



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 32 720 T2** 2006.04.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 015 928 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 32 720.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB97/02507**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 943 044.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/012588**

(86) PCT-Anmeldetag: **17.09.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **26.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/44** (2006.01)
H02G 1/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9619596 **19.09.1996** **GB**

9707714 **16.04.1997** **GB**

(73) Patentinhaber:

British Telecommunications p.l.c., London, GB

(74) Vertreter:

BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IE, IT, LI, NL, SE

(72) Erfinder:

BARKER, Alfred, Philip, Suffolk IP10 0PP, GB

(54) Bezeichnung: **EINBLASVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einblasvorrichtung zur Verwendung in Kabelinstallationsvorgängen mittels Einblasen und eine Krümmungs-Erfassungsvorrichtung, die zu einem Zusammenschluss mit einer derartigen Einblasvorrichtung geeignet ist.

[0002] Es ist aus dem europäischen Patent EP-B-108590 und nachfolgenden Veröffentlichungen bekannt, dass Übertragungsleitungen aus optischen Fasern unter Verwendung des von einem Fluss eines gasförmigen Mediums mit hoher Geschwindigkeit gelieferten Flüssigkeitszugs in Kanäle eingebracht werden können. Dieses Verfahren wird praktiziert mit optischen Faser- und Kupferkabeln der Größe von ungefähr 1 mm bis 20 mm oder mehr, abhängig von der Anwendung und der Route, in der eine Einbringung stattfinden soll.

[0003] Wie in EP-B-108590 beschrieben wird, weist eine Einblasvorrichtung ein Paar von einem Motor angetriebene Räder auf, die eine Antriebskraft liefern, die dazu dient, das Kabel vorwärts zu bringen, bis eine ausreichende Länge in den Kanal eingebracht wurde, so dass zähe Zugkräfte (drag forces) beim weiteren Einbringen des Kabels wirksam sind (typischerweise das erste Drittel bis zur Hälfte der gesamten Länge des Installations-Kanals). Die Antriebsräder ermöglichen auch den hydrostatischen Gegendruck zu überwinden, der wirkt, um das Kabel zurück aus dem Kanal zu drücken.

[0004] Die Rate der Vorwärtsbewegung des Kabels hängt unter anderem von der Größe der von den Antriebsrädern angewendeten Schubkraft, einer Reibung und der verfügbaren Menge von zähem Zug (der von dem angewendeten Gasdruck, dem Durchmesser des Kabels, der Größe und Länge des Kanals und der eingebrachten Länge des Kabels abhängt) ab. Typischerweise wird die Installationsrate in jeder bestimmten Situation gesteuert, indem der Bediener einfach die Menge der von dem Motor angewendeten Schubkraft steuert. Da jede bekannte Einblasvorrichtung typischerweise mit einer Reihe von Kabeldurchmessern verwendet werden kann, ist es für den Motor der Einblasvorrichtung üblich, dass er mehr Schubkraft liefern kann, als ein relativ kleines Kabel aushalten kann, ohne sich zu krümmen. Normalerweise wird gewünscht, die schnellstmögliche Installationsrate zu verwenden, während ein Krümmen vermieden wird, und die Motorsteuerung wird angepasst, um dies zu erfüllen. Wie für Fachleute offensichtlich sein dürfte, beginnt in der Praxis ein bestimmtes Kabel sich unter verschiedenen Bedingungen zu krümmen, abhängig von seiner freien Länge, der von dem zähen Zug bereitgestellten Zugkraft, Reibung, Durchmesser des Kanals, Geometrie des Kanals, usw. Somit muss in der Praxis der Bediener der Maschine bei der Einblasvorrichtung bleiben, um den Einblasvorgang zu überwachen und sicherzustellen, dass eine Krümmung vermieden wird, zumindest, wenn eine vernünftige Installationsrate erreicht werden soll.

[0005] Eine Krümmung des Kabels wird vermieden, um sowohl an dem Kabel als auch der Einblasvorrichtung, insbesondere an den Antriebsrädern, einen Schaden zu verhindern. Eine Krümmung kann verursachen, dass das Kabel in dem Kanal festklemmt, und verursacht leicht Verzögerungen in dem Installationsvorgang. Einblasvorrichtungen können Sensoren zum Anhalten des Motors, Kupplungen oder zerbrechliche Verbindungen umfassen, um einen Schaden an dem Motor oder den Antriebsrädern (oder Reifen) zu verhindern. Auch bei Vorrichtungen mit derartigen Merkmalen muss der Bediener in der Praxis noch immer den Einblasvorgang an der Einblasvorrichtung überwachen. Eine Vorrichtung, als Krümmungs-Erfassungsvorrichtung bekannt, zum Überwachen des Anfangs einer Krümmung und zum Steuern des Antriebs der Einblasvorrichtung, um ein Krümmen zu verhindern, wird in EP-B-253636 beschrieben. Aus GB-A-2 294 131 ist bekannt, wie eine Krümmungs-Erfassungsvorrichtung in einer Einblasvorrichtung zu integrieren ist.

[0006] Die jetzigen Anmelder, welche die Inhaber der oben erwähnten europäischen Patente sind, haben nun eine neue Krümmungs-Erfassungsvorrichtung erfunden, die mit einer Einblasvorrichtung integriert werden kann, um eine einfache und kompakte Vorrichtung zu bilden, die eine Gesamteinblasleistung verbessert – sogar im Vergleich zu der kombinierten Verwendung der Einblasvorrichtung von EP-B-108590 und der Krümmungs-Erfassungsvorrichtung von EP-A-345968. Das aus der Integration der neuen Krümmungs-Erfassungsvorrichtung resultierende neue Design der Vorrichtung ist insbesondere geeignet zur Verwendung mit den sehr Lichtwellenleiter-Kabeln, die in EP-A-521710 und EP-A-345968 beschrieben werden.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen eine Einblasvorrichtung für einen Kabelinstallationsvorgang mittels Einblasen, mit:
 einem Motor und einem rotierbaren Antriebselement, das betriebsfähig mit dem Motor verbunden ist;
 einer Kabeleintrittsöffnung, um ein einzubringendes Kabel aufzunehmen;
 einer Kabelaustrittsstelle zur Verbindung mit einem Installations-Kanal, in den das Kabel eingebracht werden soll, wobei die Kabelaustrittsstelle mit der Kabeleintrittsöffnung über eine Durchbohrung verbunden ist, wobei

die Durchbohrung einen Kabelpfad definiert, entlang dem das Kabel in Betrieb hindurch geht; einer Krümmungs-Erfassungsvorrichtung, die sich zwischen dem Antriebselement und der Kabelaustrittsstelle befindet, wobei die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung einen Hohlraum aufweist, durch den der Kabelpfad hindurchgeht, in der Einblasvorrichtung, wobei ein Sensor oder Sensoren vorgesehen ist/sind, um in Betrieb die Position des Kabels in dem Hohlraum zu überwachen; dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung ferner einen Ablenker aufweist, auf den das Kabel auf seinem Durchgang entlang dem Kabelpfad trifft, wobei der Ablenker ausgebildet ist, eine Krümmung in den von dem Kabel gefolgten Pfad einzufügen, wobei die Anordnung derart ist, dass, wenn das Antriebselement das Kabel mit einem Übermaß an Kraft vorwärts treibt, das Kabel sich vorzugsweise in dem Hohlraum an dem Ort des Ablenkers krümmt.

[0008] Vorzugsweise hat der Ablenker eine konvexe gekrümmte Oberfläche in Richtung des Kabelpfads. Der Ablenker kann eine kreisförmige Krümmung mit einem Krümmungsradius aufweisen, der nicht kleiner als 10 mm und nicht größer als 50 mm ist. Der Vorsprung in den Durchgang des Ablenkers kann nicht kleiner als 0.5 mm und nicht größer als 1.5 mm sein.

[0009] Die Einblasvorrichtung kann weiter Mittel aufweisen, die vorgesehen sind, die Achsenrichtung der Bewegung der Übertragungsleitung durch direktes Erfassen der Rotation des Antriebsmittels zu erkennen, derart, dass, wenn die Bewegung der Übertragungsleitung in eine Rückwärtsrichtung erkannt wird, die Steuerungsmittel das Antriebsmittel steuern, die von dem einen Antriebsmittel oder den mehreren Antriebsmitteln angewendete Antriebskraft zu erhöhen, bis die Übertragungsleitung im Gleichgewicht gehalten wird.

[0010] Zusätzlich kann die Einblasvorrichtung weiter einen Rotationssensor, um die Richtung der Bewegung des rotierbaren Antriebselements zu erfassen, und Steuerungsmittel aufweisen, die betriebsfähig mit dem Rotationssensor und dem Motor verbunden sind; wobei in Betrieb die Steuerungsmittel, als Reaktion auf die Erfassung einer Rotation des Antriebsmittels in die entgegengesetzte Richtung als die, die angewendet wird, wenn das Kabel in den Kanal eingeführt wird, den Motor veranlassen, ein Halte-Drehmoment auf das Antriebselement anzuwenden, um der entgegengesetzten Rotation entgegenzuwirken. Die Erfassungsmittel können eine optische Quelle und eine optische Erfassungsvorrichtung aufweisen.

[0011] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen ein Verfahren zum Einbringen eines Kabels in einen Kanal, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- i) Verbinden einer wie oben beschriebenen Einblasvorrichtung mit dem Kanal;
- ii) Einführen eines Kabels in die Einblasvorrichtung und in Eingriff bringen des Kabels mit dem rotierbaren Antriebselement oder dem Rad der Vorrichtung;
- iii) Anwenden von unter Druck gesetztem Gas auf den Kanal;
- iv) Vorwärts bewegen des Kabels durch die Vorrichtung und entlang des Kanals; und
- v) Steuern der Zugkraft, die über das rotierbare Antriebselement oder das Rad angelegt wird, gemäß der Ausgabe eines Sensors oder der Sensoren der Einblasvorrichtung.

[0012] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen eine Krümmungs-Erfassungsvorrichtung für einen Kabelinstallationsvorgang mittels Einblasen, zur Verwendung stromabwärts von dem Zuelement einer Einblasvorrichtung, wobei die Erfassungsvorrichtung aufweist: eine Kabeleintrittsöffnung, um ein einzubringendes Kabel aufzunehmen; eine Kabelaustrittsstelle zur Verbindung mit einem Installations-Kanal, in den das Kabel eingebracht werden soll, wobei die Kabelaustrittsstelle mit der Kabeleintrittsöffnung über eine Durchbohrung verbunden ist, wobei die Durchbohrung einen Kabelpfad definiert, entlang dem das Kabel in Betrieb hindurch geht; einen Hohlraum, durch den der Kabelpfad hindurchgeht, wobei ein Sensor oder Sensoren vorgesehen ist/sind, um in Betrieb die Position des Kabels in dem Hohlraum zu überwachen; dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung ferner einen Ablenker aufweist, auf den das Kabel auf seinem Durchgang entlang dem Kabelpfad trifft, wobei der Ablenker ausgebildet ist, eine Biegung in den von dem Kabel gefolgten Pfad einzufügen, wobei die Anordnung derart ist, dass, wenn das Kabel mit einem Übermaß an Kraft in die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung vorwärts getrieben wird, das Kabel sich vorzugsweise in dem Hohlraum an dem Ort des Ablenkers krümmt.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung für eine Kabelinstallation mittels Einblasen vorgesehen, mit einer wie oben beschriebenen Einblasvorrichtung und Steuerungsmitteln, ansprechend auf die Ausgabe eines Sensors in der Krümmungs-Erfassungsvorrichtung und betriebsfähig, den Motor als Reaktion auf die Ausgabe des Sensors zu steuern.

[0014] Vorzugsweise wird die Quelle des Hochdruckgases kompatibel mit der Umgebung gewählt, in der die

Installation stattfinden wird, obwohl routinemäßig ein Inertgas, wie Luft oder Stickstoff, verwendet wird. Ein Kompressor oder Flaschengas kann verwendet werden.

[0015] Die Erfindung wird nun auf beispielhafte Weise unter Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen beschrieben, wobei:

[0016] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß dem Stand der Technik ist;

[0017] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der Steuerungsvorrichtung gemäß dem Stand der Technik ist;

[0018] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0019] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung des Querschnitts des Inneren einer Einblasvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0020] [Fig. 5](#) ein Blockdiagramm ist, das die Hauptelemente der elektronischen Teilsysteme zeigt, die eine Einblasvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung steuern;

[0021] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung ist, welche die Anordnung der Codiereinrichtung, des Motors und der Antriebsräder in einer Einblasvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0022] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0023] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung des Querschnitts des Inneren einer Einblasvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist; und

[0024] [Fig. 9](#) eine schematische perspektivische Ansicht einer Einblasvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0025] [Fig. 10](#) eine schematische Darstellung eines experimentellen Verfahrens zum Bestimmen des Widerstands einer Übertragungsleitung gegenüber Druckkräften ist;

[0026] [Fig. 11](#) ein schematischer teilweiser Querschnitt durch die Einblasvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0027] [Fig. 12](#) eine Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist; und

[0028] [Fig. 13](#) eine Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist, wobei die Einblasvorrichtung geöffnet ist, um Details im Inneren zu zeigen.

[0029] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung der Installationsvorrichtung **10** gemäß dem Stand der Technik, die zum Einbringen von Übertragungsleitungen in vorher eingerichtete Kanäle verwendet wird. Die Übertragungsleitung **1** wird von einem Paar Antriebsräder **2** und **3** angetrieben. Die Installationsvorrichtung oder Einblasvorrichtung **10** weist auch eine Einlassöffnung **4** zur Verbindung mit einer Zufuhr eines gasförmigen Mediums mit hohem Druck (typischerweise 3 bis 10 bar) auf. Das gasförmige Medium mit hohem Druck tritt an einem Einpressungspunkt **5** in den Durchgang **7** ein und entwickelt in der Einblasvorrichtung **10** einen Bereich mit hohem Druck. Die von den Antriebsrädern angewendete Antriebskraft bewegt die Übertragungsleitung vorwärts durch eine Dichtung **6** und in den Durchgang **7**, wobei sie das hydrostatische Potential aufgrund des Druckunterschieds zwischen dem Bereich in der Einblasvorrichtung und dem Kanal mit hohem Druck und dem Druck außerhalb der Einblasvorrichtung (typischerweise atmosphärischer Druck) überwindet. Die Antriebskraft treibt die Übertragungsleitung weiter entlang des Durchgangs vorwärts durch eine Röhre **8** und in den vorher eingerichteten Kanal **9**. Die Einpressung des gasförmigen Mediums verursacht eine Luftströmung mit hoher Geschwindigkeit entlang des Kanals **9** und die Kombination aus der von der Luftströmung mit hoher Geschwindigkeit verursachten Zugkraft und der von den Rädern angewendeten Antriebskraft treibt die Übertragungsleitung entlang der Länge des vorher eingerichteten Kanals weiter.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung der Steuerungsvorrichtungen **12** und **13** gemäß dem Stand der Technik, die in Verbindung mit einer Einblasvorrichtung **10** verwendet werden. Die Steuerungsvorrichtung

gen oder Krümmungs-Erfassungsvorrichtungen **12** und **13** sind beide mit einer Steuerungseinheit **14** verbunden, die wiederum mit einem zu der Einblasvorrichtung **10** gehörenden Steuerungsmittel verbunden ist (nicht gezeigt). Eine kontinuierliche Länge des Kanals **9**, der der Anfang des Installations-Kanals ist, geht durch die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung **12**, die eine Kurve auf den Verlauf des Kanals **9** bewirkt. Ähnlich geht die Länge des Kanals **11**, der die Übertragungsleitung **2** in die Einblasvorrichtung **10** trägt, durch die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung **13**. Die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung **12** ist konfiguriert, um übermäßige Druckkräfte in Längsrichtung in der Übertragungsleitung zu erfassen, während die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung **13** konfiguriert ist, übermäßige Zugkräfte in Längsrichtung in der Übertragungsleitung zu erfassen. Wenn eine der Krümmungs-Erfassungsvorrichtungen übermäßige Kräfte in der Übertragungsleitung erfasst, gibt die relevante Erfassungsvorrichtung ein Signal an die Steuerungseinheit **14** aus, die wiederum ein Signal an die Steuerungsmittel in der Einblasvorrichtung sendet, um die auf die Übertragungsleitung angewendete Antriebskraft demgemäß zu variieren.

[0031] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Die Einblasvorrichtung **15** weist viele Merkmale auf, die zu der Einblasvorrichtung gemäß dem Stand der Technik gleich sind, wie die Antriebsräder **2** und **3**, welche die Übertragungsleitung durch die Dichtung **6** und entlang des Durchgangs **7** vorwärts treiben. Der Durchgang **7** hat in Betrieb einen höheren Druck als der äußere Druck, aufgrund der Zufuhr eines gasförmigen Mediums mit hohem Druck durch die Einlassöffnung **4**, wobei das Hochdruckgas an dem Einpressungspunkt **5** in den Durchgang **7** eingeführt wird. Der Auslass der Einblasvorrichtung ist über eine Röhre **8** mit dem vorher eingerichteten Kanal **9** verbunden, entlang dem die Übertragungsleitung **1** durch die Kombination der von den Antriebsrädern **2** und **3** angewendeten Antriebskräfte und den durch den Hochgeschwindigkeitsfluss des gasförmigen Mediums verursachten Zugkräften vorwärtsgetrieben wird. Zusätzlich gibt es zwischen der Dichtung **6** und dem Gaseinpresspunkt **5** einen an den Durchgang angrenzenden Hohlraum. Der Hohlraum weitet den Querschnitt des Durchgangs über die Länge des Durchgangs hinweg aus. Optische Sensoren, hier zwei in der Anzahl, **17** und **18** befinden sich in den Wänden des Hohlraums. Das Gehäuse der Einblasvorrichtung kann aus jedem Material gemacht sein, das geeignet ausgebildet werden kann, um die Einblasvorrichtung herzustellen, und das dem erhöhten Druck standhalten kann, der in der Einblasvorrichtung auftritt. Vorzugsweise ist das zur Herstellung der Einblasvorrichtung verwendete Material ein Metall, wie eine Aluminium-Legierung oder rostfreier Stahl, obwohl ein technischer Kunststoff, wie glasverstärktes Polyamid oder ein Epoxidharz, verwendet werden können. Die Dichtung **6** ist vorzugsweise ringförmig mit der Öffnung so dimensioniert, dass sie eine Übertragungsleitung durchlässt, während der Verlust von Gas aus der Einblasvorrichtung durch die Dichtung minimiert wird und die Reibung zwischen der Dichtung und der Übertragungsleitung minimiert wird. Die Dichtung kann aus einem polymeren oder metallischen Material gemacht werden, aber metallische Dichtungen werden bevorzugt, da sie eine längere Betriebslebenszeit haben. [Fig. 3](#) zeigt die Steuerschaltung und die Antriebsmittel als in dem Gehäuse der Einblasvorrichtung befindlich. Es ist offensichtlich, dass entweder die Steuerschaltung oder die Antriebsmittel oder beide sich in einer getrennten Einheit befinden können, die entfernt von der Einblasvorrichtung untergebracht sein kann, wenn die Vorrichtung in Betrieb ist. Es ist möglich und im Allgemeinen vorzuziehen, die Einblasvorrichtung direkt mit dem Kanal zu verbinden, ohne eine dazwischenliegende Röhre.

[0032] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Darstellung des Querschnitts des Inneren der Einblasvorrichtung **15**, wobei jeder Sensor **17** und **18** eine optische Quelle, **17a** und **18a**, und einen optischen Empfänger, **17b** und **18b**, aufweist, die sich in direkter Ausrichtung und auf gegenüberliegenden Seiten des Hohlraums auf einer Achse befinden, die senkrecht zu der Achse des Hohlraums ist. Der Begriff „optisch“ umfasst Licht des sichtbaren Spektrums sowie Infrarot-Strahlung in den Wellenlängen-Bändern, die im Allgemeinen zu Kommunikationssystemen mit optischen Fasern gehören.

[0033] Es ist offensichtlich, dass optische Sensoren nicht der einzige Typ von Sensoren sind, die verwendet werden können. Mechanische Kontaktschalter können verwendet werden, um entweder eine Anzeige der Position der Übertragungsleitung oder der auf die Übertragungsleitung wirkenden Krümmungskraft zu liefern. Wenn die Übertragungsleitung metallische Elemente enthält, dann wäre es möglich, nicht-optische elektrische Sensoren zu verwenden, die Variationen der Induktivität oder Kapazität messen können.

[0034] Die optischen Empfänger der Sensoren **17** und **18** sind mit einer Steuerungsschaltung **19** verbunden, die wiederum mit dem Antriebsmittel **20** verbunden ist, das mit einem der Antriebsräder **2** und **3** gekoppelt ist. Der obere Sensor **17**, das heißt der Sensor am nächsten zur Achse des Durchgangs, ist derart platziert, dass in einem normalen Betriebszustand die Übertragungsleitung den oberen Sensor **17** durch Unterbrechen des Lichtstrahls auslöst, der von der optischen Quelle **17a** an den optischen Empfänger **17b** übertragen wird. Es ist im Allgemeinen nicht wichtig, ob die Unterbrechung vollständig, d.h. die Übertragungsleitung verdeckt die Quelle oder die Erfassungsvorrichtung vollständig, oder teilweise ist, solange es eine messbare Änderung in

der Ausgabe der Erfassungsvorrichtung zwischen dem Vorhandensein und dem Fehlen der Übertragungsleitung gibt.

[0035] Wenn eine Übertragungsleitung in eine Einblasvorrichtung einzuführen ist und das Innere der Einblasvorrichtung bereits unter Druck gesetzt wäre, dann würde der Druckunterschied zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Einblasvorrichtung verursachen, dass eine Kolbenkraft auf die Übertragungsleitung wirkt, welche die Übertragungsleitung aus der Einblasvorrichtung herausstoßen würde. Um dies zu verhindern, veranlasst der Sensor **17**, wenn er anfänglich das Vorhandensein einer Übertragungsleitung erfasst, dass ein Halte-Drehmoment einer ausreichenden Größe auf die Übertragungsleitung angewendet wird, um die Kolbenkraft zu überwinden und die Position der Übertragungsleitung beizubehalten. Dieses Merkmal der Vorrichtung, das offensichtlich früher noch nicht verwendet wurde, hat offensichtlich einen Anwendungsbereich für Einblasvorrichtungen aller Typen, ob sie auch eine Krümmungs-Erfassungsvorrichtung umfassen oder nicht. Wenn die Installation beginnt, wird das auf die Übertragungsleitung angewendete Drehmoment erhöht, so dass die Antriebsräder die Übertragungsleitung in den Kanal hinein treiben. Die maximale Einbringungsgeschwindigkeit wird von einem Potentiometer geregelt, dass sich an der Einblasvorrichtung in einer Position befindet, so dass der Bediener die maximale Einbringungsgeschwindigkeit der Übertragungsleitung manuell anpassen kann. Wenn eine Installation gestartet ist, weist die Steuerungsschaltung **19** das Antriebsmittel **20** an, die Einbringungsgeschwindigkeit linear von Null bis zu der maximalen Einbringungsgeschwindigkeit in sechs Sekunden zu erhöhen. Bei normalen Betriebsbedingungen besetzt das Kabel die Mitteposition des Durchgangs, wobei es zumindest teilweise den Sensor **17** verdeckt und dadurch wird eine grüne Anzeigevorrichtung (z.B. ein LED) erleuchtet, um den Bediener zu informieren, dass die Installation auf ordnungsgemäße Weise abläuft.

[0036] Wenn die von den Antriebsrädern angewendete Antriebskraft größer als die Kraft aufgrund des Zugs des Hochgeschwindigkeits-Luftstroms ist, was an der Einblasvorrichtung „gesehen“ wird, treten in dem Kabel an der Einblasvorrichtung Druckkräfte auf. Das Kabel ist eine schlanke Säule und fängt an, sich zu krümmen, wenn eine ausreichende Druckkraft darauf einwirkt. Der Durchgang begrenzt die seitliche Bewegung des Kabels, aber der Teil des Kabels, der sich in dem Bereich des Durchgangs befindet, der an den Hohlraum angrenzt, kann sich seitlich in oder noch weiter in den Hohlraum hineinbewegen. Wenn jedoch ausreichende Druckkräfte in der Längsrichtung auf das Kabel wirken, verbiegt sich das Kabel in dem Bereich des Hohlraums. Wenn sich durch die Krümmung in dem Kabel das Kabel derart seitlich bewegt, dass es den oberen Sensor **17** nicht länger auslöst, dann erfasst der optische Empfänger **17b** die von der optischen Quelle **17a** unbehindert von dem Kabel ausgestrahlte Strahlung. Die Steuerungsschaltung empfängt die Signalveränderung von dem Sensor **17** und sendet ein Signal an das Antriebsmittel, um die von den Antriebsrädern angewendete Antriebskraft zu reduzieren. Diese Situation veranlasst, dass eine gelbe Anzeige-LED erleuchtet wird, um den Bediener zu informieren, dass ein geringfügiges Problem aufgetreten ist.

[0037] Diese Verringerung der Antriebskraft reduziert die Druckkräfte in dem Kabel und reduziert somit die leichte Krümmung in dem Kabel, wodurch das Kabel leicht in seine typische Position zurückkehren kann und den oberen Sensor auslöst. Die Steuerungsschaltung versucht dann, die Einbringungsgeschwindigkeit aus ihrem verringerten Grad zurück auf den maximalen Grad zu erhöhen, wobei sie die Geschwindigkeit linear über eine Zeitdauer von 6 Sekunden erhöht. Es können Situationen entstehen, in denen das Kabel zwischen den „grünen“ und „gelben“ Zuständen „flattert“ und in diesem Fall sollte der Bediener der Einblasvorrichtung das Potentiometer an der Einblasvorrichtung verwenden, um die gesetzte maximale Einbringungsgeschwindigkeit des Kabels zu verringern. Der Regelkreis, der den Grad der Krümmung in dem Kabel minimiert, ist ausreichend empfindlich, so dass die Zeitdauer, in der sich das Kabel in dem „gelben“ Zustand befindet, minimiert wird. Umstände, durch die das Kabel in den „gelben“ Zustand tritt, sind, wenn das Kabel eine Biegung in der Route des Kanals passiert oder wenn das Kabel fast am Ende der Kanalroute ist.

[0038] Wenn die Übertragungsleitung anhalten würde, aus einem Grund, wie zum Beispiel eine Kanalblockierung oder eine Biegung in dem Kanal mit einem sehr kleinen Radius, gibt es eine signifikante Möglichkeit, dass die Antriebskraft die Übertragungsleitung veranlassen würde, sich soweit zu verbiegen, dass ein mechanischer Schaden entstehen würde, mit der Möglichkeit eines Abreißens der Übertragungsleitung. Um diesen möglichen Ausfall zu verhindern, veranlasst die Steuerungsschaltung das Antriebsmittel, wenn die gekrümmte Übertragungsleitung den unteren Sensor **18** auslöst, die Antriebsräder sofort zu stoppen, so dass das Problem bei der Einbringung beseitigt werden kann. Die Position des unteren Sensors wird derart ausgewählt, dass sich im Allgemeinen die Übertragungsleitung ausreichend krümmen kann, um den Sensor auszulösen, ohne einen signifikanten mechanischen Schaden zu erleiden. In dieser Situation wird eine rote Anzeige-LED erleuchtet, um den Bediener zu informieren, dass ein schwerwiegendes Problem aufgetreten ist. Wenn dieser „rote“ Zustand eingetreten ist, kann die Einblasvorrichtung nur durch Zurückkehren zu dem „grünen“ Zustand und Erhöhen der Einbringungsgeschwindigkeit von Null aus wieder gestartet werden. Die Einbringungsgeschwindigkeit

keit wird dann linear von Null bis zu dem maximalen Wert über eine Zeitspanne von sechs Sekunden erhöht.

[0039] **Fig. 5** zeigt ein Blockdiagramm, das die Hauptelemente der elektronischen Teilsysteme zeigt, welche die Einblasvorrichtung steuern. Die Steuerungslogik **38** empfängt Information von den Krümmungs-Sensoren **39** hinsichtlich der Position des Kabels in der Einblasvorrichtung, d.h. ob sich das Kabel in dem „grünen“, „gelben“ oder „roten“ Zustand befindet. Abhängig von der von den Krümmungs-Sensoren empfangenen Information weist die Steuerungslogik die Motorantriebsschaltung **35** an, die Geschwindigkeit des Motors **32**, der wiederum die Antriebsräder antreibt, beizubehalten, zu erhöhen oder zu verringern. Die Motorantriebsschaltung legt eine Antriebsspannung an den Motor an und die Geschwindigkeit des Motors ist proportional zu der von der Motorantriebsschaltung angelegten Antriebsspannung. Die maximale Antriebsspannung wird von einem Potentiometer geregelt, dessen Einstellung von dem Bediener der Einblasvorrichtung verändert werden kann, um die Einbringungsgeschwindigkeit zu steuern, damit sie den Charakteristiken der Route, in die das Kabel eingebracht wird, entspricht. Die Codiereinrichtung **33** ist physikalisch an den Motor gekoppelt (siehe **Fig. 6**), damit die Geschwindigkeit und die Richtung des Motors überwacht werden können. Die Codiereinrichtung ist eine herkömmliche optische Zweikanalvorrichtung, die zwei auf einer Scheibe **40** getragene phasenverschobene Strichsätze und eine Codiereinrichtung-Erfassungsvorrichtung **41** aufweist. Aus der relativen Position der von den beiden Strichsätzen erzeugten ansteigenden und abfallenden Flanken kann die Richtung der Bewegung des Motors, und somit der Antriebsräder, festgestellt werden. Wenn der Motor anfängt, sich in eine Rückwärtsrichtung (relativ zu der Richtung des Kabels während des Einbringens) zu bewegen, weist die Logik **36** der Codiereinrichtung die Motorantriebsschaltung an, ein Halte-Drehmoment anzuwenden, um das Kabel in dem Gehäuse der Einblasvorrichtung zu halten und zu verhindern, dass es von der durch den Druckunterschied verursachten Kolbenkraft herausgestoßen wird.

[0040] Die Codierer-Scheibe **40** erzeugt 500 Impulse pro Umdrehung für jeden der beiden Kanäle. Die Scheibe ist physikalisch an den Motor **32** gekoppelt (siehe **Fig. 6**), der über ein Getriebe **42** mit den Antriebsrädern **2** und **3** verbunden ist. Das Getriebe hat eine Übersetzung von 5:1, so dass eine einzelne Umdrehung der Antriebsräder **5** Umdrehungen des Motors erfordert und somit 2500 Impulse in jedem Kanal des Codierers erzeugt. Die Reifen der Antriebsräder haben einen Umfang von ungefähr 100 mm und somit werden durch das Einbringen des Kabels für eine Distanz von einem Meter 25,000 Impulse erzeugt. Dadurch kann die Position des Kabels genau überwacht werden, da jeder Impuls des Codierers eine Verschiebung des Kabels um 40 µm darstellt. Wie oben angedeutet, findet dieser Aspekt der neuen Einblasvorrichtung eine Anwendung bei Vorrichtungen, die ohne Krümmungs-Erfassungsvorrichtungen verwendet werden, und er wird als selbständig erfinderisch angenommen.

[0041] **Fig. 6** zeigt den Motor mit beiden Rädern der Antriebsräder **2** und **3** verbunden. Es sollte offensichtlich sein, dass der Motor auch mit nur einem der Antriebsräder **2** oder **3** verbunden sein kann.

[0042] Die obige Diskussion hat auf Antriebsräder Bezug genommen, aber es ist für Fachleute offensichtlich, dass das Antriebsrad (oder die Antriebsräder) durch eine gleichartige Vorrichtung ausgewechselt werden kann/können, wie zum Beispiel ein Antriebsriemen oder ein Antrieb einer Gleiskette.

[0043] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** wird Information hinsichtlich der Entfernung und der Geschwindigkeit der Einbringung von der Codierer-Logik **36** an die Kalibrierschaltung **37** für Entfernung und Geschwindigkeit geliefert. Die eingebrachte Entfernung wird dem Bediener unter Verwendung einer Anzeige **34** angezeigt, die vorzugsweise eine LCD-Anzeigeeinheit aufweist, aber jede geeignete Anzeigeeinheit (z.B. eine LED- oder elektromechanische Vorrichtung) aufweisen kann. Die Anzeigeeinheit zeigt auch die nominelle Einbringungsgeschwindigkeit des Kabels an, die aus der Position des Potentiometers abgeleitet wird, das den Motorantriebsstrom regelt. Gibt es einen Unterschied zwischen der von dem Potentiometer abgeleiteten Einbringungsgeschwindigkeit und der Einbringungsgeschwindigkeit, wie sie von der Codierer-Logik aus der Ausgabe des Codierers berechnet wurde, wird ein Kalibrierungssignal an die Codierer-Logik gesendet, die das Senden eines weiteren Signals an die Motorantriebsschaltung veranlasst, wodurch ein Servomechanismus aktiviert wird, der eine geeignete Erhöhung der Motorantriebsspannung veranlasst. Dieser Regelkreis stellt sicher, dass die tatsächliche Einbringungsgeschwindigkeit des Kabels dieselbe ist wie die nominelle Einbringungsgeschwindigkeit, die von der Anzeige angezeigt wird, gemäß der Positionierung des Potentiometers durch den Bediener der Einblasvorrichtung. Eine derartige Diskrepanz kann entstehen aufgrund von temperaturabhängigen Variationen des Rollwiderstands der Reifen.

[0044] **Fig. 7** zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung und **Fig. 8** zeigt eine schematische Darstellung des Querschnitts des Inneren des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Die Einblasvorrichtung **21** ist strukturell ähnlich zu der Einblasvor-

richtung **15** (wie in [Fig. 3](#) gezeigt), abgesehen von der Hinzufügung eines Ablenkers **22**. Der Ablenker ist leicht gekrümmt und ist in diesem bestimmten Ausführungsbeispiel eine Platte. Der Ablenker ist parallel zu der Achse des Durchgangs und springt leicht in die Bohrung des Durchgangs **7** vor. Wenn die Einblasvorrichtung in ihrem normalen Zustand arbeitet, geht die Übertragungsleitung über den Ablenker und löst den oberen Sensor **17** aus, der veranlasst, dass die Antriebskraft auf ihrem maximal zulässigen Wert beibehalten wird. Wenn übermäßige Druckkräfte auf die Übertragungsleitung wirken, arbeitet die Einblasvorrichtung auf gleiche Weise wie die Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels, wie oben beschrieben und in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt. Das Hinzufügen des Ablenkers veranlasst die Übertragungsleitung, sich auf eine mehr gesteuerte Weise zu krümmen und verringert die Möglichkeit, dass die Übertragungsleitung von übermäßigen Druckkräften beschädigt wird.

[0045] Eine wie oben beschriebene, geeignet bemessene Einblasvorrichtung kann bei der Installation von Kabeln mit Durchmessern von 1 mm bis 20 mm verwendet werden. Um die Ausnutzung einer Infrastruktur eines Netzes zu maximieren, gibt es ein beträchtliches Interesse für eine Installation von sehr kleinen Kabeln, d.h. mit 1 mm Durchmesser, in Mikrokanäle mit einer inneren Bohrung von beispielsweise 3.5 mm. Derartige kleine Kabel werden in den europäischen Patentanmeldungen EP-A-345968 und EP-A-521710 beschrieben. Typischerweise enthalten derartige Kabel 1 bis 8 optische Fasern, normalerweise Monomode-Fasern, manchmal Multimodefasern, in einem gemeinsamen polymeren Mantel. Aufgrund ihrer Größe und Struktur haben diese Kabel wenig Widerstand gegenüber einem Krümmen und würden aus der Verwendung einer Einblasvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sehr große Vorteile ziehen. Die folgende Diskussion nimmt die Verwendung eines derartigen Kabels mit einem nominellen Durchmesser von 1 mm an. Die zugrunde liegenden Prinzipien gelten auch für Kabel mit größeren Durchmessern, aber die in der folgenden Diskussion beschriebenen Ausführungsbeispiele müssten dementsprechend skaliert werden, um Unterschiede in dem Kabeldurchmesser, Steifheit, usw. ... zu berücksichtigen.

[0046] [Fig. 10](#) zeigt eine schematische perspektivische Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die beiden Hälften der Einblasvorrichtung sind durch Scharniere **29** verbunden und können unter Verwendung einer Klemmvorrichtung **30** geschlossen werden. Es ist offensichtlich, dass jedes andere Verfahren zum Bewirken einer Dichtung durch Zusammenfügen der beiden Hälften der Einblasvorrichtung verwendet werden kann, aber die Verwendung eines integrierten Scharniers hat den Vorteil, die Anzahl der Verschlüsse zu reduzieren, die für ein gesichertes Befestigen der oberen und unteren Teile der Einblasvorrichtung erforderlich sind, was die zum Öffnen und Schließen der Einblasvorrichtung aufzubringende Zeit verringert. Auch verringert die Anordnung mit Scharnieren die Wahrscheinlichkeit eines Schadens an der Dichtung **31** oder an der unteren Fläche der oberen Hälfte der Einblasvorrichtung. Die Dichtungen **6** und **31** verhindern das Austreten des Hochdruckgases aus der Einblasvorrichtung. Der Ausgang **28** ermöglicht, dass Kanäle mit zwei unterschiedlichen Größen abgedichtet mit der Einblasvorrichtung festgeklemmt werden. Typischerweise sind umfängliche Vertiefungen in der Form von Zähnen vorgesehen, um die Sicherung des Kanals in der Einblasvorrichtung zu erleichtern. Für Fachleute dürfte offensichtlich sein, dass die Vorrichtung so gestaltet sein kann, dass sie nur eine Röhrengröße oder mehr als zwei Röhrengrößen aufnimmt. Es ist ebenfalls offensichtlich, dass die Röhren an der Einblasvorrichtung befestigt sein können unter Verwendung eines Verbinders oder jedes anderen Mittels, das eine wirksame Abdichtung bewirkt.

[0047] [Fig. 9](#) zeigt eine schematische Darstellung eines experimentellen Verfahrens zur Bestimmung des Widerstands einer Übertragungsleitung gegenüber Druckkräften. Proben einer Übertragungsleitung **1** wurden in Versuchsvorrichtungen **26** und **27** platziert, welche die Abmessungen und Geometrie des Inneren der Einblasvorrichtungen **15** und **21** entsprechend von [Fig. 3](#) und [Fig. 7](#) herstellen. Eine Belastungszelle **23** platziert eine axiale Druckkraft, die sich mit der Zeit erhöht, auf das Ende der Probe der Übertragungsleitung und überträgt die Größe der Druckkraft an den Datenerfasser **25**. Wenn die Druckkraft zunimmt, beginnt sich die Übertragungsleitung abhängig von den Begrenzungen des Hohlraums und des Durchgangs zu krümmen und hört auf, den Sensor **17** auszulösen. Eine Steuerungseinheit **24** sendet ein Ausgabesignal an den Datenerfasser **25** und die Druckkraft, bei der die Krümmung begann, wird in dem Speicher des Datenerfassers gespeichert. Die Druckkraft nimmt weiter zu, wodurch die Krümmung der Übertragungsleitung weiter zunimmt. Wenn die Übertragungsleitung den Punkt der maximalen Krümmung erreicht, löst sie den unteren Sensor **18** aus, der die Steuerungseinheit veranlasst, ein Signal an den Datenerfasser zu senden. Der Datenerfasser speichert die Druckkraft, bei der die maximale Krümmung aufgetreten ist.

[0048] Die Versuchsvorrichtung **27** ist ähnlich zu der Versuchsvorrichtung **28**, außer dass sie zusätzlich einen Ablenker **22** aufweist, der dieselbe Größe und Abmessungen wie der in der Einblasvorrichtung **21** verwendete Ablenker hat. Der Ablenker hat auch dieselbe Position relativ zu dem Hohlraum wie der Ablenker in der Einblasvorrichtung **21**. Die zum Auslösen der Krümmung und zur maximalen Krümmung erforderlichen Druckkräf-

te werden ähnlich von dem Datenerfasser **25** gespeichert.

[0049] Tabelle 1 zeigt eine Anzahl von Versuchsergebnissen, die unter Verwendung des oben beschriebenen experimentellen Verfahrens mit der in [Fig. 9](#) gezeigten Vorrichtung erhalten wurden. Das Symbol † bedeutet, dass die Druckkräfte ausreichend waren, die Übertragungsleitung zu zerstören.

Probennummer	Erforderliche Kraft, um Krümmung aus- zulösen (Gramm Kraft)	Erforderliche Kraft für maximale Krümmung (Gramm Kraft)
1	38	58
2	88†	88†
3	104†	104†
4	88†	88†
5	48	58
6	35	64
7	42	64
8	41	64
9	35	56
10	98†	98†

Tabelle 1

[0050] Tabelle 2 stellt eine Anzahl von Versuchsergebnissen zusammen, die unter Verwendung des oben beschriebenen experimentellen Verfahrens mit der in [Fig. 9](#), unteres Diagramm, gezeigten Vorrichtung, d.h. einschließlich dem Ablenker, erhalten wurden.

Probennummer	Erforderliche Kraft, um Krümmung aus- zulösen (Gramm Kraft)	Erforderliche Kraft für maximale Krümmung (Gramm Kraft)
1	45	68
2	45	64
3	46	67

4	43	64
5	46	65
6	38	60
7	38	58
8	42	65
9	44	67
10	43	68

Tabelle 2

[0051] Ein Vergleich von Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigt, dass die Aufnahme des Ablenkers die Wiederholbarkeit des Versuchs signifikant verbessert, was sowohl die Kraft, bei der eine Krümmung beginnt, als auch die Kraft, die eine maximale Krümmung verursacht, konsistenter macht. Der Ablenker verhindert auch den Aufbau größerer Kräfte, die sehr schnell zu einem Krümmen und dem Bruch der Übertragungsleitung führen.

[0052] Es ist zu erkennen, dass die Funktion des Ablenkers darin liegt, ein Auftreten einer Krümmung zu veranlassen, bevor das Kabel einen physikalischen Schaden erleidet, und dass diese Funktion wichtiger ist als die Struktur des Ablenkers. Vorzugsweise ist der Ablenker gekrümmt. Wenn der Ablenker nicht gekrümmt ist, sollten alle Ränder, die mit dem Kabel in Kontakt kommen können, abgerundet sein, so dass die Wahrscheinlichkeit, dass der Ablenker das Kabel abschleift, minimiert ist. Der Ablenker und seine Umgebung sollten derart gestaltet sein, dass, wenn sich das Kabel in der Einblasvorrichtung krümmt, es dies in dem Hohlraum an dem Ort des Ablenkers tut. Bequemerweise kann die Krümmung des Ablenkers einen Bogen eines Kreises beschreiben. Der Ablenker kann alternativ eine parabolische Krümmung oder eine nicht gekrümmte Struktur haben. Jeder nicht gekrümmte Ablenker müsste derart gestaltet sein, dass der Durchgang des Kabels über den Ablenker nicht zu einem Schaden der äußeren Fläche des Kabels führt.

[0053] [Fig. 12](#) zeigt eine Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß der Erfindung, wobei die beiden Hälften der Einblasvorrichtung von einer Klemmvorrichtung **30** versiegelt werden. Ein Gehäuse **31** enthält den Motor und das Getriebe und ein Gehäuse **32** enthält den Codierer. [Fig. 13](#) zeigt eine Darstellung einer Einblasvorrichtung gemäß der Erfindung, wobei die Einblasvorrichtung geöffnet ist, um die Innendetails zu zeigen.

[0054] Der Ablenker ist vorgesehen, um die vorteilhaften Wirkungen von

- (i) einer öfter wiederholbaren Schwelle für den Beginn einer Krümmung und
- (ii) einer reduzierten maximalen Krümmungskraft zu liefern, welche die Möglichkeit einer Beschädigung der Übertragungsleitung verringert. Wie oben gezeigt, ist die genaue Form des Ablenkers nicht kritisch und der Ablenker kann zum Beispiel entweder eine kreisförmige oder eine parabolische Krümmung haben. Es wurde bemerkt, dass für ein Kabel mit einem Durchmesser von 0.9 mm bis 1.2 mm und für einen Ablenker mit einer Krümmung eines teilkreisförmigen Profils es vorzuziehen ist, dass der Ablenker 0.5 mm bis 1.5 mm in den Durchgang vorspringt und einen Radius von 10–50 mm hat. Noch vorzugsweiser springt der Ablenker für diese Kabelgröße 1 mm, oder ungefähr so, in den Durchgang vor und der Radius der Krümmung des Ablenkers kann 30 mm oder ungefähr so sein. Um die mit Massenproduktionstechniken erreichbaren Toleranzen zu ermöglichen, ist vorzuziehen, dass der Ablenker mit Anpassungsmitteln verbunden ist, um den Vorsprung des Ablenkers kalibrieren zu können (typischerweise vor dem Einsatz vor Ort und danach in regelmäßigen Abständen). Dadurch kann auch die Einblasvorrichtung mit Kabeln einer Reihe von Durchmessern verwendet werden.

[0055] Für ein Kabel mit einem Durchmesser von ungefähr 1 mm wurde erkannt, dass der Durchgang **7** vorzugsweise einen Durchmesser von 1.5–3 mm hat. Noch vorzugsweiser hat der Durchgang einen Durchmesser von 2 mm. Die obere Grenze der Größe des Durchgangs wird von der Größe des Kanals geregelt, in den das Kabel eingebracht werden soll. Im Allgemeinen sollte der Durchmesser des Durchgangs geringer sein als der Durchmesser des Kanals. Ein typischer Kanaldurchmesser für ein Kabel von 1 mm beträgt 3.5 mm. Das Verhältnis zwischen dem Durchmesser des Kabels und dem Durchmesser des Kanals für erfolgreiche Installationsvorgänge mittels Einblasen ist aus EP-B-108590 bekannt. Es ist vorzuziehen, dass das Verhältnis von Durchmesser des Kabels zu Kanalbohrung sich in dem Bereich von 1:3 bis 1:2 befindet. Eine Installation von Kabeln in Kanäle, die sich außerhalb dieses Bereichs befinden, ist nicht unmöglich, aber viel weniger effizient.

Die Größe des Hohlraums, in den das Kabel abgelenkt wird, hängt ebenfalls von dem Durchmesser des Kabels ab. Im Allgemeinen sollte die Tiefe des Hohlraums zumindest vier Mal der Durchmesser des Kabels sein und die Länge des Hohlraums sollte zumindest acht Mal der Durchmesser des Kabels sein. Um zu verhindern, dass Kabel einen zu kleinen Biegungsradius erleiden, ist bevorzugt, dass der Hohlraum zumindest zwei Mal so lang wie tief ist. Für ein Kabel mit einem Durchmesser von 1 mm liegt ein bevorzugter Bereich von Tiefen des Hohlraums zwischen 6 mm und 10 mm und ein bevorzugter Bereich von Längen des Hohlraums liegt bei 20–30 mm. Sehr zufriedenstellende Ergebnisse wurden bei einer Tiefe des Hohlraums von 8 mm und einer Länge des Hohlraums von 26 mm erreicht. Es ist bevorzugt, dass der Hohlraum eine konvexe gekrümmte Form hat, damit Kabel keinem zu kleinen Biegungsradius ausgesetzt werden. Eine alternative Form eines Hohlraums wäre eine im Wesentlichen rechteckige Form, aber mit abgerundeten Ecken, damit das Kabel keinen Schaden erleidet.

[0056] Die Antriebsmittel, die zum Vorwärtstreiben der Übertragungsleitung entlang dem Kanal verwendet werden, weisen normalerweise einen elektrischen Motor auf, typischerweise mit einer Niederspannung (≤ 50 V), um die Antriebskraft zu liefern. Jedoch ist offensichtlich, dass andere Formen von Motoren ebenfalls verwendet werden können, z. B. hydraulische oder pneumatische Motoren. Insbesondere pneumatische Motoren sind bevorzugte Alternativen zu elektrischen Motoren, obwohl ein geeigneter Steuerungswandler vorgesehen werden muss, damit die elektrische Ausgabe der Steuerungsvorrichtung **19** die Antriebskraft des Motors steuern kann. Zusätzlich ist es möglich und vorzuziehen, anstatt beide Antriebsräder mit dem Antriebsmittel zu koppeln, die Antriebskraft nur über eines der Antriebsräder zu liefern. Dies vermeidet Probleme, die bei zwei Rädern entstehen können – wenn sie nicht synchronisiert sind oder wenn verschiedene Antriebskräfte von den unterschiedlichen Antriebsrädern geliefert werden –, was zu einem ernsthaften Kabelschaden führen kann. Es ist auch offensichtlich, dass in den oben diskutierten Ausführungsbeispielen die Drehzahl des Motors von der zugeführten DC-Spannung geregelt wird. Alternativ kann der Motor Pulsbreiten-moduliert sein, wobei der Arbeitszyklus der Pulse variiert wird, um die Drehzahl des Motors zu regeln.

[0057] Obwohl die Rate des Installationsvorgangs automatisch von den Steuerungsmitteln gesteuert wird, ist es vorteilhaft, Information dem Bediener der Einblasvorrichtung unter Verwendung einer Form einer Anzeige zu liefern, zum Beispiel durch Erleuchten eines grünen Lichts, um einen normalen Betriebszustand anzuzeigen (oben als der „grüne“ Zustand bezeichnet), eines gelben Lichts, um anzuzeigen, dass eine Krümmung auftritt und dass die Antriebskraft reduziert wird (oben als der „gelbe“ Zustand bezeichnet), und eines roten Lichts, um anzuzeigen, dass eine maximale Krümmung aufgetreten ist und dass die Antriebskraft reduziert wurde (oben als der „rote“ Zustand bezeichnet). Diese Anzeige kann auf einer Oberfläche der Einblasvorrichtung und/oder auf einer getrennten Einheit, die sich bei Betrieb der Einblasvorrichtung entfernt von der Einheit befinden kann, befestigt werden. Zusätzlich oder alternativ können hörbare Signale geliefert werden, um Zustandsänderungen oder nicht-grüne Zustände anzuzeigen. Zusätzlich kann ein manueller Eingriff in die Steuerungsschaltung vorgesehen werden, so dass die Installation nur neu gestartet wird, wenn die Blockierung entfernt wurde, welche die „rote“ Blockierung verursacht hat.

[0058] Obwohl in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Hohlraum als „hinunter“ in den unteren Block ausdehnend gezeigt und beschrieben wurde, kann er sich selbstverständlich auch „horizontal“ oder seitlich ausdehnen. Ein Vorteil der „vertikalen“ Anordnung liegt darin, dass sich kein Teil der Anordnung des optischen Sensors (der entweder als Erfassungsvorrichtung oder als Quelle eine elektrische Verbindung erfordert) in der oberen Position der Einblasvorrichtung befinden muss. Es wäre möglich, den „gesamten“ Hohlraum und die Sensoren als Teil der unteren Hälfte der Einblasvorrichtung zu halten, auch in einer Einblasvorrichtung, die sich entlang der Achse der Bohrung teilt, entlang der das Kabel geführt wird, und dies wäre gegenüber Anordnungen vorzuziehen, in denen ein aktiver Teil der Sensoren ein Teil der oberen Hälfte der Einblasvorrichtung wäre.

[0059] Entweder in Kombination mit einem wie gerade vorgeschlagenen „horizontalen“ Hohlraum oder mit einem „vertikalen“ Hohlraum, können die optische Quelle und die optische Erfassungsvorrichtung für einen Sensor Seite an Seite befestigt werden, wobei ein geeignet positionierter Reflektor dazu dient, das Licht von der Quelle zu der Erfassungsvorrichtung zu lenken. In einer Anordnung mit einem „horizontalen“ Hohlraum wird der Reflektor (z.B. ein Spiegel oder eine polierte Oberfläche) am Besten an der oberen Hälfte der Einblasvorrichtung vorgesehen.

[0060] Die Antriebsräder müssen nicht als ein Bestandteil des Blocks befestigt werden, der den Rest der Einblasvorrichtung bildet, aber ein zu großer Zwischenraum sollte vermieden werden, um die Möglichkeit zu minimieren, dass sich das Kabel in dem Zwischenraum zwischen dem Radgehäuse und dem Rest der Einblasvorrichtung krümmt. (Offensichtlich hängt die Größe des akzeptablen Zwischenraums von der Tendenz ab, mit

der sich das verwendete Kabel krümmt, und dies hängt im Allgemeinen von dem Durchmesser des Kabels ab). Die Antriebsräder werden typischerweise mit Gummireifen versehen und diese erfordern typischerweise in regelmäßigen Abständen einen Ersatz. Zumindest für die Kabel mit kleinem Durchmesser werden die Reifen aus einem geeigneten Polymer- oder Gummimaterial gebildet, zum Beispiel Welvic™ PVC, das eine Dichte von 1170 kg m^{-3} und eine Weichheit von 115 hat (gemessen unter Verwendung des „British Standard BS 2782 Method 365A“). Ein alternatives Material ist GA8718, das eine Dichte von 1320 kg m^{-3} , eine Weichheit von 86 (gemessen unter Verwendung des „British Standard BS 2782 Method 365A“) und eine Shore-Härte von 57 hat (gemessen unter Verwendung des „British Standard BS 2782 Method 365B“). Die Reifen haben einen Durchmesser von ungefähr 30 mm und werden in Betrieb um ungefähr 1 bis 2 mm zusammengedrückt. Eine Befestigung der Räder außerhalb des unter Druck gesetzten Bereichs der Einblasvorrichtung, wie in den dargestellten Ausführungsbeispielen, hat den Vorteil, dass die Dichtungen um diesen Bereich nicht gestört werden muss, wenn die Reifen und/oder Räder ersetzt werden. Die Räder können jedoch in dem unter Druck gesetzten Bereich befestigt werden, wenn dies bevorzugt ist, aber es wird als nicht optimal angesehen. Die Dichtungen um den unter Druck gesetzten Bereich herum sind vorzugsweise aus Silikonkautschuk oder Ähnlichem ausgebildet.

Patentansprüche

1. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) für einen Kabelinstallationsvorgang mittels Einblasen, mit:
 einem Motor (**32**) und einem rotierbaren Antriebselement, das betriebsfähig mit dem Motor verbunden ist;
 einer Kabeleintrittsöffnung, um ein einzubringendes Kabel aufzunehmen;
 einer Kabelaustrittsstelle zur Verbindung mit einem Installations-Kanal, in den das Kabel eingebracht werden soll, wobei die Kabelaustrittsstelle mit der Kabeleintrittsöffnung über eine Durchbohrung verbunden ist, wobei die Durchbohrung einen Kabelpfad definiert, entlang dem das Kabel in Betrieb hindurch geht;
 einer Krümmungs-Erfassungsvorrichtung (**12, 13**), die sich zwischen dem Antriebselement und der Kabelaustrittsstelle befindet, wobei die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung einen Hohlraum aufweist, durch den der Kabelpfad hindurchgeht, in der Einblasvorrichtung, wobei ein Sensor oder Sensoren (**17, 18**) vorgesehen ist/sind, um in Betrieb die Position des Kabels in dem Hohlraum zu überwachen;
dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung ferner einen Ablenker (**22**) aufweist, auf den das Kabel auf seinem Durchgang entlang dem Kabelpfad trifft, wobei der Ablenker ausgebildet ist, eine Biegung in den von dem Kabel gefolgten Pfad einzufügen, wobei die Anordnung derart ist, dass, wenn das Antriebselement das Kabel mit einem Übermaß an Kraft vorwärts treibt, das Kabel sich vorzugsweise in dem Hohlraum an dem Ort des Ablenkers krümmt.
2. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß Anspruch 1, wobei der Ablenker (**22**) eine konvexe gekrümmte Oberfläche in Richtung des Kabelpfads aufweist.
3. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß Anspruch 2, wobei der Ablenker (**22**) eine kreisförmige Krümmung mit einem Krümmungsradius aufweist, der nicht kleiner als 10 mm und nicht größer als 50 mm ist.
4. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Vorsprung in den Durchgang des Ablenkers nicht kleiner als 0.5 mm und nicht größer als 1.5 mm ist.
5. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei Mittel vorgesehen sind, die Achsenrichtung der Bewegung der Übertragungsleitung durch direktes Erfassen der Rotation des Antriebsmittels zu erkennen, derart, dass, wenn die Bewegung der Übertragungsleitung in eine Rückwärtsrichtung erkannt wird, die Steuerungsmittel das Antriebsmittel steuern, die von dem einen Antriebsmittel oder den mehreren Antriebsmitteln angewendete Antriebskraft zu erhöhen, bis die Übertragungsleitung im Gleichgewicht gehalten wird.
6. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner aufweist
 einen Rotationssensor, um die Richtung der Bewegung des rotierbaren Antriebselements zu erfassen; und
 Steuerungsmittel, die betriebsfähig mit dem Rotationssensor und dem Motor verbunden sind; wobei in Betrieb die Steuerungsmittel, als Reaktion auf die Erfassung einer Rotation des Antriebsmittels in die entgegengesetzte Richtung als die, die angewendet wird, wenn das Kabel in den Kanal eingeführt wird, den Motor (**32**) veranlassen, ein Halte-Drehmoment auf das Antriebselement anzuwenden, um der entgegengesetzten Rotation entgegenzuwirken.
7. Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Erfassungsmittel eine optische Quelle (**17a, 18a**) und eine optische Erfassungsvorrichtung aufweisen.

8. Verfahren zum Einbringen eines Kabels in einen Kanal (**9**), wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- i) Verbinden einer Einblasvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 mit dem Kanal;
- ii) Einführen eines Kabels in die Einblasvorrichtung und in Eingriff bringen des Kabels mit dem rotierbaren Antriebselement oder dem Rad der Vorrichtung;
- iii) Anwenden von unter Druck gesetztem Gas auf den Kanal;
- iv) Vorwärts bewegen des Kabels durch die Vorrichtung und entlang des Kanals; und
- v) Steuern der Zugkraft, die über das rotierbare Antriebselement oder das Rad angelegt wird, gemäß der Ausgabe eines Sensors oder der Sensoren (**17, 18**) der Einblasvorrichtung.

9. Krümmungs-Erfassungsvorrichtung (**12, 13**) für einen Kabelinstallationsvorgang mittels Einblasen, wobei die Erfassungsvorrichtung aufweist:

- eine Kabeleintrittsöffnung, um ein einzubringendes Kabel aufzunehmen;
- eine Kabelaustrittsstelle zur Verbindung mit einem Installations-Kanal (**9**), in den das Kabel eingebracht werden soll, wobei die Kabelaustrittsstelle mit der Kabeleintrittsöffnung über eine Durchbohrung verbunden ist, wobei die Durchbohrung einen Kabelpfad definiert, entlang dem das Kabel in Betrieb hindurch geht;
- einen Hohlraum, durch den der Kabelpfad hindurchgeht, wobei ein Sensor oder Sensoren (**17, 18**) vorgesehen ist/sind, um in Betrieb die Position des Kabels in dem Hohlraum zu überwachen;
- dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung ferner einen Ablenker (**22**) aufweist, auf den das Kabel auf seinem Durchgang entlang dem Kabelpfad trifft, wobei der Ablenker (**22**) ausgebildet ist, eine Biegung in den von dem Kabel gefolgten Pfad einzufügen, wobei die Anordnung derart ist, dass, wenn das Kabel mit einem Übermaß an Kraft in die Krümmungs-Erfassungsvorrichtung vorwärts getrieben wird, das Kabel sich vorzugsweise in dem Hohlraum an dem Ort des Ablenkers krümmt.

10. Vorrichtung für eine Kabelinstallation mittels Einblasen, mit einer Einblasvorrichtung (**10, 15, 21**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 und Steuerungsmitteln, ansprechend auf die Ausgabe eines Sensors (**17, 18**) in der Krümmungs-Erfassungsvorrichtung (**12, 13**) und betriebsfähig, den Motor (**32**) als Reaktion auf die Ausgabe des Sensors zu steuern.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig.1

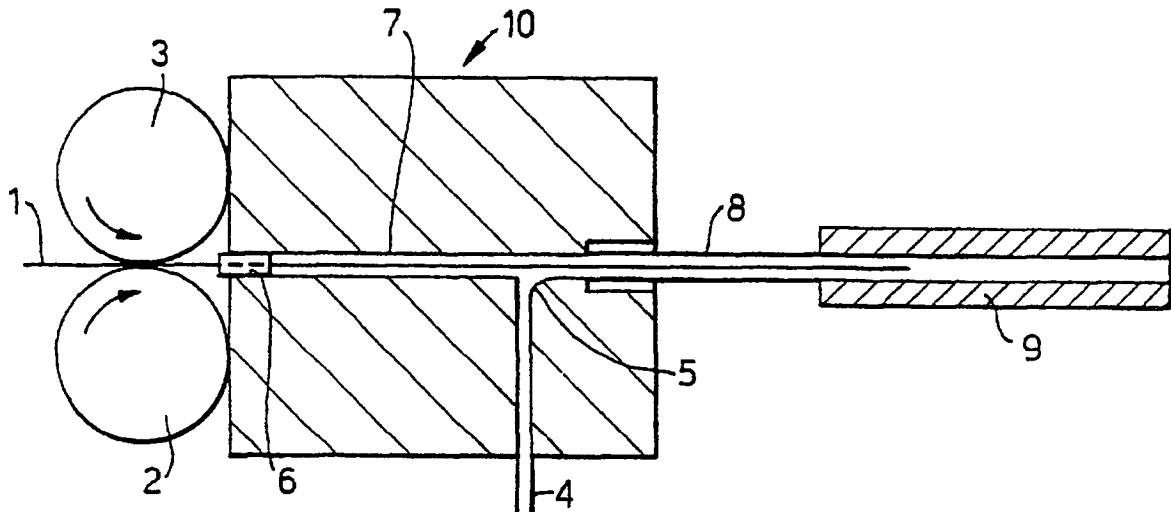


Fig.2

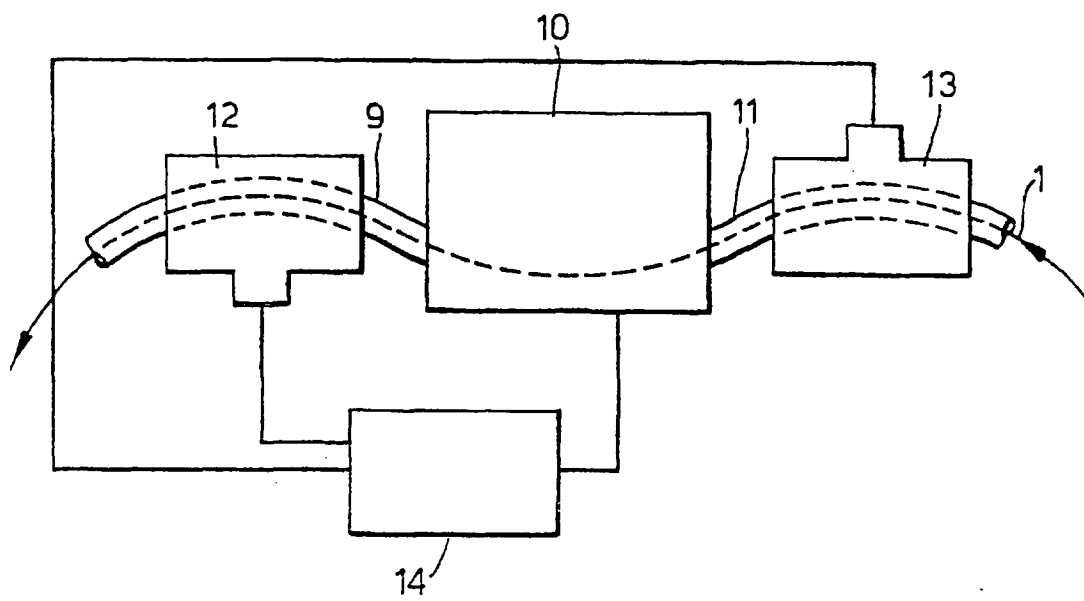


Fig.3

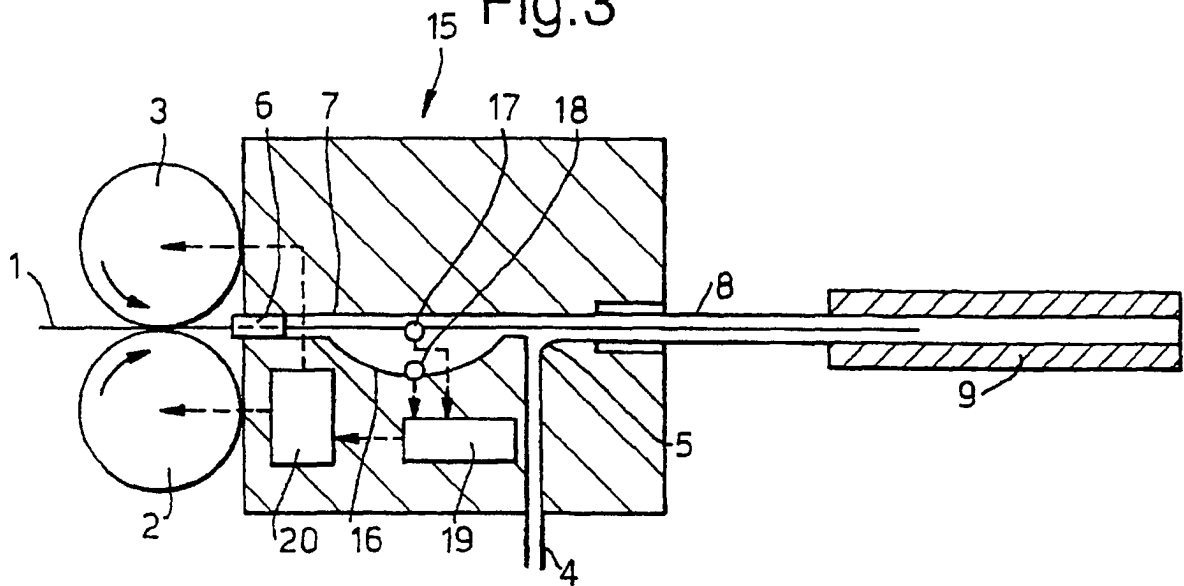


Fig.4

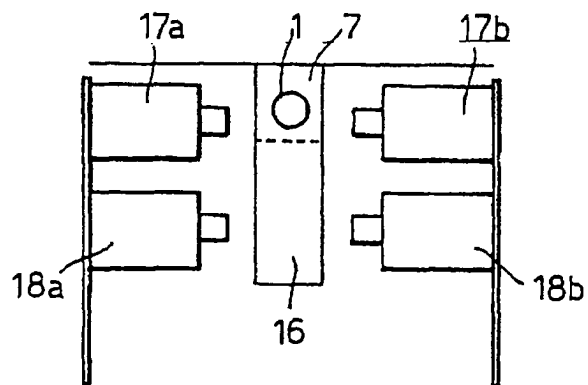


Fig.6

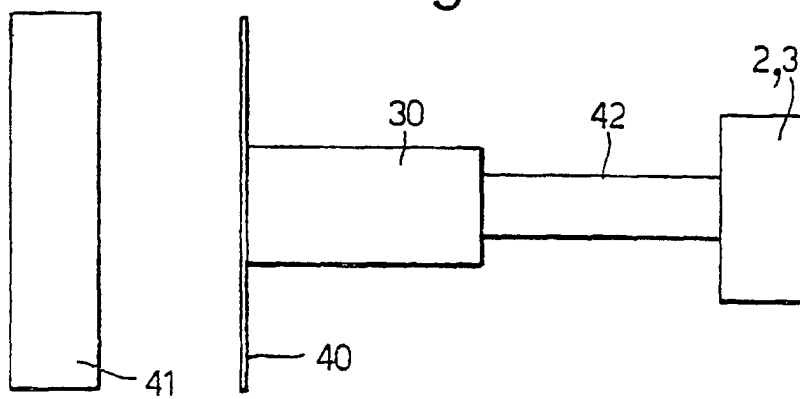


Fig.5

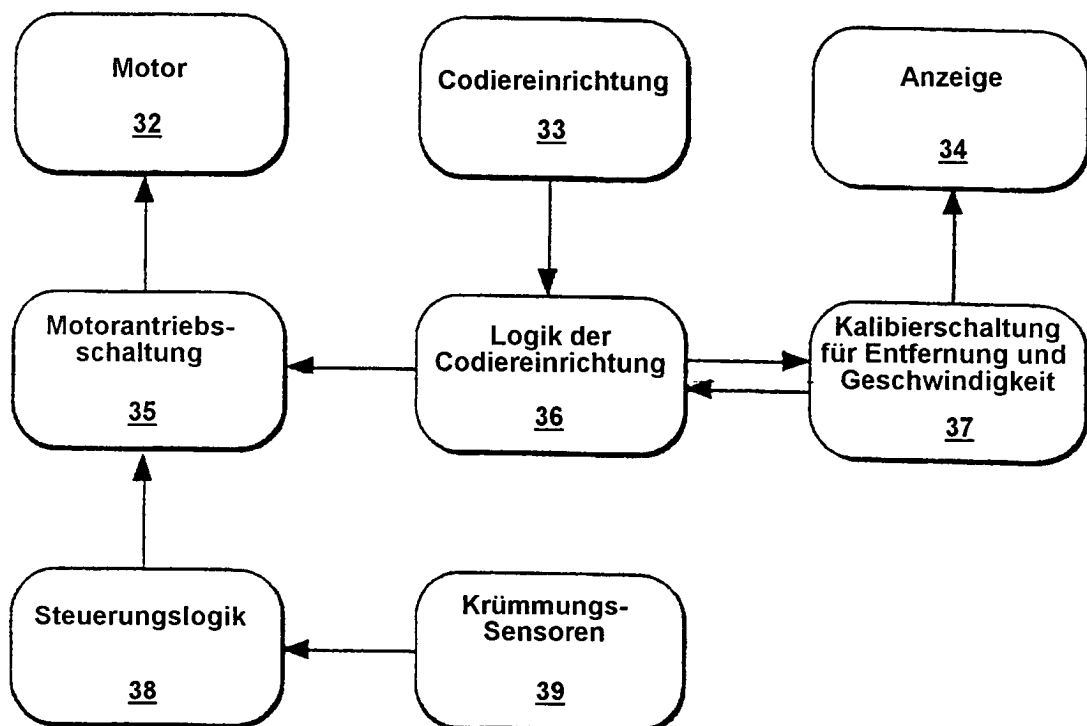


Fig.7

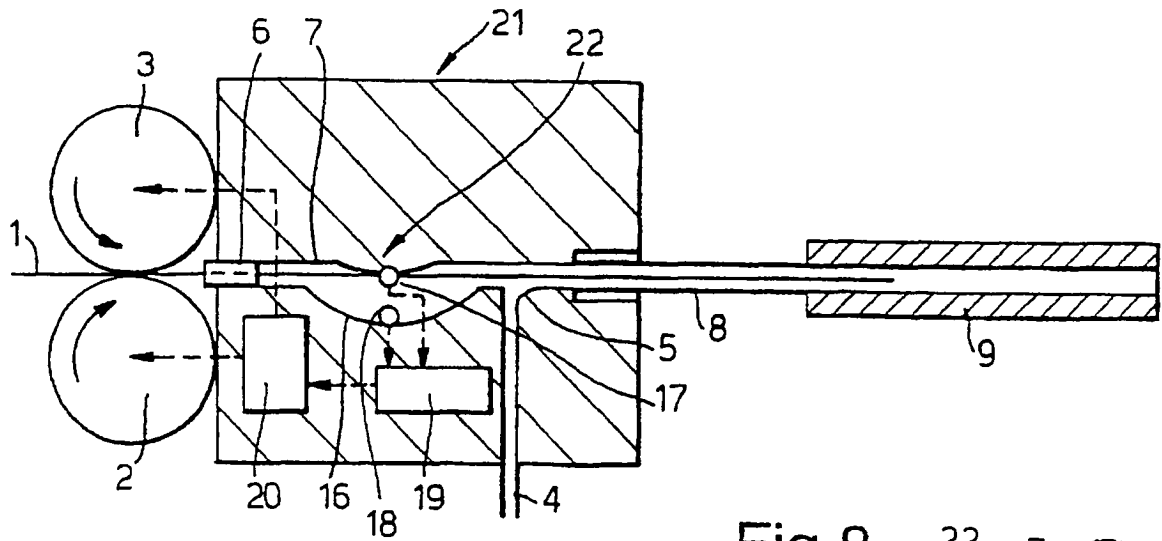


Fig.8

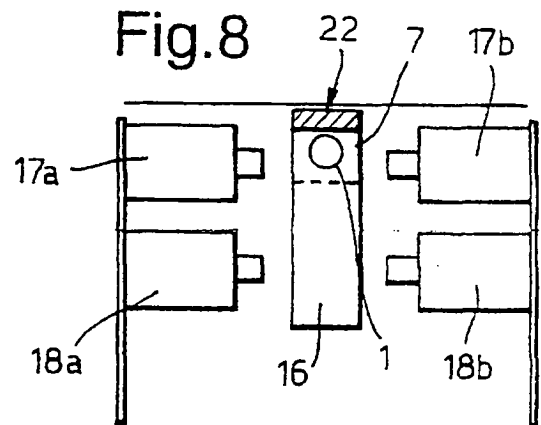


Fig.9

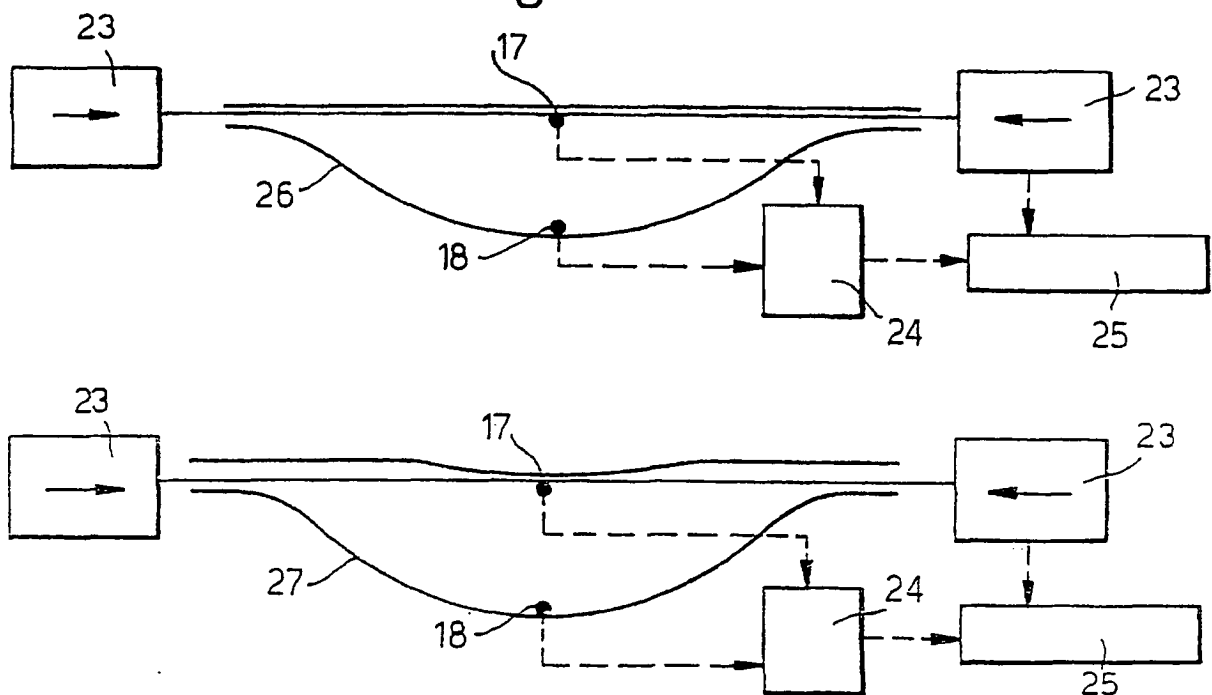


Fig.10

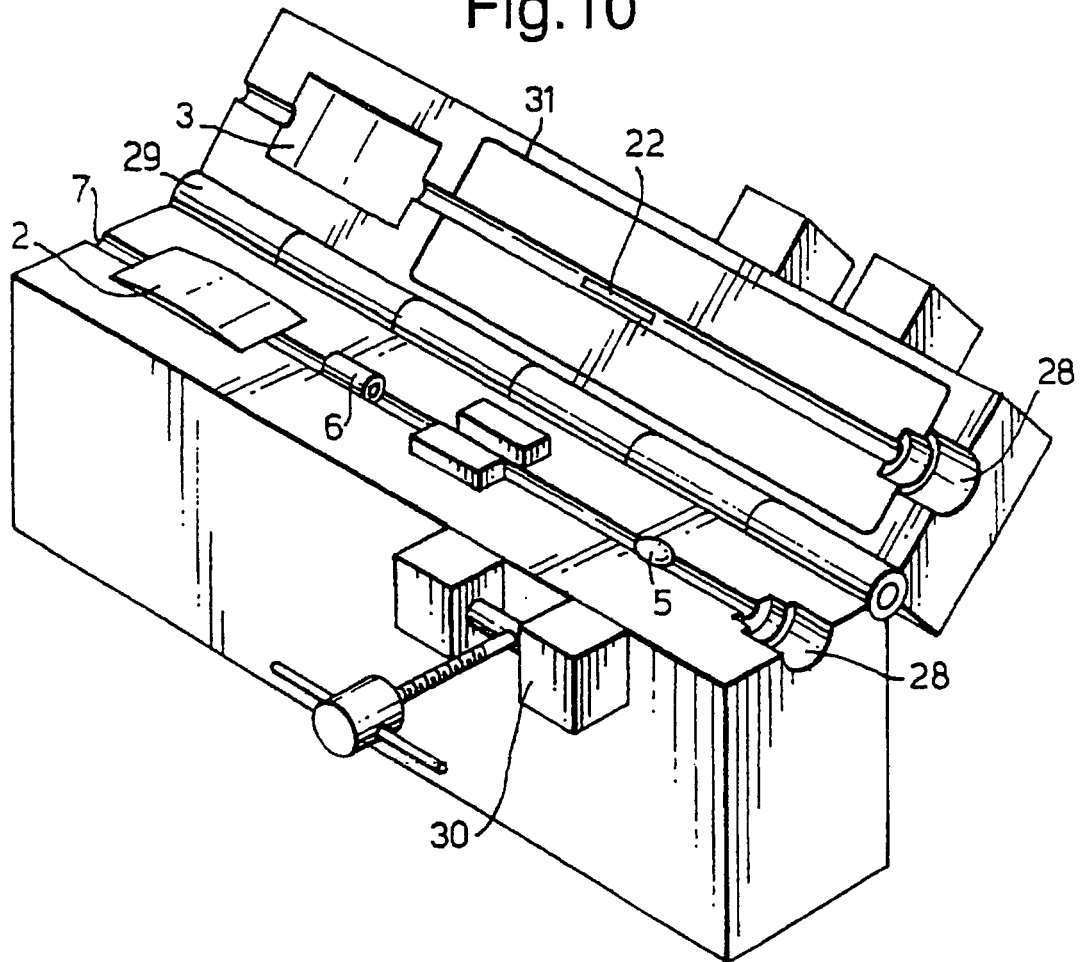


Fig.11

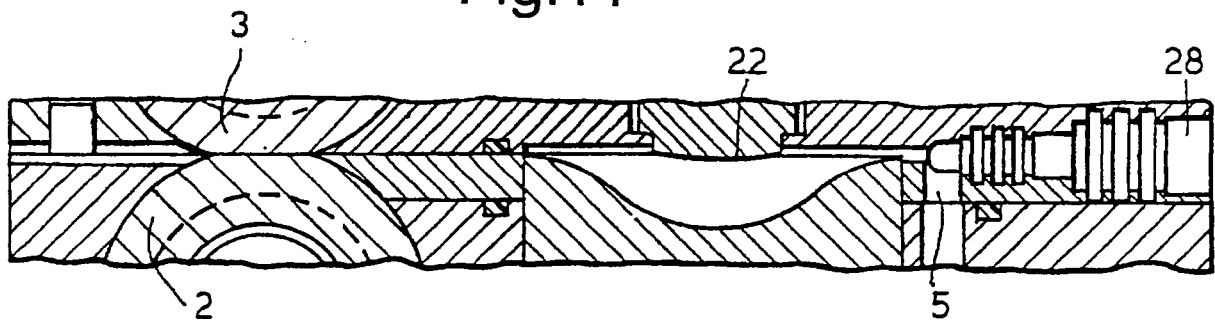


Fig.12

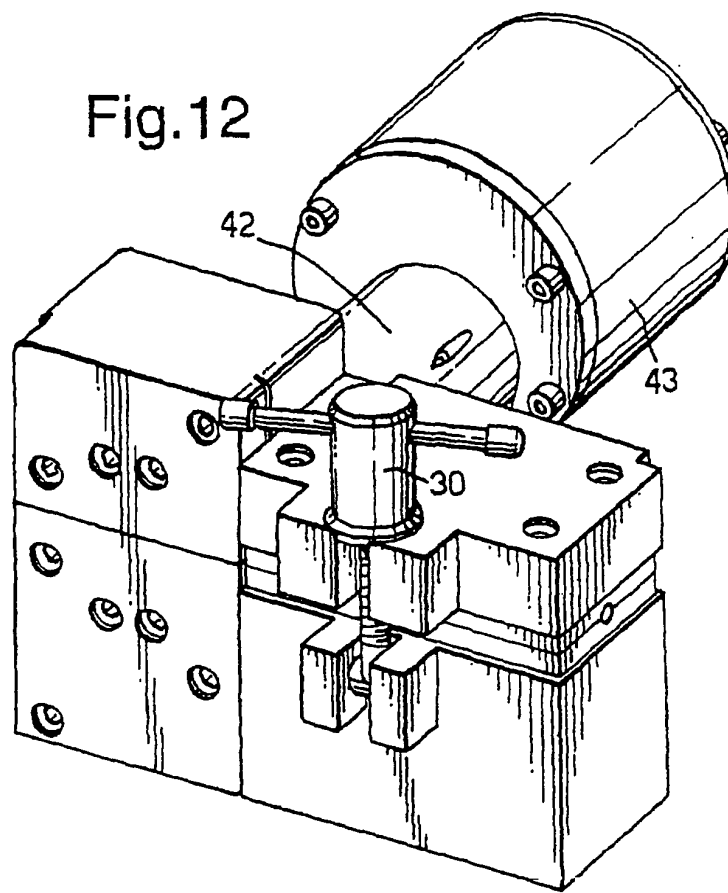


Fig.13

