viel mehr Lichtleitern 31 auf (z. B. einige hundert oder einige tausend). Die Lichtleiter 31 dienen dazu, das Licht der mit dem optischen Anschluss 24 verbundenen Lichtquelle bis zum distalen Ende 16 zu führen und dort zur Beleuchtung des zu beobachtenden Objektes abzugeben.

[0054] Wie dies insbesondere in Fig. 3 zu erkennen ist, weist der Schaft 14 ein Mantelrohr 26 und ein Innenrohr 28 auf, welche beide entlang der Längsachse LA verlaufen. Das Innenrohr 28 ist in dem Mantelrohr 26 angeordnet. Das Innenrohr 28 weist einen Außenrohrdurchmesser auf, welcher kleiner ist als ein Innenrohrdurchmesser des Mantelrohrs 26. Dadurch ergibt sich ein Hohlraum 30, in welchem das Bündel von Lichtleitern 31 angeordnet werden kann. Das Bündel von Lichtleitern 31 erstreckt sich von dem optischen Anschluss 24 durch den Schaft 14 entlang der Längsachse LA bis zu dem distalen Ende 16. Dort

sind die Lichtleiter 31 von der Längsachse LA ausgelenkt, so dass sie das Objekt beleuchten (siehe Fig. 6B). In dem Innenrohr 28 können nicht gezeigte Stablinnen angeordnet sein, welche eine optische Verbindung zwischen dem Objektiv 18 und dem Okular 22 bereitstellen.

[0055] Das Innenrohr 28 weist an dem distalen Ende 16, d. h. einem dem Hauptteil 12 abgewandten Ende, einen Innenrohrkopf 32 auf. Das Objektiv 18 wird durch das Innenrohr 28, insbesondere durch den Innenrohrkopf 32, fixiert. Wie dies insbesondere in den Fig. 4–Fig. 7 zu erkennen ist, weist der Innenrohrkopf 32 einen ersten Anlageabschnitt 34, einen zweiten Anlageabschnitt 36 und ein Verbindungselement 38 auf. Der Innenrohrkopf 32 kann einstückig mit dem Innenrohr 28 ausgebildet sein. Bevorzugt ist jedoch, dass der Innenrohrkopf 32 mithilfe eines Fügeverfahrens dauerhaft mit dem Innenrohr 28 verbunden wird, beispielsweise mittels Hartlöten, Kleben oder Schweißen. Das Mantelrohr 26, das Innenrohr 28 und/oder der Innenrohrkopf 32 sind aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise Edelstahl, hergestellt.

[0056] Der erste Anlageabschnitt 34 weist eine Objektivaufnahme 40 und eine erste Anlagefläche 42 auf. Die Objektivaufnahme 40 kann in Draufsicht wie eine kreisrunde Öffnung ausgebildet sein, in welcher das Objektiv 18 fixiert werden kann. Die Objektivaufnahme 40 ist derart angeordnet, dass eine optische Achse OA des Objektivs 18 gegenüber der Längsachse LA geneigt ist und einen Winkel  $\alpha$  einschließt (Fig. 3; Fig. 6B). Auf diese Weise ist es möglich, dass mit dem Endoskop 10 das Objektseitlich zur Längsachse LA betrachtet werden kann, d. h. dass nicht nur entlang der Längsachse LA Objekte mittels des Endoskops 10 betrachtet werden können. Die optische Achse OA legt somit einen Blickwinkel fest. Ein Öffnungswinkel  $\beta$  des Objektivs 18, der zusammen mit dem Blickwinkel ein Sichtfeld SF des Endoskops 10 festlegt, kann beispielsweise  $\pm 5^\circ$ ,  $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 20^\circ$ ,  $\pm 25^\circ$ ,  $\pm 30^\circ$ ,  $\pm 35^\circ$  oder  $\pm 37,5^\circ$  um die optische Achse OA betragen. Das Sichtfeld SF ist beispielhaft in Fig. 6B dargestellt. Die erste Anlagefläche 42 befindet sich auf einer Außenfläche des ersten Anlageabschnitts 34. Ein weiterer Abschnitt der Außenfläche des ersten Anlageabschnitts 34 liegt an dem Mantelrohr 26, vorzugsweise entlang dessen Umfangsrichtung bündig, an. An der ersten Anlagefläche 42 liegt das Bündel von Lichtleitern 31 an, welche, wie erwähnt, in den Figuren nicht dargestellt sind.

[0057] Der zweite Anlageabschnitt 36 liegt ebenfalls, vorzugsweise in Umfangsrichtung des Mantelrohrs 26 bündig, an diesem an. Darüber hinaus weist der zweite Anlageabschnitt 36 eine zweite Anlagefläche 44 auf, an welcher ebenfalls das Bündel von Lichtleitern 31 anliegt. Die erste Anlagefläche 42 und die zweite Anlagefläche 44 sind zumindest bereichswei-

se gegenüber der Längsachse LA nicht-parallel angeordnet. Dies bedeutet, dass Bereiche der ersten Anlagefläche **42** und/oder der zweiten Anlagefläche **44** einen Winkel mit der Längsachse LA einschließen. Diese Bereiche der ersten Anlagefläche **42** und der zweiten Anlagefläche **44** liegen sich gegenüber. Vorzugsweise verlaufen die erste Anlagefläche **42** und/oder die zweite Anlagefläche **44** bereichsweise parallel zu der optischen Achse OA des Objektivs **18**, so dass der erwähnte Winkel gleich dem Winkel  $\alpha$  zwischen der optischen Achse OA und der Längsachse LA ist.

**[0058]** Die erste Anlagefläche **42** weist darüber hinaus einen Teilbereich **46** auf, der stärker gegenüber der Längsachse LA als der übrige Abschnitt der ersten Anlagefläche **42** geneigt ist. Dies bedeutet, dass der Winkel, welcher die Fläche des Teilbereichs **46** mit der Längsachse LA einschließt, größer ist als der Bereich der ersten Anlagefläche **42** welcher der zweiten Anlagefläche **44** gegenüberliegt. Der Teilbereich **46** ist auf beiden Seiten des ersten Anlageabschnitts **34** bezogen auf das Objektiv **18** vorgesehen und liegt der zweiten Anlagefläche **44** nicht gegenüber. Die erste Anlagefläche **42** und/oder zweite Anlagefläche **44** kann die Neigung gegenüber der Längsachse LA graduell ändern, insbesondere entlang der Umfangsrichtung des Schafts **14**. Der Neigungswinkel der entsprechenden Anlagefläche **42**, **44** oder von Teilabschnitten der Anlagefläche **42**, **44** kann somit entlang der Umfangsrichtung zunehmen. Insbesondere kann die Zunahme in Richtung weg vom Steg **38** stattfinden.

**[0059]** Wie dies insbesondere in **Fig. 6B** dargestellt ist, wird dadurch eine unterschiedliche Ablenkung der Lichtleiter **31** aus der Längsachse LA erreicht. Wie dies beispielhaft in **Fig. 6B** anhand dreier Lichtleiter **31** dargestellt ist, weisen die von den Lichtleitern **31** erzeugten Lichtkegel K1, K2 und K3 und somit die entsprechenden Hauptstrahlrichtungen jeweils eine andere Richtung auf, d. h. der Winkel der Hauptstrahlrichtung gegenüber der Längsachse LA ist für jeden der drei Lichtleiter **31** anders. Dies bedeutet, dass nicht jeder Lichtleiter **31** gleich relativ zu der optischen Achse OA positioniert ist. Die durch die Lichtleiter **31** beleuchtete Fläche des Objekts bildet somit keinen Ring oder Kranz um die optische Achse OA. Vielmehr wird das Sichtfeld SF und somit das Objekt homogen ausgeleuchtet. Bei der schematischen Darstellung in **Fig. 6B** überlappen beispielsweise die Lichtkegel K2 und K3. Insbesondere ist auch bei einem großen Sichtfeld SF des Endoskops **10** eine sehr homogene Ausleuchtung möglich.

**[0060]** Das Verbindungselement **38** ist in der gezeigten Ausführungsform als Steg ausgebildet, von welchem die erste Anlagefläche **42** und die zweite Anlagefläche **44** vorstehen. Das Verbindungselement **38** dient dazu, den zweiten Anlageabschnitt **36** dauer-

haft mit dem ersten Anlageabschnitt **34** zu verbinden. Der Innenrohrkopf **32** kann somit als einstückige Einheit ausgebildet sein.

**[0061]** Der Innenrohrkopf **32** kann symmetrisch ausgebildet sein. Beispielsweise schneidet die Symmetrieachse in Draufsicht auf das distale Ende **16** die optische Achse OA und die Längsachse LA. Ist das Verbindungselement **38** als Steg ausgebildet, kann die Symmetrieachse durch den Steg **38** verlaufen. Die erste Anlagefläche **42**, die zweite Anlagefläche **44** und das Verbindungselement **38** bilden in Draufsicht auf das distale Ende **16** eine Doppel-T-Form.

**[0062]** Der erste Anlageabschnitt **34** und der zweite Anlageabschnitt **36** sowie optional das Verbindungselement **38** und/oder das Mantelrohr **26** begrenzen eine oder mehrere Kammern (z. B. einseitig offene Kammern), in welchen das Bündel von Lichtleitern **31** angeordnet werden kann. In der gezeigten Ausführungsform, bei der das Verbindungselement **38** ein auf der Symmetrieachse angeordneter Steg ist, werden zwei Kammern zur Anordnung des Bündels von Lichtleitern **31** bereitgestellt. Jede Kammer nimmt daher ungefähr die Hälfte der Lichtleiter **31** auf. Jede Kammer wird in der gezeigten Ausführungsform durch das Mantelrohr **26**, den ersten Anlageabschnitt **34**, das Verbindungselement **38** und den zweiten Anlageabschnitt **36** begrenzt.

**[0063]** Die Herstellung des Endoskops **10** ist wie folgt:

Der Innenrohrkopf **32** und das Mantelrohr **26**, wie sie in **Fig. 1–Fig. 7** dargestellt sind, zeigen deren Ausgestaltung in dem fertigen Endoskop **10**. Vor der Fertigstellung weist der Innenrohrkopf **32** einen Vorsprung **48** auf und das Mantelrohr **26** eine Ausnehmung **50**. Der Vorsprung **48** kann an dem zweiten Anlageabschnitt **36** vorgesehen sein; es ist jedoch auch möglich, dass der Vorsprung **48** an den ersten Anlageabschnitt **34** angeordnet wird. Der Vorsprung **48** steht in Richtung der Längsachse LA und senkrecht zu der Längsachse LA von dem Innenrohrkopf **32**, insbesondere von dem zweiten Anlageabschnitt **36**, vor. Der Vorsprung **48** steht nur im Bereich, in welchem er von dem Innenrohrkopf **32** in Richtung der Längsachse LA, insbesondere der optischen Achse OA, vorsteht senkrecht zu der Längsachse LA hervor. Der Vorsprung **48** ist demnach so ausgestaltet, als ob er auf dem zweiten Anlageabschnitt **36** aufgebracht wurde.

**[0064]** Zur Herstellung des Endoskops **10** wird das Innenrohr **28** mit dem Innenrohrkopf **32** bereitgestellt, beispielsweise dadurch, dass der Innenrohrkopf **32** mit dem Innenrohr **28** verbunden wird. Dann wird an dem Innenrohrkopf **32** das Objektiv **18** montiert. Im Anschluss daran wird das Bündel von Lichtleitern **31** an dem ersten Anlageabschnitt **34** und dem zweiten Anlageabschnitt **36** vorgesehen. Insbesondere wird das Bündel von Lichtleitern **31** zwischen der ersten

Anlagefläche **42** und der zweiten Anlagefläche **44** eingeklemmt. Dadurch, dass die erste Anlagefläche **42** und die zweite Anlagefläche **44** gegenüber der Längsachse LA geneigt sind, wird ein distales Ende **16** des Bündels von Lichtleitern **31** gegenüber der Längsachse LA ausgebogen.

**[0065]** Im Anschluss daran wird das Innenrohr **28** mit dem Innenkopf **32** sowie dem Bündel von Lichtleitern **31** in das Mantelrohr **26** eingeführt. Dadurch, dass das Bündel von Lichtleitern **31** zwischen dem ersten Anlageabschnitt **34** und dem zweiten Anlageabschnitt **36** verklemmt ist, gelingt dies auf besonders einfache Weise. Abgesehen von dem distalen Ende **16** verläuft das Bündel von Lichtleitern **31** parallel zu der Längsachse LA; an dem distalen Ende **16** ist das Bündel von Lichtleitern **31** aufgrund der Neigung der ersten Anlagefläche **42** und der zweiten Anlagefläche **44** gegenüber der Längsachse LA geneigt. Die Neigung gegenüber der Längsachse L ist unterschiedlich, da der Teilbereich **46** eine andere Neigung gegenüber der Längsachse LA hat als der Rest der ersten Anlagefläche **42**.

**[0066]** Beim Einführen des Innenrohrs **28** wird darauf geachtet, dass der Vorsprung **48** in die Ausnehmung **50** eingeführt wird. Auf diese Weise gelingt es, den Innenrohrkopf **32** und damit dessen Auslenkung gegenüber der Längsachse LA so anzuordnen, dass die Neigung des Innenrohrkopfs **32** mit der Neigung des distalen Endes **16** des Mantelrohrs **26** übereinstimmt.

**[0067]** Im Anschluss daran wird das Bündel von Lichtleitern **31** in dem Innenrohrkopf **32** und dem Mantelrohr **26** fixiert. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, dass die genannten Teile mittels Klebstoff miteinander verbunden werden. Auf diese Weise wird auch das distale Ende **16** abgedichtet. Anschließend wird das distale Ende **16** beschliffen und zwar in einer Ebene senkrecht zu der optischen Achse OA des Objektivs **18**. Das distale Ende **16** wird so lange beschliffen, bis der Vorsprung **48** entlang der Längsachse LA, insbesondere der optischen Achse OA des Objektivs **18**, nicht mehr von dem Innenrohrkopf **32** hervorsteht. Der Vorsprung **48** ist somit bündig zu dem Innenrohrkopf **32**, insbesondere zu dem zweiten Anlageabschnitt **36**, abgeschliffen worden.

**[0068]** Durch dieses Abschleifen ist der Vorsprung **48** komplett verschwunden, d. h. er steht auch nicht mehr senkrecht zu der Längsachse LA hervor, da er nur in dem Bereich, in welchem er in Richtung der Längsachse LA, insbesondere der optischen Achse OA, vorsteht auch senkrecht zu der Längsachse LA hervorsteht. Gleichzeitig wurde auch das Mantelrohr **26** derart am distalen Ende **16** beschliffen, dass die Ausnehmung **50** verschwunden ist. Es ergibt sich somit der in den **Fig. 1–Fig. 7** gezeigte Aufbau des distalen Endes **16** des Endoskops **10**.

**[0069]** Durch die Neigung der ersten Anlagefläche **42** und/oder der zweiten Anlagefläche **44** gegenüber der Längsachse LA kann das mit dem Endoskop **10** zu beobachtende Objekt beleuchtet werden. Die Beleuchtung ist dabei insbesondere parallel zu der optischen Achse OA, so dass die Hauptintensität der von dem Bündel von Lichtleitern **31** emittierten Strahlung tatsächlich auf das von dem Endoskop **10** zu beobachtende Objekt fällt. Die Bereitstellung des Teilbereichs **46**, der eine größere Neigung gegenüber der Längsachse LA als der Rest der ersten Anlagefläche **42** hat, hilft dabei, auch die Seiten des Objekts zu beleuchten, die von der zweiten Anlagefläche **44** abgewandt sind, d. h. in denen keine Lichtleiter **31** angeordnet sind. Auf diese Weise kann das Sichtfeld des Endoskops **10**, welches durch den Winkel  $\alpha$  der optischen Achse OA und den Öffnungswinkel um die optische Achse OA festgelegt ist, gleichmäßig beleuchtet werden, da die einzelnen Lichtleiter **31** an dem distalen Ende **16** in unterschiedliche Richtungen weisen.

### Patentansprüche

1. Endoskop mit einem Hauptteil (**12**) und einem mit dem Hauptteil (**12**) verbundenen Schaft (**14**), welcher sich entlang einer Längsachse (LA) erstreckt,  
 – wobei der Schaft (**14**) ein Mantelrohr (**26**), ein in dem Mantelrohr (**26**) angeordnetes Innenrohr (**28**) zur Aufnahme eines Objektivs (**18**) und ein Bündel von Lichtleitern (**31**), die in dem Schaft (**14**) zwischen dem Mantelrohr (**26**) und dem Innenrohr (**28**) entlang der Längsachse (LA) verlaufen, umfasst,  
 – wobei das Innenrohr (**28**) an einem von dem Hauptteil (**12**) abgewandten, distalen Ende (**16**) einen Innenrohrkopf (**32**) aufweist, welcher einen ersten Anlageabschnitt (**34**) und einen zweiten Anlageabschnitt (**36**), der mit dem ersten Anlageabschnitt (**34**) durch ein Verbindungselement (**38**) verbunden ist, umfasst,  
 – wobei der erste Anlageabschnitt (**34**) eine erste Anlagefläche (**42**), an dem das Bündel von Lichtleitern (**31**) anliegt, aufweist und der zweite Anlageabschnitt (**36**) eine zweite Anlagefläche (**44**), an dem das Bündel von Lichtleitern (**31**) anliegt und welche der ersten Anlagefläche (**42**) wenigstens bereichsweise gegenüberliegt, aufweist,  
 – wobei zur Ausrichtung des Bündels von Lichtleitern (**31**) aus der Längsachse (LA) an dem distalen Ende (**16**) ein Bereich der ersten Anlagefläche (**42**) und/oder ein Bereich der zweiten Anlagefläche (**44**) nicht-parallel zu der Längsachse (LA) verlaufen.

2. Endoskop nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Anlageabschnitt (**34**) und/oder der zweite Anlageabschnitt (**36**) an einer Innenfläche des Mantelrohrs (**26**) anliegen.

3. Endoskop nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein Objektiv (**18**), das eine optische Achse (OA) aufweist, welche mit der Längsachse (LA) einen Winkel ( $\alpha$ ) einschließt, der gleich einem

Winkel ist, welcher die Längsachse (LA) mit dem Bereich der ersten Anlagefläche (42) und/oder dem Bereich der zweiten Anlagefläche (44) einschließt.

4. Endoskop nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Teilbereiche (46) der ersten Anlagefläche (42) und/oder der zweiten Anlagefläche (44) unterschiedlich stark gegen die Längsachse (LA) geneigt sind, wobei vorzugsweise der Neigungswinkel der Teilbereiche (46) entlang einer Umfangsrichtung zunimmt.

5. Endoskop nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bereiche der ersten Anlagefläche (42) und der zweiten Anlagefläche (44), welche sich gegenüberliegen, so gegen die Längsachse (LA) geneigt sind, dass ihr Abstand in Richtung zum distalen Ende hin abnimmt.

6. Endoskop nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (38) als Steg ausgebildet ist, wobei die erste Anlagefläche (42) und/oder die zweite Anlagefläche (44) von dem Steg vorstehen.

7. Endoskop nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bündel von Lichtleitern (31) an dem distalen Ende (16) durch das Verbindungselement (38) in mindestens zwei Teilbündel getrennt ist.

8. Endoskop nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass erste Anlageabschnitt (34), das Verbindungselement (38) und die zweite Anlageabschnitt (36) in Draufsicht auf das distale Ende (16) eine Doppel-T-Form bilden

9. Endoskop nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenrohrkopf (32) in Draufsicht auf das distale Ende (16) symmetrisch zu einer durch das Verbindungselement (38) verlaufenden Symmetrieachse ist.

10. Endoskop nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Innenrohr (28) und der Innenrohrkopf (32) zweiteilig ausgestaltet sind, wobei vorzugsweise das Innenrohr (28) und der Innenrohrkopf (32) durch Schweißen oder Lötens miteinander verbunden sind.

11. Endoskop nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein durch den ersten und zweiten Anlageabschnitt (34, 36) begrenzter Raum in Richtung zum distalen Ende hin kleiner wird.

12. Verfahren zum Fixieren wenigstens eines Bündels von Lichtleitern (31) in einem Schaft (14) eines Endoskops (10), umfassend die Schritte:  
– Bereitstellen eines Mantelrohrs (26), welches sich entlang einer Längsachse (LA) erstreckt und an ei-

nem distalen Ende (16) eine Ausnehmung (50) aufweist,

– Bereitstellen eines Innenrohrs (28), wobei das Innenrohr (28) an dem distalen Ende (16) einen Innenrohrkopf (32) einem ersten Anlageabschnitt (34) und einem zweiten Anlageabschnitt (36), der mit dem ersten Anlageabschnitt (34) durch ein Verbindungselement (38) verbunden ist, umfasst, wobei der erste Anlageabschnitt (34) eine erste Anlagefläche (42) und der zweite Anlageabschnitt (36) eine zweite Anlagefläche (44), welche der ersten Anlagefläche (42) wenigstens bereichsweise gegenüberliegt, aufweist, und wobei ein Bereich der ersten Anlagefläche (42) und/oder ein Bereich der zweiten Anlagefläche (44) nicht-parallel zu der Längsachse (LA) verlaufen,  
– Ausrichten des Bündels von Lichtleitern (31) aus der Längsachse (LA) an dem distalen Ende (16) durch Anlegen des Bündels von Lichtleitern (31) an der ersten Anlagefläche (42) und der zweiten Anlagefläche (44),  
– Einführen des Bündels von Lichtleitern (31) und des Innenrohrs (28) in das Mantelrohr (26),  
– Fixieren des Bündels von Lichtleitern (31) an dem Innenrohrkopf (32) und/oder dem Mantelrohr (26).

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Innenrohrkopf (32) einen Vorsprung (48), der in Richtung der Längsachse (LA) sowie senkrecht zu der Längsachse (LA) vorsteht, umfasst, wobei das Einführen des Bündels von Lichtleitern (31) und des Innenrohrs (28) in das Mantelrohr (26) derart erfolgt, dass der Vorsprung (48) in einer Ausnehmung (50) an dem distalen Ende (16) des Mantelrohrs (26) angeordnet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das distale Ende (16) derart beschliffen wird, dass der Vorsprung (48) in seiner Ausdehnung in Richtung der Längsachse (LA) entfernt ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

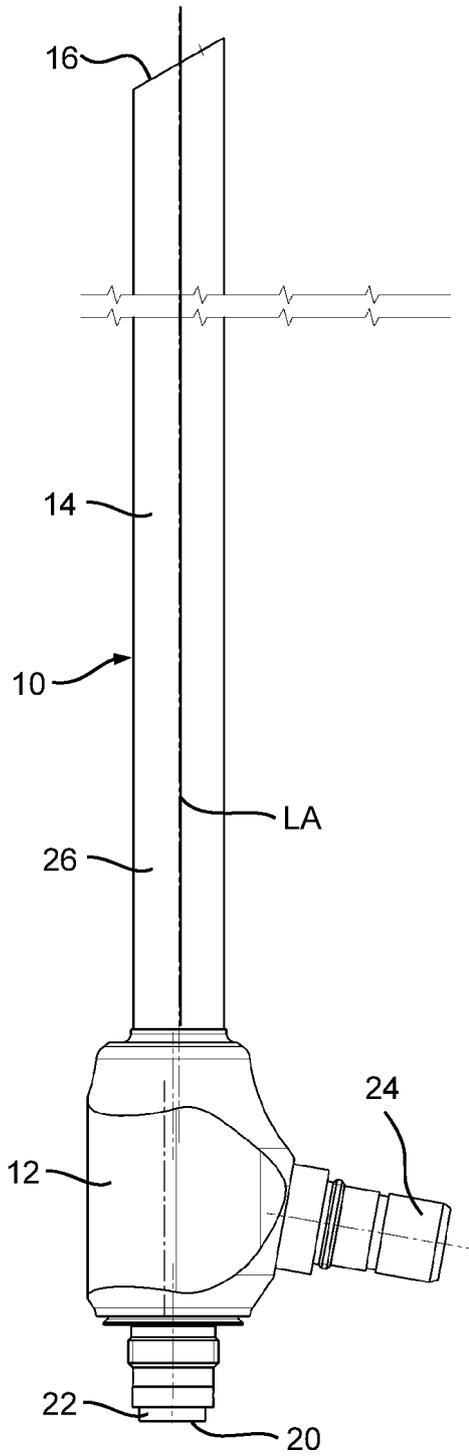
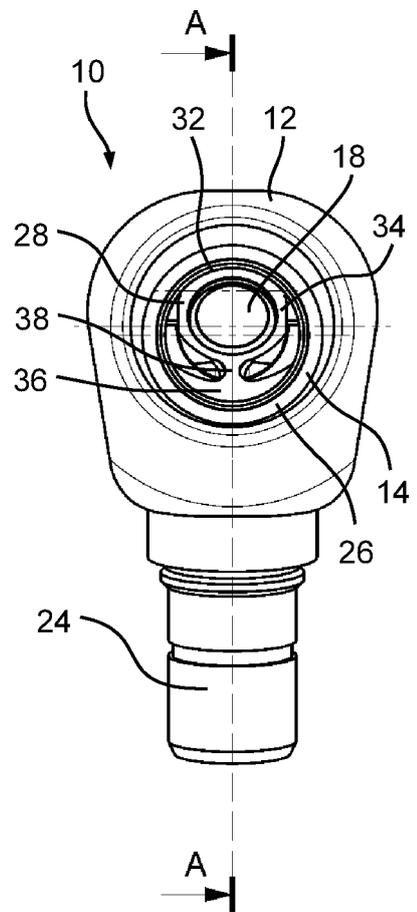


Fig. 2



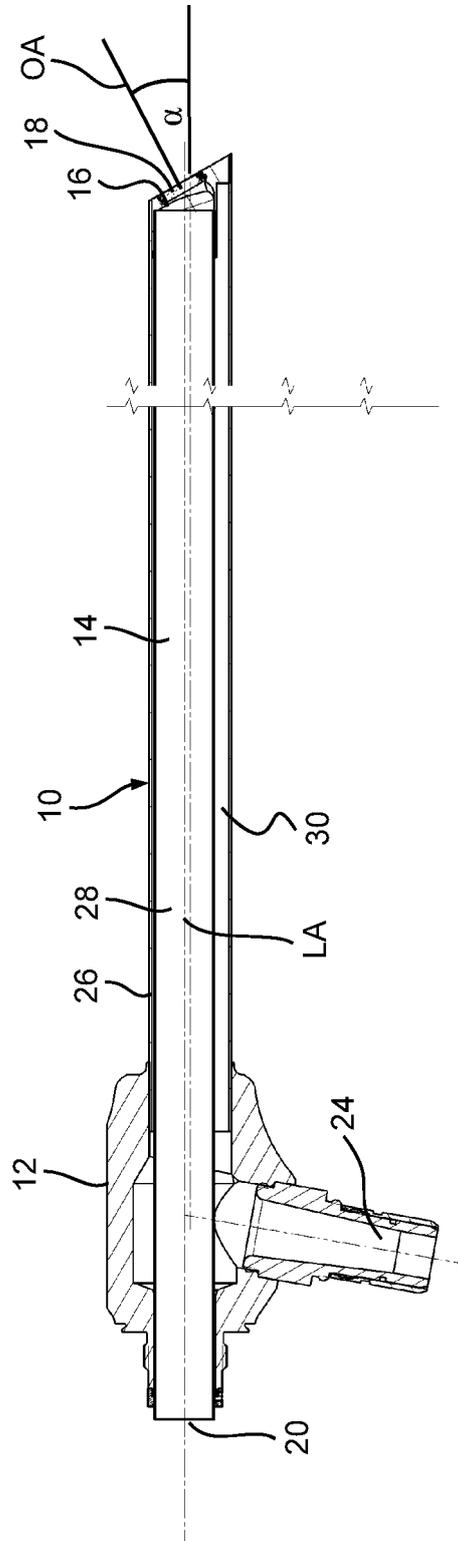


Fig. 3

Fig. 4A

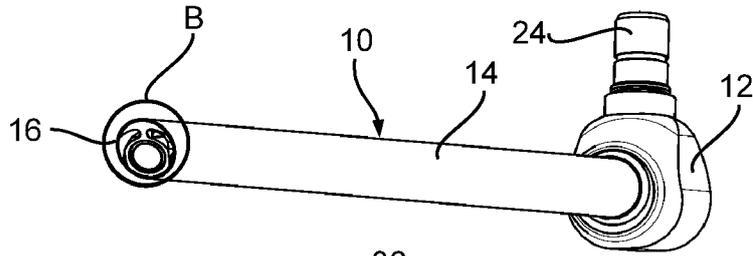


Fig. 4B

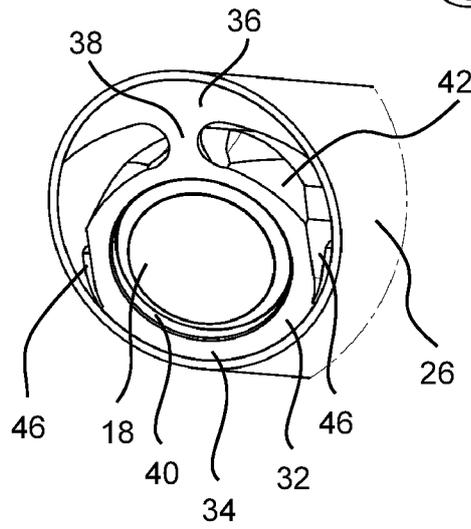


Fig. 5A

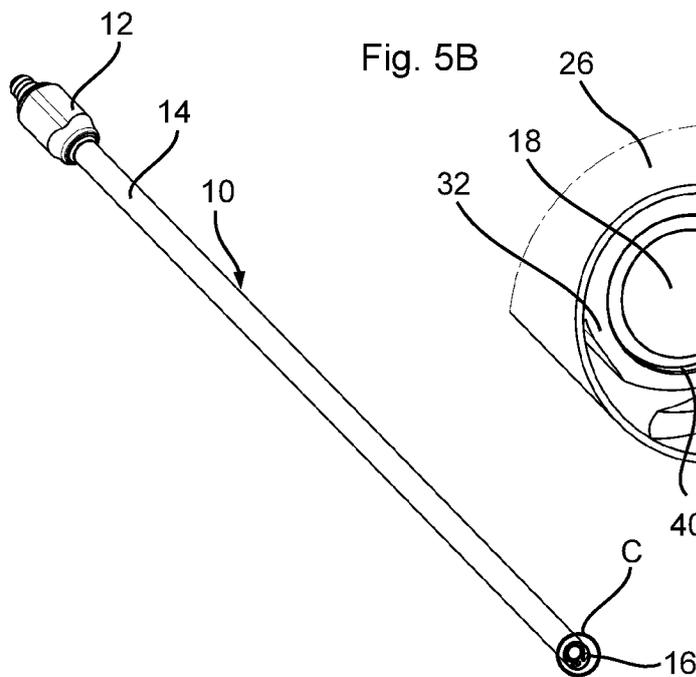


Fig. 5B

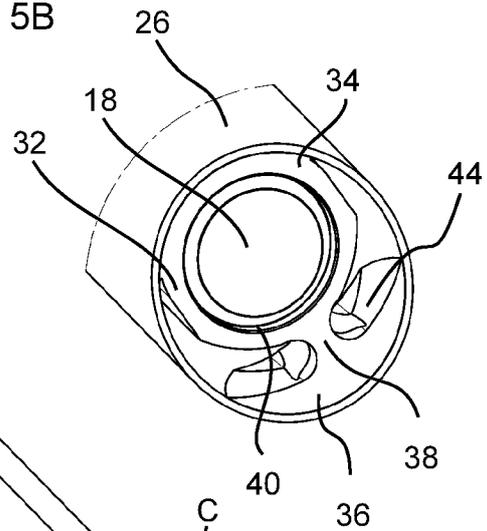


Fig. 6A

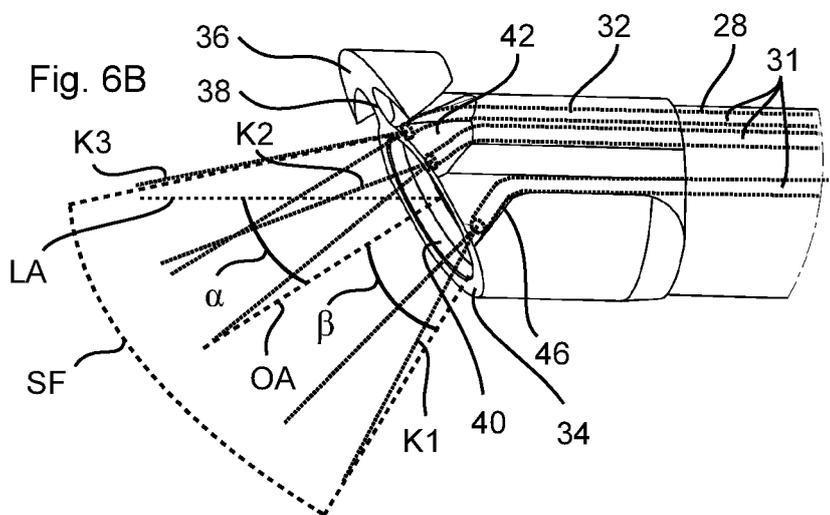
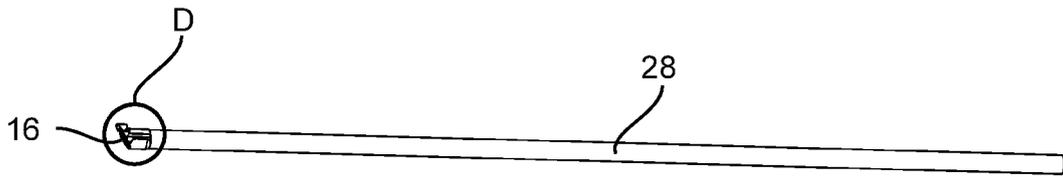


Fig. 7A

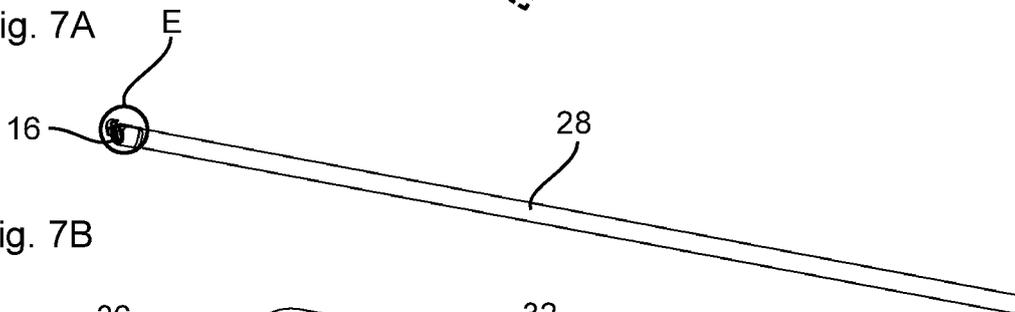


Fig. 7B

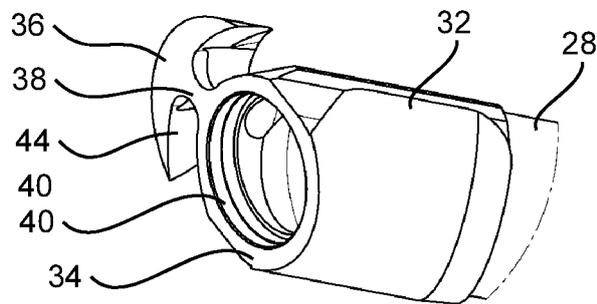


Fig. 8A

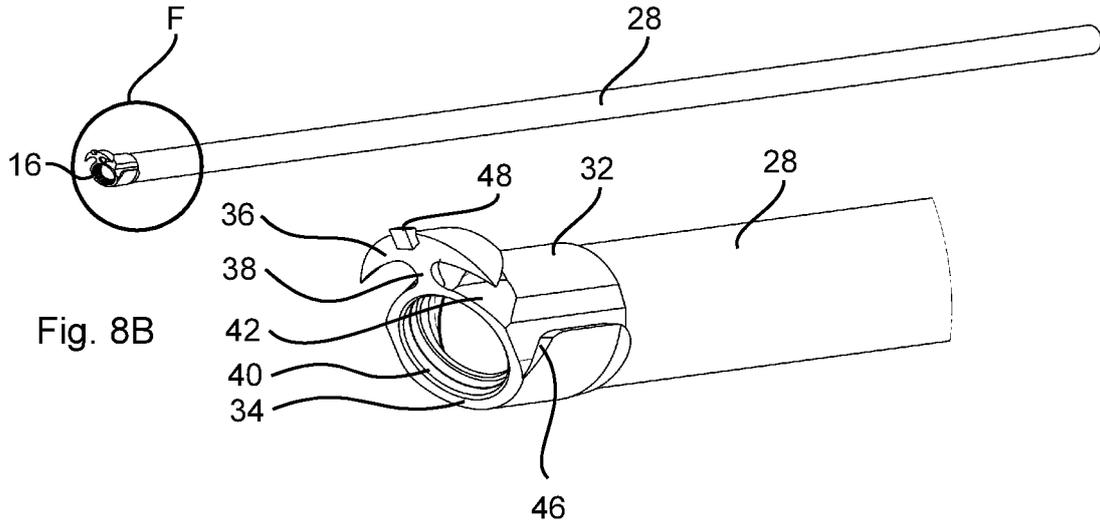


Fig. 9A

