



(11)

**EP 3 696 489 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.09.2022 Patentblatt 2022/38**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F41B 6/00** <sup>(2006.01)</sup> **F41B 11/85** <sup>(2013.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20155378.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F41B 6/003; F41B 11/85**

(22) Anmeldetag: **04.02.2020**

(54) **MEDIZINISCHE VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ABSCHIESSEN EINES PROJEKTILS MITTELS DER MEDIZINISCHEN VORRICHTUNG**

MEDICAL DEVICE AND METHOD FOR FIRING A PROJECTILE BY SAID MEDICAL DEVICE

DISPOSITIF MÉDICAL ET PROCÉDÉ DE LANCEMENT D'UN PROJECTILE PAR CE DISPOSITIF MÉDICAL

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB**  
**Freundallee 13a**  
**30173 Hannover (DE)**

(30) Priorität: **13.02.2019 DE 102019103618**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-B1- 1 718 915 US-A1- 2012 069 189**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.08.2020 Patentblatt 2020/34**

(73) Patentinhaber:  
• **Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover**  
**30167 Hannover (DE)**  
• **Medizinische Hochschule Hannover**  
**30625 Hannover (DE)**

- **Karl P. Williams: "Electromagnetic Coil Gun Project - Nuts & Volts Magazine - For The Electronics Hobbyist", , 21. Juli 2015 (2015-07-21), XP55701751, Gefunden im Internet: URL:https://web.archive.org/web/20150721233452/http://www.nutsvolts.com/magazine/article/electromagnetic\_coil\_launcher\_project [gefunden am 2020-06-05]**
- **PTOK M ET AL: "Deliberate release of the laryngeal adductor reflex via microdroplet impulses", HNO. HALS-, NASEN-, OHRENAERZTE, SPRINGER VERLAG, BERLIN, DE, Bd. 64, Nr. 3, 17. Februar 2016 (2016-02-17), Seiten 149-155, XP035801130, ISSN: 0017-6192, DOI: 10.1007/S00106-016-0130-1 [gefunden am 2016-02-17]**

(72) Erfinder:  
• **FAST, Jacob Friedemann**  
**30171 Hannover (DE)**  
• **KAHRS, Lüder Alexander**  
**Etobicoke, ON M8V0C8 (CA)**  
• **MÜLLER, Samuel**  
**46236 Bottrop (DE)**  
• **SZYMANSKI, Robin**  
**30419 Hannover (DE)**  
• **PTOK, Martin**  
**30838 Burgwedel-Engensen (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 3 696 489 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine medizinische Vorrichtung zum gezielten Abschuss eines Projektils in ein Zielgebiet eines Lebewesens und ein Verfahren zum Abschießen eines Projektils. Die medizinische Vorrichtung hat eine Abschussvorrichtung zum Abschuss wenigstens eines Projektils aus einem Projektilabschusskanal der Abschussvorrichtung, wobei die Abschussvorrichtung einen mittels einer Elektromagnetvorrichtung angetriebenen Abschussmechanismus aufweist, durch den das Projektil mechanisch und/oder magnetisch beaufschlagbar und durch den Projektilabschusskanal abschießbar ist

**[0002]** Eine derartige elektromagnetisch betriebene Abschussvorrichtung ist beispielsweise aus der DE 37 07 667 A1 bekannt. Solche Abschussvorrichtungen sind sowohl im zivilen als auch im militärischen Bereich einsetzbar. Bekannte Abschussvorrichtungen sind in der Regel auf einen bestimmten Einsatzzweck hin in optimiert und eignen sich daher in der Regel nicht so gut für andere Einsatzzwecke. Weitere Abschussvorrichtungen sind bekannt aus Karl P. Williams: "Electromagnetic Coil Gun Project - Nuts & Volts Magazine - For The Electronics Hobbyist", 21. Juli 2015 (2015-07-21), EP 1 718 915 B1 und US 2012/069189 A1.

**[0003]** Des Weiteren sind aus M. Ptok und S. Schroeter: "Gezielte Auslösung des laryngealen Adduktionsreflexes per Mikrotröpfchenabgabe", HNO, Springer Medizin, Heidelberg, 17. Februar 2016 (2016-02-17) eine Vorrichtung und ein Verfahren bekannt, wobei Wassertröpfchen zum Erzeugen einer Stimulationsantwort abgeschossen werden.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine medizinische Vorrichtung zum gezielten Abschuss eines Projektils in ein Zielgebiet eines Lebewesens anzugeben, die besonders universelle Einsatzmöglichkeiten aufweist. Es soll ferner ein entsprechendes Verfahren angegeben werden.

**[0005]** Diese Aufgabe wird mit einer medizinischen Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Dies beinhaltet, dass die Abschussvorrichtung eine Vorwahrleinrichtung aufweist, durch die eine gewünschte Mündungsenergie eines mittels des Abschussmechanismus abgeschossenen Projektils einstellbar ist. Die Erfindung hat den Vorteil, dass das Projektil mittels der Abschussvorrichtung nicht immer nur mit der maximal verfügbaren Mündungsenergie abgeschossen werden muss. Vielmehr kann auch eine demgegenüber verringerte gewünschte Mündungsenergie eingestellt werden, z. B. 50% oder 80% der maximal verfügbaren Mündungsenergie. Hierdurch können die Einsatzmöglichkeiten einer solchen Abschussvorrichtung wesentlich verbreitert werden. Insbesondere eignet sich die Abschussvorrichtung auch für medizinische Zwecke, z. B. für endoskopische Einsatzmöglichkeiten und/oder zur Auslösung von Reflexen und/oder zur Medikamentengabe.

**[0006]** Die Mündungsenergie ist die kinetische Energie

des Projektils beim Austritt des Projektils aus dem Projektilabschusskanal bestimmt.

**[0007]** Die Einstellung der Mündungsenergie mittels der Vorwahrleinrichtung kann je nach Anwendungsfall auf unterschiedliche Weise erfolgen. So kann die Einstellung der gewünschten Mündungsenergie beispielsweise manuell durch einen Benutzer der Abschussvorrichtung erfolgen. In diesem Fall weist die Abschussvorrichtung wenigstens ein entsprechendes Bedienelement auf, mit dem der Benutzer die gewünschte Mündungsenergie einstellen kann. Alternativ oder zusätzlich kann die Einstellung der Mündungsenergie auch von einem externen Gerät erfolgen, z. B. einem medizinischen System, das in Abhängigkeit von bestimmten Parametern, z. B. gemessenen Patientenparametern, durch Übertragung eines gewünschten Energiewerts über eine Schnittstelle an die Vorwahrleinrichtung die gewünschte Mündungsenergie einstellt.

**[0008]** Je nach Ausführungsform der Abschussvorrichtung kann das Projektil Teil der Elektromagnetvorrichtung sein oder nicht zur Elektromagnetvorrichtung gehören. Ist das Projektil Teil der Elektromagnetvorrichtung, so kann es z. B. aus magnetischem Material bestehen oder zumindest magnetisches Material aufweisen, so dass das Projektil elektromagnetisch anziehbar und bewegbar ist. Das Projektil kann auch als elektrisches Kontaktmittel (Kontaktbrücke) zum Schließen eines Stromkreises zwischen verschiedenen Potentialen der Elektromagnetvorrichtung ausgebildet sein. Ist das Projektil nicht Teil der Elektromagnetvorrichtung, so kann es grundsätzlich aus beliebigem Material bestehen. In diesem Fall kann das Projektil mechanisch durch die Elektromagnetvorrichtung bewegt und hierdurch durch den Projektilabschusskanal abgeschossen werden.

**[0009]** Das Projektil kann ein Projektil beliebiger Art sein, z. B. ein Feststoffprojektil, Hydrogel-Projektil oder ein Gel-Projektil. Das Projektil kann auch ein Flüssigkeitstropfen sein. Der Flüssigkeitstropfen kann gefroren sein. Der Abschussmechanismus kann auch entsprechend abdichtend ausgeführt sein. Das Projektil kann aus einem Material homogen oder inhomogen bereitgestellt werden oder aus einer Kombination verschiedener Materialien bestehen. Das Projektil kann eine grundsätzlich beliebige Form aufweisen, z. B. eine Kugel-Form, eine Ei-Form, eine Zylinder-Form, eine Kegel-Form oder eine Kombination solcher Formen. Das Projektil kann im Inneren einen Hohlraum oder mehrere verteilte Hohlräume aufweisen. In dem Hohlraum oder den Hohlräumen können zusätzliche Substanzen vorhanden sein, z. B. für eine medizinische Behandlung. Auch das Material des Projektils selbst kann entsprechende Substanzen für eine medizinische Behandlung aufweisen. Das Projektil kann auch einen Schichtaufbau aus mehreren Materialien aufweisen. Als Projektilmaterialien oder in ein oder mehreren Hohlräumen des Projektils vorhandene Substanzen können körpereigene, körperähnliche oder sonstige biokompatible Substanzen im geeigneten Aggregatzustand eingesetzt werden, wie z.B. Hydroxylapa-

tit, Hyaluronsäure und andere Interzellulärsubstanzen, reines Wasser oder Kochsalzlösung, Natriumchlorid oder auch Dipalmitoylphosphatidylcholin als Bestandteil des natürlichen oberflächenaktiven Lungen-Surfactants.

**[0010]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mittels der Vorwähleinrichtung wenigstens eine elektrische Kenngröße der Abschussvorrichtung einstellbar ist. Dies erlaubt eine Herstellung direkter physikalischer Zusammenhänge zwischen einem Einstellparameter der Vorwähleinrichtung und der gewünschten Mündungsenergie, was eine besonders genaue Prädiktion der tatsächlich entstehenden Mündungsenergie erlaubt. Die erforderlichen Zusammenhänge können auch experimentell bestimmt werden. Die elektrische Kenngröße kann z. B. eine Spannung, ein Strom, eine Leistung, eine Ladungsmenge und/oder eine elektrische Energiemenge sein, d. h. auch eine Kombination solcher Größen kann die wenigstens eine elektrische Kenngröße darstellen. Beispielsweise kann die elektrische Kenngröße eine in einen Kondensator eingeladene elektrische Energiemenge oder eine dort erzeugte Spannung sein.

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Elektromagnetvorrichtung wenigstens eine Spule und einen Anker aus magnetischem Material aufweist, wobei durch elektrische Bestromung der Spule eine Relativbewegung des Ankers gegenüber der Spule in einer ersten Richtung erzeugbar ist. Das magnetische Material des Ankers kann ein magnetisches Metallmaterial und/oder ein Permanentmaterial sein. Der Anker kann z. B. wie ein Kolben ausgebildet sein. Der Anker kann z. B. aus ferromagnetischem Material bestehen oder dieses zumindest überwiegend aufweisen.

**[0012]** Es kommt hierbei lediglich darauf an, dass eine Relativbewegung des Ankers gegenüber der Spule durch elektrische Bestromung der Spule erzeugbar ist, d. h. es kann sich entweder der Anker bewegen und die Spule fest an der Abschussvorrichtung angeordnet sein oder die Spule beweglich angeordnet sein und der Anker fest an der Abschussvorrichtung angeordnet sein. Eine vorteilhafte Ausführungsform kann derart gestaltet sein, dass die Elektromagnetvorrichtung einen innerhalb der Spule, die fest angeordnet ist, in Richtung der Längsachse der Spule beweglichen Anker aufweist, der durch Bestromung des Ankers in einer ersten Richtung, insbesondere in der Abschussrichtung des Projektils, bewegbar ist.

**[0013]** Das bei Bestromung der Spule in Bewegung gesetzte Element, d. h. entweder die Spule oder der Anker, kann dabei direkt oder indirekt mechanisch das Projektil bewegen und hierdurch durch den Projektilabschusskanal abschießen.

**[0014]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschussvorrichtung einen Kraftleitstempel aufweist, der durch die Relativbewegung des Ankers gegenüber der Spule in der ersten Richtung bewegbar ist, wobei das Projektil durch diese

Bewegung des Kraftleitstempels aus dem Projektilabschusskanal abschießbar ist. In diesem Fall ist zwischen dem beweglichen Element, d. h. dem Anker oder der Spule, zumindest der Kraftleitstempel angeordnet, der die Bewegung in der ersten Richtung auf das Projektil überträgt. Auf diese Weise kann das Projektil in größerem Abstand von der Elektromagnetvorrichtung angeordnet sein, was bestimmte Konstruktionsmöglichkeiten begünstigt, z. B. die Integration der Abschussvorrichtung in ein Endoskop. Bei einer solchen Ausführungsform mit einem Kraftleitstempel kann das Projektil insbesondere soweit von der Elektromagnetanordnung in der Abschussvorrichtung entfernt angeordnet sein, dass das Magnetfeld keinen messbaren Einfluss mehr auf das Projektil hat.

**[0015]** Beispielsweise kann der Anker oder die Spule mit dem Kraftleitstempel gekoppelt oder koppelbar sein, um die Bewegung des Kraftleitstempels bei Bestromung der Spule zu erzeugen.

**[0016]** Der Kraftleitstempel kann beispielsweise ein starrer oder flexibler Kraftleitstempel sein, z. B. ein Kunststoffbauteil. Der Kraftleitstempel kann insbesondere länger als der Projektilabschusskanal sein, beispielsweise um ein mehrfaches länger als der Projektilabschusskanal. Es ist dabei vorteilhaft, den Kraftleitstempel möglichst reibungsarm zu führen, z. B. durch eine Paarung reibungsarmer Materialien, wie z. B. PTFE/PTFE.

**[0017]** Die Rückstellung der Abschussvorrichtung, d. h. der Anordnung Spule/Anker, nach Durchführung der Bewegung in der ersten Richtung kann beispielsweise durch eine Rückstellfeder erfolgen, die mit dem beweglichen Element von Spule/Anker verbunden ist.

**[0018]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschussvorrichtung eine weitere Spule aufweist, wobei durch elektrische Bestromung der weiteren Spule eine Relativbewegung des Ankers gegenüber der weiteren Spule in einer zweiten Richtung erzeugbar ist, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist. Dies hat den Vorteil, dass nach Durchführung der Relativbewegung in der ersten Richtung zum Abschuss eines Projektils eine mechanische Rückstellung der Anordnung Anker/Spule erfolgen kann, so dass diese Anordnung wieder in ihre ursprüngliche Ausgangsposition gestellt werden kann. Für die Rückstellung sind dann keine zusätzlichen Elemente, wie z. B. eine Feder, erforderlich. Dementsprechend wird die von der Abschussvorrichtung erzeugbare Mündungsenergie auch nicht durch eine permanent wirkende Rückstellfeder reduziert.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschussvorrichtung wenigstens einen elektrischen Energiespeicher und eine Ladevorrichtung zum elektrischen Aufladen des Energiespeichers aufweist, wobei die Ladevorrichtung in Abhängigkeit von der mittels der Vorwähleinrichtung vorgeählten Mündungsenergie steuerbar ist, um eine der gewünschten Mündungsenergie zugeordnete elektrische Energiemenge in den elektrischen Energiespeicher zu

laden. Der Energiespeicher kann beispielsweise als Kondensator ausgebildet sein. Dies erlaubt eine einfache und zuverlässige Realisierung der Abschussvorrichtung. Die Ladevorrichtung kann z. B. prozessorgesteuert ausgebildet sein.

**[0020]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschussvorrichtung eine Schalteinrichtung aufweist, durch die bei Betätigung eines Abschussauslöseelements und/oder Empfang eines Abschussauslösesignals der elektrische Energiespeicher mit der Spule elektrisch verbindbar ist. Die Schalteinrichtung kann z. B. einen elektrischen oder elektronischen Schalter aufweisen, z. B. ein Relais oder einen Schalttransistor. Das Abschussauslöseelement kann z. B. ein manuelles Bedienelement der Abschussvorrichtung sein, das von einem Benutzer der Abschussvorrichtung betätigt wird, wenn ein Projektil abgeschossen werden soll. Das Abschussauslöseelement kann auch eine externe Vorrichtung sein, die ein Abschussignal an die Abschussvorrichtung abgibt.

**[0021]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abschussvorrichtung eine Vorratskammer zur Aufbewahrung mehrerer durch die Abschussvorrichtung abzuschießender Projektile sowie eine Nachladevorrichtung zum Nachladen eines Projektils von der Vorratskammer in den Projektilabschusskanal aufweist. Dies hat den Vorteil, dass mit wenig Aufwand und insbesondere ohne manuelle Eingriffe mehrere Projektile nacheinander abgeschossen werden können, z. B. zum Zwecke der Drug Delivery an mehrere Zielorte während einer einzigen Anwendung. Hierdurch kann das Lebewesen geschont werden, da die Abschussvorrichtung nicht mehrfach herausgenommen und neu platziert werden muss. Zudem kann die Dauer der Behandlung verkürzt werden. Das Nachladen eines Projektils kann z. B. automatisch erfolgen, wenn ein vorangegangenes Projektil abgeschossen wurde. Als Vorratskammer kann z.B. der Nachladekanal 31 aus Fig. 7 dienen.

**[0022]** Wie erwähnt, ist die Abschussvorrichtung erfindungsgemäß Teil einer medizinischen Vorrichtung. In verschiedenen Bereichen der Medizin/Tiermedizin besteht ein Bedarf, Projektile mittels einer Abschussvorrichtung in ein Zielgebiet eines Lebewesens, z.B. eines Menschen oder eines Tiers, abzuschießen. Mit einem solchen abgeschossenen Projektil kann beispielsweise ein gezielter örtlicher Reiz im Zielgebiet erzeugt werden, z. B. im Bereich der Rachenschleimhaut, um Reflexe im Kehlkopfbereich zu evaluieren. Weitere Anwendungsgebiete einer solchen medizinischen Vorrichtung liegen beispielsweise im Bereich Drug Delivery, zur chemischen Kauterisation oder zur intrauterinen Insemination.

**[0023]** Im Bereich der Atemwege kann eine solche medizinische Vorrichtung beispielsweise zur Vorbeugung von Atemwegserkrankungen, zum Screening, zur Diagnose oder zur Behandlung von schweren Atemwegserkrankungen durch Drug Delivery genutzt werden. Die tieferen Atemwege werden beim gesunden Lebewesen

durch reflexhafte Vorgänge vor Fremdstoffen geschützt. Es wird vermutet, dass ein gestörter Ablauf dieser reflexhaften Vorgänge ein erhöhtes Risiko für die Aspiration von Fremdkörpern zur Folge hat und dies zur Auslösung einer Lungenentzündung (Aspirationspneumonie) führen kann.

**[0024]** Wie erwähnt, wird die eingangs genannte Aufgabe durch eine medizinische Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Diese beinhaltet:

- a) ein optisches Aufnahmesystem, wie z.B. eine endoskopische Stereoptik, zur automatisierten optischen und/oder räumlichen Erfassung des Zielgebiets,
- b) eine Abschussvorrichtung der zuvor erläuterten Art, durch die das Projektil abschießbar ist,
- c) eine Flugbahn-Prädiktionseinrichtung, die zur Prädiktion der Flugbahn eines mittels der Abschussvorrichtung abzuschießenden Projektils sowie zur Anzeige der prädierten Flugbahn und/oder des voraussichtlichen Auftreffortes des Projektils im Zielgebiet eingerichtet ist.

**[0025]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Reihe von weiteren Vorteilen auf. So ist durch die endoskopische Stereoptik die Möglichkeit der automatisierten optischen Erfassung des Zielgebiets gegeben, wobei auch Tiefeninformationen (dreidimensionale Bildinformationen) bereitgestellt werden können und für die weitere Verarbeitung genutzt werden können. Alternativ oder zusätzlich können die Tiefeninformationen auch über eine gesonderte Sensorik bereitgestellt werden. Dies ermöglicht die Zielpunktprädiktion und damit eine vollständig automatische Durchführung beispielsweise der Bestimmung der Latenzzeit zwischen der Stimulation eines definierten Zielareals im Kehlkopf und der eintretenden Adduktionsbewegung der Stimmlippen. Bisher konnten solche präzisen Untersuchungen mit quantitativen Ergebnissen nicht durchgeführt werden.

**[0026]** Das optische Aufnahmesystem kann auch andere optische Erfassungsmittel, alternativ oder zusätzlich zur endoskopischen Stereoptik, aufweisen, wie z.B. optische Kohärenztomographie oder ein nach dem Time-of-Flight-Verfahren arbeitendes System. Je nach verwendeter Anzeigeeinrichtung zur Anzeige des voraussichtlichen Auftrefforts des Projektils kann das optische Aufnahmesystem zur Bereitstellung dreidimensionaler Bildinformationen, aus denen die Tiefeninformationen gewonnen werden können, geeignet sein, oder solche Daten nicht bereitstellen. Im letztgenannten Fall kann die geeignete dreidimensionale Visualisierung durch ein zur dreidimensionalen Darstellung geeignetes Anzeigegerät erfolgen, z.B. durch eine 3D-Brille oder einen 3D-Monitor.

**[0027]** Das optische Aufnahmesystem, insbesondere die endoskopische Stereoptik, kann als flexible oder als starre Optik ausgebildet sein, oder als Kombination daraus. Beispielsweise kann das optische Aufnahmesystem

einen Bildleiter oder einen Chip-on-the-Tip aufweisen.

**[0028]** Es ist hierbei vorteilhaft, wenn das optische Aufnahmesystem für eine Aufzeichnung von Bildsequenzen mit hoher Aufnahme­rate eingerichtet ist, beispielsweise wenigstens 60 Frames pro Sekunde oder wenigstens 100 Frames pro Sekunde. Hierdurch ist eine besonders präzise Bestimmung der Latenzzeit einer Stimulationsantwort möglich. Die räumliche Darstellung kann beispielsweise über eine Stereodatenbrille erfolgen.

**[0029]** Die Erfindung ermöglicht es somit, dass ein definiertes Zielareal exakt stimuliert wird. Auf diese Weise kann eine Reflexermüdung vermieden werden, die zur Verfälschung der gemessenen Latenz führen könnte. Hierdurch wird es erst möglich, dass die Latenz zwischen Stimulation und Stimulationsantwort mit hoher Güte quantitativ bestimmt werden kann.

**[0030]** Durch die Abschussvorrichtung kann ein gleichbleibender Projektilimpuls und somit eine gleichbleibende Stimulationsstärke durch das abgeschossene Projektil gewährleistet werden.

**[0031]** Durch die automatische Prädiktion der Flugbahn mittels der Flugbahn-Prädiktionseinrichtung ist ein zuverlässiges Applizieren des Projektils an der gewünschten Stelle im Zielgebiet möglich. Bisher erforderliche, manuelle Schritte können hiermit eingespart werden. Durch die automatische Prädiktion der Flugbahn ist eine sichere Einbringung des Projektils im gewünschten Zielgebiet möglich. Durch die Abschussvorrichtung kann ein variierender Einfluss der Abschussparameter des Projektils vermieden werden, so dass auch in dieser Hinsicht die Genauigkeit der Prädiktion der Flugbahn verbessert werden kann.

**[0032]** Die endoskopische Stereooptik kann beispielsweise Lichtleitkörper oder optische Fasern aufweisen. Für die automatisierte optische Erfassung des Zielgebiets kann die endoskopische Stereooptik außerdem eine Kamera oder mehrere Kameras aufweisen oder mit einer oder mehreren solchen Kameras gekoppelt sein. Eine solche Kamera kann beispielsweise eine Hochgeschwindigkeits-Kamera (digital oder analog), eine Wärmebildkamera oder eine Kamera eines Mobiltelefons sein.

**[0033]** Die endoskopische Stereooptik kann ferner eine integrierte Beleuchtungseinrichtung aufweisen, z. B. LED- oder LD-Lichtquellen. Dies ermöglicht eine optimale Beleuchtung des Zielgebiets, wobei die Beleuchtung mit unterschiedlichen Lichtstärken erfolgen kann, je nach Betriebszustand der medizinischen Vorrichtung. So kann beispielsweise bei Anzeige eines Live-Bilds der Kamera weniger Licht oder gar kein Licht von der Beleuchtungseinrichtung abgestrahlt werden, da in diesem Betriebszustand in der Regel eine größere Belichtungszeit der Kamera zur Verfügung steht. Dabei kann auch von der Umgebung kommendes Licht genutzt werden, z.B. eine Beleuchtung von außen durch den Hals/die Körperhülle des Lebewesens. Bei einer Bildaufnahme mit einer sehr hohen Aufnahmefrequenz steht dagegen eine geringere Belichtungszeit zur Verfügung. In diesem Betriebszu-

stand kann daher die Beleuchtungseinrichtung zur Abgabe einer höheren Lichtstärke angesteuert werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch von der Umgebung kommendes Licht genutzt werden, z.B. eine Beleuchtung von außen durch den Hals/die Körperhülle des Lebewesens.

**[0034]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die endoskopische Stereooptik an einem distalen Ende Lichtstrahl-Ablenkungsoptiken zur Richtungsablenkung aufgenommener Lichtstrahlen in einem vorgegebenen Winkel aufweist, insbesondere in einem im Wesentlichen rechten Winkel. Die Lichtstrahl-Ablenkungsoptiken können beispielsweise als Prisma oder als Spiegel ausgebildet sein. Durch die Ablenkungsoptiken kann auch ein Zielgebiet am Lebewesen optisch erfasst werden, das sich in einer Körperöffnung oder Körperhöhle befindet, wie z. B. im Rachenraum.

**[0035]** Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die medizinische Vorrichtung eine automatische Stimulationsantworterfassungseinrichtung aufweist, die zur automatischen Erkennung einer durch ein im Zielgebiet aufgetroffenes Projektil ausgelösten Stimulationsantwort, z.B. eines Reflexes, des Lebewesens eingerichtet ist.

Auf diese Weise kann ohne manuelle Tätigkeiten die ausgelöste Stimulationsantwort des Lebewesens identifiziert werden. Damit kann automatisch die Latenzzeit bestimmt werden. Eine weitere mögliche Stimulationsantwort, die durch die automatische Stimulationsantworterfassungseinrichtung erfasst werden kann, ist die Reaktion des Lebewesens auf ein eingebrachtes Medikament, z.B. anhand der Erkennung einer Hautrötung.

**[0036]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die medizinische Vorrichtung eine automatische Latenzzeiterfassungseinrichtung aufweist, die zur automatischen Bestimmung der Latenzzeit einer durch ein im Zielgebiet aufgetroffenes Projektil ausgelösten Stimulationsantwort des Lebewesens eingerichtet ist. Auch hierdurch wird der Anwender von manuellen Tätigkeiten entlastet. Die Latenzzeiterfassungseinrichtung kann beispielsweise anhand optisch erfasster Daten den Stimulationszeitpunkt automatisch bestimmen, indem der Auftreffzeitpunkt des Projektils im Zielgebiet bestimmt wird.

**[0037]** Zur Bestimmung der Latenzzeit kann insbesondere ein neuronales Netz (künstliche Intelligenz) eingesetzt werden. Das neuronale Netz kann beispielsweise mittels der durch die Kamera aufgenommenen Bildfolgen (Videoaufnahmen) antrainiert werden. Das Trainieren des neuronalen Netzes kann dabei patientenspezifisch für einen bestimmten Patienten erfolgen oder patientenspezifisch mit Videoaufnahmen unterschiedlicher Patienten.

**[0038]** Hierfür können insbesondere tiefe neuronale Netze genutzt werden, d.h. Netze mit mehr als zwei versteckten Schichten.. Hierdurch kann die Reflexlatenz des laryngealen Adduktionsreflexes unabhängig von Proband, Beleuchtung und weiteren Variablen bei Vor-

handensein einer ausreichender Trainingsdatenmenge automatisiert quantifiziert werden.

**[0039]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die Auswertung mittels neuronaler Netze mit einem Faltungs-Netz (*Convolutional Neural Network*) realisiert werden, um einen charakteristischen Feature-Vektor aus einer Laryngoskopie-Bildsequenz zu erstellen und eines rekurrenten neuronalen Netzes, insbesondere eines Netzes vom Typ *Long Short-Term Memory* (LSTM), um diese Vektoren zu verarbeiten. Hierdurch kann die Qualität der Auswertung weiter gesteigert werden. Die Qualität der Auswertergebnisse des neuronalen Netzes hängt von der Variabilität und Zahl der zur Verfügung stehenden Trainings-Sequenzen ab. Eine weitere Verbesserung bei der Auswertung kann durch ein patientenspezifisches Training des neuronalen Netzes erfolgen, was zu einer Verbesserung der automatisierten Reflexlatenz-Messung beiträgt.

**[0040]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Flugbahn-Prädiktionseinrichtung zur Prädiktion der Flugbahn eines Projektils anhand von gespeicherten Flugbahn-Charakterisierungsdaten, die die Flugbahn eines Projektils bei bekannten Systemparametern, wie z.B. der Mündungsenergie und der Projektilgeometrie, charakterisieren, eingerichtet ist. Dies erlaubt eine einfache und zuverlässige automatische Prädiktion der Flugbahn des Projektils. Die gespeicherten Flugbahn-Charakterisierungsdaten können beispielsweise in einem vorhergehenden Vorbereitungsschritt erfasst werden, in dem die medizinische Vorrichtung noch nicht aktiv an einem Lebewesen eingesetzt wird. Beispielsweise können die Flugbahn-Charakterisierungsdaten unter Laborbedingungen bestimmt werden, z.B. in einer der Anwendung entsprechenden Lage des Systems (Endoskopschaft horizontal, Projektilabschuss kollinear zum Schwerkraftvektor oder unter einem Winkel relativ zur Richtung des Schwerfeldes der Erde).

**[0041]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die medizinische Vorrichtung eine Atemungserfassungsvorrichtung auf, die zur Erfassung der Atemphasen des Lebewesens eingerichtet ist, wobei ein die Atemphasen charakterisierendes Signal der Atemungserfassungsvorrichtung der Abschussvorrichtung als Triggersignal zur Triggerung des Abschließens eines Projektils zugeführt ist. Auf diese Weise kann ein ungestörter Projektilflug im Rachenraum eines Lebewesens sichergestellt werden. Es kann insbesondere vermieden werden, dass das abzuschießende Projektil während einer stärkeren Luftbewegung beispielsweise beim Einatmen oder Ausatmen des Lebewesens erfolgt. Vorteilhafterweise gibt die Atemungserfassungsvorrichtung ein Triggersignal an die Abschussvorrichtung ab, wenn ein Zeitpunkt mit geringer Luft-Strömungsgeschwindigkeit im Rachen vorliegt, z. B. im Übergang von einer Einatmungsphase zu einer Ausatmungsphase oder einer Ausatmungsphase zu einer Einatmungsphase. Die Atemungserfassungsvorrichtung kann beispielsweise die

durch die Atmung hervorgerufenen Brustbewegungen eines Lebewesens erfassen, beispielsweise durch in einen Brustgurt integrierte Messvorrichtungen.

**[0042]** Die eingangs genannte Aufgabe wird außerdem gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 10. Dies beinhaltet:

- a) Auswählen einer gewünschten Mündungsenergie eines abzuschießenden Projektils mittels der Vorwahrleinrichtung,
- b) Aufladen des elektrischen Energiespeichers der Abschussvorrichtung auf einen der ausgewählten Mündungsenergie zugeordneten elektrischen Kennwert,
- c) Abschuss des Projektils bei Betätigung eines Abschussauslöseelements und/oder Empfang eines Abschussauslösesignals, indem die wenigstens eine Spule elektrisch mit dem Energiespeicher verbunden wird.

**[0043]** Auch hierdurch können die zuvor erläuterten Vorteile realisiert werden.

**[0044]** Das Verfahren beinhaltet eine Prädiktion der Flugbahn und/oder eines Auftrefforts eines mit einer medizinischen Vorrichtung der zuvor erläuterten Art abgeschossenen Projektils, wobei anhand gespeicherter Flugbahn-Charakterisierungsdaten eine Flugbahn-Trajektorie eines abzuschießenden Projektils bestimmt wird und unter Nutzung von Bildinformationen des optischen Aufnahmesystems, ggf. dreidimensionalen Bildinformationen, der voraussichtliche Auftreffort des Projektils im Zielgebiet abgeschätzt wird und die prädiizierte Flugbahn und/oder der Auftreffbereich des Projektils, ggf. überlagert mit einer Darstellung des Zielgebiets, auf einem Anzeigegerät angezeigt wird. Auch hierdurch können die zuvor erläuterten Vorteile realisiert werden. Der geschätzte Auftreffort kann beispielsweise durch rechnerische Bestimmung eines Schnittpunkts der aus den Flugbahn-Charakterisierungsdaten bestimmten Flugbahn mit einer Tiefenkarte des Zielgebiets, die durch die endoskopische Stereoptik und geeignete Bildverarbeitungsalgorithmen ermittelt wird, bestimmt werden. Wie erwähnt, können auch andere optische Aufnahmesysteme als die endoskopische Stereoptik zum Einsatz kommen, wie z.B. Time-of-Flight-Verfahren. Bei Anwendung einer für eine dreidimensionale Darstellung geeigneten Anzeigeeinrichtung ist die Bestimmung des Schnittpunkts mittels der Tiefenkarte nicht erforderlich, da die visuelle Darstellung bereits dreidimensional erfolgt.

**[0045]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, die auch als eigenständige Erfindung anzusehen ist, ist vorgesehen, dass nach Abschuss des Projektils der Auftreffzeitpunkt des Projektils im Zielgebiet und hierdurch der Stimulationszeitpunkt automatisch bestimmt werden. Der Auftreffzeitpunkt des Projektils im Zielgebiet kann beispielsweise anhand einer Auswertung von mit der Kamera aufgenommenen Bildern des Zielgebiets erfolgen. Beispielsweise kann der Auftreff-

zeitpunkt anhand einer optischen Auswertung des globalen optischen Flusses einer Sequenz von Differenzbildern bestimmt werden. Die Bilder können mittels der endoskopischen Stereoptik aufgenommen werden.

**[0046]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine durch ein im Zielgebiet aufgetroffenes Projektil ausgelöste Stimulationsantwort des Lebewesens automatisch detektiert wird und aus dem Zeitpunkt der Stimulationsantwort und dem Stimulationszeitpunkt die Latenzzeit der Stimulationsantwort bestimmt wird. Auch hierdurch wird der Anwender von manuellen Tätigkeiten bei der Bestimmung der Latenzzeit entbunden.

**[0047]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Fluggeschwindigkeit des Projektils zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem Zeitraum des Fluges des Projektils anhand von mittels einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommenen Bildern und der daraus entnehmbaren Positionsveränderung des Projektils bestimmt wird. Dies erlaubt eine einfache und zuverlässige Bestimmung der momentanen Fluggeschwindigkeit des Projektils und damit auch der momentanen kinetischen Energie des Projektils bei Kenntnis der Projektilmasse. Da bei der Aufnahme von Bildern mittels einer Kamera die Zeitdifferenzen zwischen zwei aufgenommenen Bildern als reziproke Werte der Bildwiederholrate bekannt sind, kann bei Vorhandensein eines Wegmaßstabs in den Bildern hieraus die Fluggeschwindigkeit des Projektils bestimmt werden. Der Wegmaßstab kann z.B. durch eine kalibrierte Stereoptik und geeignete Bildverarbeitungsalgorithmen oder durch Time-of-Flight-Verfahren oder andere Verfahren zur maßstäblichen Tiefenkarten-Erstellung bereitgestellt werden. Die Fluggeschwindigkeit kann z. B. beim Austritt des Projektils aus der Abschussvorrichtung, beim Auftreffen des Projektils im Zielgebiet oder zu irgendeinem anderen Zeitpunkt des Fluges bestimmt werden. Wird die Fluggeschwindigkeit beim Austritt aus der Abschussvorrichtung bestimmt, kann auf diese Weise auch die tatsächliche Mündungsenergie des Projektils bestimmt werden und mit der vorgewählten, gewünschten Mündungsenergie verglichen werden. Zudem kann die Auftreffenergie des Projektils im Zielgebiet bestimmt werden. Bei der Auslösung eines Reflexes durch das Projektil kann auf diese Weise präziser die tatsächliche Intensität der Reflexstimulation überprüft und/oder angegeben werden.

**[0048]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Auftreffwinkel des Projektils im Zielgebiet bestimmt wird, beispielsweise ebenfalls anhand von Auswertungen der Kamerabilder. Dies hat verschiedene Vorteile. Da der Auftreffwinkel des Projektils einen Einfluss auf die Stimulationsstärke hat, kann bei Kenntnis des Auftreffwinkels der tatsächlich ausgelöste Reflex besser analysiert werden. Wird der Auftreffwinkel bezogen auf die zur Oberfläche des Zielgebiets tangential Richtung zu klein, so ist davon auszugehen, dass durch das Projektil nicht die gewünschte

Wirkung erzeugt werden kann. So kann beispielsweise eine ergänzende Funktion dahingehend realisiert werden, dass bei der Visualisierung des prädizierten Auftrefforts eine zusätzliche Information dargestellt wird, die ein Maß für den Auftreffwinkel wiedergibt oder den Auftreffwinkel direkt darstellt. Beispielsweise kann der gemessene Auftreffwinkel mit einem kritischen, nicht zu unterschreitenden Wert des Auftreffwinkels verglichen werden und bei Unterschreitung des kritischen Auftreffwinkels eine Warninformation dargestellt werden, z. B. ein Warnsymbol und/oder eine Warnfarbe. Durch die Berechnung des Auftreffwinkels kann zudem eine Bestimmung des Anteils der gesamten kinetischen Energie des Projektils bestimmt werden, die beim Auftreffen auf das Zielgebiet übertragen wird. Auf diese Weise kann eine Beurteilung des durch das Projektil ausgelösten Reflexes zuverlässiger erfolgen. Außerdem kann bei Kenntnis des Auftreffwinkels der tangential und normal zur Zielebene aufgebraachte Impuls als Anteil des Gesamt-Impulses angegeben werden.

**[0049]** Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist unter dem unbestimmten Begriff "ein" kein Zahlwort zu verstehen. Wenn also z.B. von einem Bauteil die Rede ist, so ist dies im Sinne von "mindestens einem Bauteil" zu interpretieren. Soweit Winkelangaben in Grad gemacht werden, beziehen sich diese auf ein Kreismaß von 360 Grad (360°). Soweit ein Rechner erwähnt ist, kann dieser dazu eingerichtet sein, ein Computerprogramm, z.B. im Sinne von Software, auszuführen. Der Rechner kann als handelsüblicher Computer ausgebildet sein, z.B. als PC, Laptop, Notebook, Tablet oder Smartphone, oder als Mikroprozessor, Mikrocontroller oder FPGA, oder als Kombination aus solchen Elementen. Soweit eine Regelung erwähnt ist, unterscheidet sich eine Regelung von einer Steuerung dadurch, dass eine Regelung eine Rückführung oder Rückkopplung gemessener oder interner Werte aufweist, mit der die erzeugten Ausgabewerte der Regelung wiederum im Sinne eines geschlossenen Regelkreises beeinflusst werden. Bei einer Steuerung erfolgt ein reines Steuern einer Größe ohne eine solche Rückführung oder Rückkopplung.

**[0050]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert:

Es zeigen

Fig. 1 - einen Gesamtüberblick über eine erfindungsgemäße medizinische Vorrichtung und

Fig. 2 - eine endoskopische Stereoptik der medizinischen Vorrichtung sowie eine daran befestigte Abschussvorrichtung und

Fig. 3 - die endoskopische Stereoptik gemäß Figur 2 in einer Explosionsdarstellung und

- Fig. 4 und 5 - vergrößerte Detaildarstellung des distalen Endes einer endoskopischen Stereoptik und
- Fig. 6 - die elektromechanischen Komponenten einer Abschussvorrichtung in Explosionsdarstellung
- Fig. 7 - eine vergrößerte Detailansicht des Projektilkanals der Abschussvorrichtung und
- Fig. 8 - eine vergrößerte Detailansicht der Elektromagnetanordnung der Abschussvorrichtung und
- Fig. 9 - eine Atmungserfassungseinrichtung der medizinischen Vorrichtung und
- Fig. 10 - eine Visualisierung des Zielgebiets mittels einer 3D-Brille.

**[0051]** In der Figur 1 sind elektrische Signalleitungen mit gestrichelten Linien und die elektrische Versorgungsleitung zur Bestromung der Elektromagnetvorrichtung in einer durchgezogenen Linie dargestellt.

**[0052]** In der Figur 1 ist eine medizinische Vorrichtung mit einer Abschussvorrichtung kombiniert. Die Abschussvorrichtung weist als Abschussmechanismus eine Elektromagnetvorrichtung 2, einen Kraftleitstempel 6 und ein Projektilführungselement 3 auf. Im Projektilführungselement 3 ist ein Projektilabschusskanal vorhanden, aus dem ein Projektil 1 in ein Zielgebiet 8 abgeschossen werden kann. Die Abschussvorrichtung weist ferner eine elektrisch mit der Elektromagnetvorrichtung 2 verbundene Steuerelektronik 13 auf. Durch die Steuerelektronik 13 kann die Elektromagnetvorrichtung 2 elektrisch bestromt werden. Die Steuerelektronik 13 weist eine Vorwahleinrichtung 7 auf, durch die eine gewünschte Mündungsenergie eines mittels des Abschussmechanismus 2, 3, 6 abgeschossenen Projektils 1 einstellbar ist. Die Steuerelektronik 13 kann ein manuelles Bedienelement 14 aufweisen, durch das die Vorwahleinrichtung 7 von einem Benutzer manuell auf eine gewünschte Mündungsenergie eingestellt werden kann.

**[0053]** Die medizinische Vorrichtung gemäß Figur 1 weist außerdem eine Handhabungsvorrichtung auf, die von einem Anwender zu bedienen ist. Die Handhabungsvorrichtung weist eine Kamera 4 und eine mit der Kamera 4 verbundene endoskopische Stereoptik 5 oder eine einfache Optik mit angeschlossenem Sensor zur Erfassung von Tiefeninformationen, z. B. Time-of-Flight-Sensor, auf. Die Kamera 4 kann über die Stereoptik 5 oder die einfache Optik mit angeschlossenem Sensor zur Erfassung von Tiefeninformationen ein Zielgebiet 8 am Lebewesen optisch erfassen. An der Handhabungsvorrichtung ist außerdem der Abschussmechanismus 2, 3, 6 befestigt.

**[0054]** Die medizinische Vorrichtung gemäß Figur 1 weist außerdem eine Anzeigeeinrichtung 9, beispielsweise in Form eines Bildschirms, eine Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 sowie ein Pedal 12 auf. Optional kann die medizinische Vorrichtung eine Atmungserfassungseinrichtung 11 aufweisen. Die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 beinhaltet die zuvor erwähnte Flugbahn-Prädiktionseinrichtung, die automatische Stimulationsantworterfassungseinrichtung sowie eine Latenzzeiterfassungseinrichtung. Die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 erhält als Eingangssignale ein Auslösesignal vom Pedal 12 sowie die über die Kamera 4 erfassten Bilder. Optional kann die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 als Eingangssignal ein Triggersignal der Atmungserfassungseinrichtung 11 erhalten. Die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 steuert die Steuerelektronik 13 derart an, dass zu einem gewünschten Zeitpunkt ein Projektil 1 aus dem Projektilabschusskanal abgeschossen wird. Die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 wertet zudem die Bilder der Kamera 4 aus und erzeugt die Tiefenkarte des Zielgebiets 8. Aus den erfassten Daten wird über die Flugbahn-Prädiktionseinrichtung die Flugbahn eines abzuschießenden Projektils 1 bestimmt und auf der Anzeigeeinrichtung 9 durch einen prädizierten Auftreffort des Projektils 1 im Zielgebiet 8 visualisiert. Hierbei wird der Auftreffort überlagert mit einer Darstellung des Zielgebiets 8 auf dem Anzeigegerät 9 wiedergegeben.

**[0055]** Wird vom Anwender mittels des Pedals 12 das Kommando zum Abschießen eines Projektils 1 gegeben, so steuert die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 die Steuerelektronik 13 zum Abschuss des Projektils 1 an. Im Fall der optionalen Atmungserfassungseinrichtung 11 steuert die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 die Steuerelektronik 13 zum Abschuss des Projektils 1 an, wenn zusätzlich ein Triggersignal von der Atmungserfassungseinrichtung 11 empfangen wird.

**[0056]** Das Auslösesignal zum Abschuss des Projektils 1 kann auch auf andere Weise als durch das erwähnte Pedal 12 erfolgen, z.B. durch eine manuelle Betätigungseinrichtung oder durch akustische Signalerfassung, z.B. durch ein Spracherkennungsmodul.

**[0057]** Die Figur 2 und 3 zeigen die Handhabungsvorrichtung mit den anhand der Figur 1 erläuterten Komponenten. Erkennbar ist die Kamera 4, die beispielsweise einen Handgriff 40 aufweist. An der Kamera 4 kann ein proximaler Adapter 50, daran eine Vergrößerungsoptik 51 und daran ein distaler Adapter 52 montiert werden. Zwischen dem proximalen Adapter 50 und der Vergrößerungsoptik 51 ist in Fig. 2 eine optionale Aperturblende 58 zur Regelung der Bildhelligkeit und -schärfe dargestellt. Am distalen Adapter 52 kann eine Optikhalterung 53 montiert werden. In oder an der Optikhalterung 53 kann der Abschussmechanismus 2, 3, 6 befestigt sein. In einer praktischen Realisierung wird der Abschussmechanismus 2, 3, 6 nicht, wie dargestellt, außen und ungeschützt an der Optikhalterung 53 befestigt, sondern würde in die Optikhalterung 53 integriert sein oder über

eine gesonderte Einhausung abgekapselt sein.

**[0058]** Die Optikhalterung 53 weist Aufnahmekanäle für zwei Endoskop-Optiken 56 auf, z. B. Lichtleiter oder Stablinsoptiken, durch die die endoskopische Stereoptik gebildet wird. Bei Nutzung einer einfachen Optik ist nur ein Aufnahmekanal für die Optik erforderlich. Es ist dann ein weiterer Sensor zur Erfassung von Tiefeninformationen notwendig. An dem distalen Ende der Endoskop-Optiken 56 können Lichtstrahl-Ablenkungsoptiken 57 angeordnet sein, durch die die optische Erfassungsrichtung beispielsweise etwa rechtwinklig zur Längserstreckung der Endoskop-Optiken 56 umgelenkt wird.

**[0059]** An oder in der Optikhalterung 53 kann eine Beleuchtungseinrichtung angeordnet sein, beispielsweise mit Lichtquellen 55 in Form von LEDs oder Laserdioden. Zusätzlich kann ein Kühlkörper 54 zur Kühlung der Lichtquellen 55 dort angeordnet sein. Die Beleuchtung des Untersuchungsgebietes kann auch mit Lichtleitfasern erfolgen, in die außerhalb des Endoskopschafts eine externe Lichtquelle eingekoppelt ist.

**[0060]** Wie die Figur 4 zeigt, können die Endoskop-Optiken 56 innerhalb der Optikhalterung 53 untergebracht sein und am Ende die Lichtstrahl-Ablenkungsoptiken 57 aufweisen. Die Figur 5 zeigt diesen distalen Bereich der Endoskop-Optiken 56 ohne die umhüllende Optikhalterung 53. In Figur 5 ist unterhalb der Lichtstrahl-Ablenkungsoptiken 57 ein Schutzglas 59 dargestellt.

**[0061]** Die Figuren 6 bis 8 zeigen den Abschussmechanismus 2, 3, 6 in vergrößerter und detaillierter Darstellung. Die Figur 6 ist eine perspektivische Ansicht in Explosionsdarstellung, die Figuren 7 und 8 zeigen Details in seitlicher Schnittdarstellung.

**[0062]** Das Projektilführungselement 3 kann z. B. aus zwei spiegelsymmetrischen Halbschalen gebildet sein, wie in der Figur 6 erkennbar ist. Wenn diese Halbschalen zusammengesetzt sind, ist im Inneren des Projektilführungselements 3 der Projektilabschusskanal 30 gebildet, der zum freien Ende hin, an dem das Projektil 1 abgeschossen wird, eine Krümmung aufweist, die sich im Wesentlichen über einen 90 Grad-Winkel erstreckt. In den Projektilabschusskanal 30 mündet ein Nachladekanal 31, über den bei an dem Projektilführungselement 3 angebaute Nachladevorrichtung automatisch weitere Projektile 1 aus einer Vorratskammer nachgeladen und in den Projektilabschusskanal 30 geführt werden können. Das Nachladen kann durch eine Druckfeder 32 erfolgen.

**[0063]** Der Kraftleitstempel 6 erstreckt sich mit seinem distalen Ende in das Projektilführungselement 3 hinein und führt bei einem durch die Elektromagnetvorrichtung 2 bewirkten Abschuss eines Projektils 1 eine Bewegung in einer ersten Richtung, die in den Zeichnungen nach links gerichtet ist, in den Projektilabschusskanal 30 hinein, wobei die Bewegung des Kraftleitstempels 6 in der ersten Richtung sich bis zum gekrümmten Bereich des Projektilabschusskanals 30 erstrecken kann.

**[0064]** Die Elektromagnetvorrichtung 2 weist einen fest mit der Kamera 4 bzw. der Optikhalterung 53 verbundenen Spulenträger 22 auf, auf dem eine Spule 20

und eine weitere Spule 21 angeordnet ist. Innerhalb des Spulenträgers 22 ist ein Längskanal vorhanden, durch den sich der Kraftleitstempel 6 mit seinem proximalen Ende hineinerstreckt. Innerhalb dieses inneren Längskanals des Spulenträgers 22 befindet sich außerdem ein Anker 23 der Elektromagnetvorrichtung 2, der mit dem proximalen Ende des Kraftleitstempels 6 gekoppelt ist. Das eine Ende des Spulenträgers 22 ist mit einem Verschlussstopfen 24 verschlossen.

**[0065]** Wird in der in Figur 8 dargestellten Position des Ankers 23 die Spule 20 elektrisch bestromt, so wird der Anker 23 in der ersten Richtung (nach links) bewegt, wodurch sich der Kraftleitstempel 6 ebenfalls nach links bewegt und dementsprechend weiter in den Projektilabschusskanal 30 bewegt wird. Hierdurch kann ein im Projektilabschusskanal 30 befindliches Projektil 1 abgeschossen werden. Soll der Anker 23 mit dem Kraftleitstempel 6 wieder in seine Ausgangsstellung, wie in Figur 8 dargestellt, zurückgestellt werden, so wird die weitere Spule 21 elektrisch bestromt. Hierdurch wird die Anordnung aus dem Anker 23 und dem Kraftleitstempel 6 in einer der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung bewegt, d. h. nach rechts zurückgezogen.

**[0066]** Die Figur 9 zeigt die Atmungserfassungseinrichtung 11 bei Anwendung an einem Lebewesen. Die Atmungserfassungseinrichtung 11 weist in dieser Ausführungsform einen Brustgurt 91 auf, der um die Brust des Lebewesens gelegt ist. An dem Brustgurt 91 sind Dehnungsmessvorrichtungen 92 angeordnet, die beispielsweise in den Brustgurt 91 integriert sein können. Über die Dehnungsmessvorrichtungen 92 wird der aktuelle Dehnungszustand der Brust des Lebewesens erfasst und als elektrisches Signal an eine Auswerteelektronik 93 übermittelt. Die Auswerteelektronik 93, die beispielsweise einen Mikrokontroller aufweisen kann, wertet die Signale der Dehnungsmessvorrichtungen 92 aus und bestimmt hieraus Bereiche, in denen nur eine geringe Luftströmung aufgrund der Atmung des Lebewesens zu erwarten ist. In solchen Phasen geringer Luftströmung gibt die Auswerteelektronik 93 das Triggersignal 94 an die Steuer- und Datenverarbeitungseinheit 10 ab.

**[0067]** Der in der Figur 9 rechts unten dargestellte beispielhafte zeitliche Signalverlauf des durch die Dehnungsmessvorrichtungen 92 gemessenen Signals gibt die Einatmungs- und Ausatmungsphasen des Lebewesens wieder. In Phasen mit starkem Signalanstieg oder starkem Signalabfall, d. h. den Phasen 96, würde ein abgeschossenes Projektil durch die Luftströmung der Atmung zu sehr gestört werden. Daher erkennt die Auswerteelektronik 93 die Phasen 95 mit geringer Luftströmung und gibt in diesen Phasen 95 das Triggersignal 94 ab.

**[0068]** Die verwendeten Messelemente können statt der Dehnungsmessstreifen 92 auch andere Messelemente sein, z. B. piezoelektrische Elemente, rotatorische Encoder mit Seilzug oder ähnliches. Der gewonnene Messwert ist ein Maß für die Volumenänderung des Brustkorbs. Die Phasen 95 können beispielsweise als

Zeitbereiche um den Minimalwert und den Maximalwert im zeitlichen Verlauf des gemessenen Signals detektiert werden.

[0069] Anhand der Figur 10 soll eine Ausführungsform der Erfindung erläutert werden, bei der nicht die erläuterte Tiefenkarte mittels des optischen Aufnahmesystems und geeigneter Bildverarbeitungs-Algorithmen ermittelt wird, sondern eine zur dreidimensionalen Darstellung geeignete Anzeigeeinrichtung verwendet wird, was in diesem Fall am Beispiel einer 3D-Brille erläutert werden soll. Es erfolgt eine stereoskopische Beobachtung des Zielgebiets 8 durch einen linken Visualisierungsbereich 70 und einen rechten Visualisierungsbereich 71 der 3D-Brille. Durch Anzeigeelemente der 3D-Brille wird die Flugbahn des Projektils im linken Visualisierungsbereich 70 als Flugbahn 72 und im rechten Visualisierungsbereich 71 als Flugbahn 73 eingeblendet. Die realen Flugbahnen enden am wahrgenommenen Schnittpunkt mit dem Zielgebiet, der dem präzidierten Auftreffort 74 des Projektils entspricht und vor dem Ende 75 der visualisierten Flugbahnen 72, 73 liegen kann. Die Prädiktion der beiden dargestellten Flugbahnen 72, 73 erfolgt dabei für einen definierten Parametersatz, der z.B. durch die Mündungsenergie der Abschussvorrichtung definiert ist, sowie die Gravitationsrichtung und die Ausrichtung der Abschussvorrichtung in Bezug auf diese Richtung festgelegt ist. In dieser Ausführungsform kann auch ohne Berechnung einer Tiefenkarte dem Benutzer der Auftreffort 74 visualisiert werden, was durch die Betrachtung des linken und des rechten Visualisierungsbereiches 70, 71 erfolgt und damit den "richtigen" Eindruck des Auftreffortes 74 ergibt.

## Patentansprüche

1. Medizinische Vorrichtung zum gezielten Abschuss eines Projektils in ein Zielgebiet (8) eines Lebewesens, wobei die medizinische Vorrichtung aufweist:

- a) ein optisches Aufnahmesystem (5), wie z.B. eine endoskopische Stereoptik, zur automatisierten optischen und/oder räumlichen Erfassung des Zielgebiets (8),
- b) eine Abschussvorrichtung, durch die das Projektil abschießbar ist, wobei die Abschussvorrichtung zum Abschuss des Projektils (1) aus einem Projektilabschusskanal (30) der Abschussvorrichtung ausgebildet ist, wobei die Abschussvorrichtung einen mittels einer Elektromagnetvorrichtung (2) angetriebenen Abschussmechanismus (2, 3, 6) aufweist, durch den das Projektil (1) mechanisch und/oder magnetisch beaufschlagbar und durch den Projektilabschusskanal (30) abschießbar ist, wobei die Abschussvorrichtung eine Vorwahleinrichtung (7) aufweist, durch die eine gewünschte Mündungsenergie eines mittels des Abschussme-

chanismus abgeschossenen Projektils (1) einstellbar ist

c) eine Flugbahn-Prädiktionseinrichtung, die zur Prädiktion der Flugbahn eines mittels der Abschussvorrichtung abzuschießenden Projektils sowie zur Anzeige der präzidierten Flugbahn und/oder des voraussichtlichen Auftreffortes des Projektils im Zielgebiet (8) eingerichtet ist, d) wobei die medizinische Vorrichtung eine automatische Stimulationsantworterfassungseinrichtung aufweist, die zur automatischen Erkennung einer durch ein im Zielgebiet (8) aufgetroffenes Projektil (1) ausgelösten Stimulationsantwort des Lebewesens eingerichtet ist.

2. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Vorwahleinrichtung (7) wenigstens eine elektrische Kenngröße der Abschussvorrichtung einstellbar ist.

3. Medizinische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektromagnetvorrichtung (2) wenigstens eine Spule (20) und einen Anker (23) aus magnetischem Material aufweist, wobei durch elektrische Bestromung der Spule (20) eine Relativbewegung des Ankers (23) gegenüber der Spule (20) in einer ersten Richtung erzeugbar ist.

4. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschussvorrichtung einen Kraftleitstempel (6) aufweist, der durch die Relativbewegung des Ankers (23) gegenüber der Spule (20) in der ersten Richtung bewegbar ist, wobei das Projektil (1) durch diese Bewegung des Kraftleitstempels (6) aus dem Projektilabschusskanal (30) abschießbar ist.

5. Medizinische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschussvorrichtung eine weitere Spule (21) aufweist, wobei durch elektrische Bestromung der weiteren Spule (21) eine Relativbewegung des Ankers (23) gegenüber der weiteren Spule (21) in einer zweiten Richtung erzeugbar ist, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist.

6. Medizinische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschussvorrichtung wenigstens einen elektrischen Energiespeicher und eine Ladevorrichtung zum elektrischen Aufladen des Energiespeichers aufweist, wobei die Ladevorrichtung in Abhängigkeit von der mittels der Vorwahleinrichtung (7) vorgewählten Mündungsenergie steuerbar ist, um eine der gewünschten Mündungsenergie zugeordnete elektrische Energiemenge in den elektrischen Energiespeicher zu laden.

7. Medizinische Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschussvorrichtung eine Schalteinrichtung aufweist, durch die bei Betätigung eines Abschussauslöseelements (12) und/oder Empfang eines Abschussauslösesignals der elektrische Energiespeicher mit der Spule (20) elektrisch verbindbar ist. 5
8. Medizinische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschussvorrichtung eine Vorratskammer zur Aufbewahrung mehrerer durch die Abschussvorrichtung abzuschießender Projektile (1) sowie eine Nachladevorrichtung zum Nachladen eines Projektils (1) von der Vorratskammer in den Projektilab- 10 schusskanal (30) aufweist. 15
9. Medizinische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die medizinische Vorrichtung eine automatische Latenzzeiterfassungseinrichtung aufweist, die zur automatischen Bestimmung der Latenzzeit eines durch ein im Zielgebiet (8) aufgetroffenes Projektil (1) ausgelösten Stimulationsantwort des Lebewe- 20 sens eingerichtet ist. 25
10. Verfahren zum Abschießen eines Projektils mittels einer Abschussvorrichtung einer medizinischen Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit folgenden Schritten: 30
- a) Auswählen einer gewünschten Mündungsenergie eines abzuschießenden Projektils (1) mittels der Vorwähleinrichtung (7),
  - b) Aufladen des elektrischen Energiespeichers der Abschussvorrichtung auf einen der ausgewählten Mündungsenergie zugeordneten elek- 35 trischen Kennwert,
  - c) Abschuss des Projektils (1) bei Betätigung eines Abschussauslöseelements (12) und/oder Empfang eines Abschussauslösesignals, in- 40 dem die wenigstens eine Spule (20) elektrisch mit dem Energiespeicher verbunden wird,
  - d) wobei das Verfahren eine Prädiktion der Flugbahn und/oder des Auftrefforts eines abge- 45 schossenen Projektils (1) beinhaltet, wobei anhand gespeicherter Flugbahn-Charakterisierungsdaten eine Flugbahn-Trajektorie eines abzuschießenden Projektils (1) bestimmt wird und unter Nutzung von Bildinformationen des opti- 50 schen Aufnahmesystems (5) ein Auftreffbereich des Projektils (1) im Zielgebiet (8) abgeschätzt wird und die prädizierte Flugbahn und/oder der Auftreffbereich des Projektils (1) auf einem Anzeigegerät (9) angezeigt wird. 55

## Claims

1. Medical device for selectively launching a projectile into a target area (8) of a living being, the medical device comprising:
  - a) an optical recording system (5), such as endoscopic stereo optics, for automated optical and/or spatial recording of the target area (8),
  - b) a launching device by which the projectile can be launched, the launching device being designed to launch the projectile (1) from a projectile launching channel (30) of the launching device, the launching device having a launching mechanism (2, 3, 6) driven by means of an electromagnetic device (2), by means of which the projectile (1) can be acted upon mechanically and/or magnetically and can be launched through the projectile launching channel (30), the launching device having a preselection device (7) by means of which a desired muzzle energy of a projectile (1) launched by means of the launching mechanism can be set,
  - c) a trajectory prediction device arranged to predict the trajectory of a projectile to be launched by means of the launching device and to indicate the predicted trajectory and/or the expected impact location of the projectile in the target area (8),
  - d) wherein the medical device comprises an automatic stimulation response detection means adapted to automatically detect a stimulation response of the living being triggered by a projectile (1) impacted in the target area (8).
2. Medical device according to claim 1, **characterized in that** by means of the preselection device (7) at least one electrical parameter of the launching device is adjustable.
3. Medical device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the electromagnetic device (2) comprises at least one coil (20) and an armature (23) of magnetic material, wherein a relative movement of the armature (23) with respect to the coil (20) in a first direction can be generated by electrically energizing the coil (20).
4. Medical device according to claim 3, **characterized in that** the launching device comprises a force guiding plunger (6) movable in the first direction by the relative movement of the armature (23) with respect to the coil (20), the projectile (1) being launchable from the projectile launching channel (30) by this movement of the force guiding plunger (6).
5. Medical device according to any one of claims 3 to 4, **characterized in that** the launching device com-

prises a further coil (21), wherein by electrically energizing the further coil (21) a relative movement of the armature (23) with respect to the further coil (21) can be generated in a second direction which is opposite to the first direction.

6. Medical device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the launching device comprises at least one electrical energy storage device and a charging device for electrically charging the energy storage device, the charging device being controllable in dependence on the muzzle energy preselected by means of the preselection device (7) in order to charge into the electrical energy storage device an amount of electrical energy associated with the desired muzzle energy.

7. Medical device according to claim 6, **characterized in that** the launching device comprises a switching device by which, upon actuation of a launch trigger element (12) and/or reception of a launch trigger signal, the electrical energy storage device is electrically connectable to the coil (20).

8. Medical device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the launching device comprises a storage chamber for storing a plurality of projectiles (1) to be launched by the launching device and a reloading device for reloading a projectile (1) from the storage chamber into the projectile launching channel (30).

9. Medical device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the medical device comprises automatic latency detection means arranged to automatically determine the latency of a stimulation response of the living being triggered by a projectile (1) impacted in the target area (8).

10. Method of launching a projectile by means of a launching device of a medical device according to any one of claims 1 to 9, comprising the following steps:

- a) Selecting a desired muzzle energy of a projectile (1) to be launched by means of the preselection device (7),
- b) Charging the electrical energy storage device of the launcher to an electrical characteristic value associated with the selected muzzle energy,
- c) Launching the projectile (1) upon actuation of a launch trigger element (12) and/or receiving a launch trigger signal by electrically connecting the at least one coil (20) to the energy storage device,
- d) wherein the method includes a prediction of the trajectory and/or the impact location of a launched projectile (1), wherein a trajectory of a

projectile (1) to be launched is determined on the basis of stored trajectory characterization data, and an impact area of the projectile (1) in the target area (8) is estimated using image information of the optical recording system (5) and the predicted trajectory and/or the impact area of the projectile (1) is displayed on a display device (9).

## Revendications

1. Dispositif médical pour le lancement ciblé d'un projectile dans une zone cible (8) d'un être vivant, le dispositif médical comprenant :

- a) un système d'enregistrement optique (5), tel qu'une optique stéréo endoscopique, pour l'enregistrement optique et/ou spatial automatisé de la zone cible (8),
- b) un dispositif de lancement permettant de lancer le projectile, le dispositif de lancement destiné à lancer le projectile (1) étant réalisé par un canal de lancement de projectile (30) du dispositif de lancement, le dispositif de lancement comprenant un mécanisme de lancement (2, 3, 6) qui est entraîné au moyen d'un dispositif électromagnétique (2) et qui permet de solliciter mécaniquement et/ou magnétiquement le projectile (1) et de le lancer à travers le canal de lancement de projectile (30), le dispositif de lancement présentant un moyen de présélection (7) qui permet de régler une énergie de bouche souhaitée d'un projectile (1) lancé au moyen du mécanisme de lancement,
- c) un moyen de prédiction de trajectoire, qui est conçu pour prédire la trajectoire d'un projectile à lancer au moyen du dispositif de lancement et pour afficher la trajectoire prédite et/ou le lieu d'impact prévu du projectile dans la zone cible (8),
- d) le dispositif médical comprenant un moyen de détection automatique de réponse de stimulation qui est conçu pour reconnaître automatiquement une réponse de stimulation de l'être vivant déclenchée par un projectile (1) ayant touché la zone cible (8).

2. Dispositif médical selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de présélection (7) permet de régler au moins une grandeur caractéristique électrique du dispositif de lancement.

3. Dispositif médical selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif électromagnétique (2) comporte au moins une bobine (20) et un induit (23) en matériau magnétique, l'alimentation électrique de la bobine (20) permettant

d'engendrer un mouvement relatif de l'induit (23) par rapport à la bobine (20) dans une première direction.

4. Dispositif médical selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le dispositif de lancement comprend un poinçon de guidage de force (6) qui peut être déplacé dans la première direction par le mouvement relatif de l'induit (23) par rapport à la bobine (20), le projectile (1) pouvant être lancé hors du canal de lancement de projectile (30) par ce mouvement du poinçon de guidage de force (6). 5
5. Dispositif médical selon l'une des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de lancement comporte une autre bobine (21), l'alimentation électrique de l'autre bobine (21) permettant d'engendrer un mouvement relatif de l'induit (23) par rapport à l'autre bobine (21) dans une deuxième direction qui est opposée à la première direction. 10 15 20
6. Dispositif médical selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de lancement comporte au moins un accumulateur d'énergie électrique et un dispositif de charge pour charger électriquement l'accumulateur d'énergie, le dispositif de charge pouvant être commandé en fonction de l'énergie de bouche présélectionnée à l'aide du moyen de présélection (7), afin de charger dans l'accumulateur d'énergie électrique une quantité d'énergie électrique associée à l'énergie de bouche souhaitée. 25 30
7. Dispositif médical selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de lancement présente un moyen de commutation par lequel, lors de l'actionnement d'un élément de déclenchement de lancement (12) et/ou de la réception d'un signal de déclenchement de lancement, l'accumulateur d'énergie électrique peut être relié électriquement à la bobine (20). 35 40
8. Dispositif médical selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de lancement comprend une chambre de stockage pour stocker plusieurs projectiles (1) à lancer par le dispositif de lancement, ainsi qu'un dispositif de recharge pour recharger un projectile (1) depuis la chambre de stockage jusque dans le canal de lancement de projectile (30). 45 50
9. Dispositif médical selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif médical comporte un moyen de détection automatique du temps de latence, conçu pour déterminer automatiquement le temps de latence d'une réponse de stimulation de l'être vivant déclenchée par un projectile (1) ayant touché la zone cible (8). 55

10. Procédé de lancement d'un projectile à l'aide d'un dispositif de lancement d'un dispositif médical selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant les étapes suivantes consistant à :

- a) sélectionner à l'aide du moyen de présélection (7) une énergie de bouche souhaitée d'un projectile (1) à lancer,
- b) charger l'accumulateur d'énergie électrique du dispositif de lancement jusqu'à une valeur caractéristique électrique associée à l'énergie de bouche sélectionnée,
- c) lancer le projectile (1) lors de l'actionnement d'un élément de déclenchement de lancement (12) et/ou de la réception d'un signal de déclenchement de lancement, en reliant électriquement ladite au moins une bobine (20) à l'accumulateur d'énergie,
- d) le procédé comprenant une prédiction de la trajectoire et/ou du lieu d'impact d'un projectile (1) lancé, une trajectoire de vol d'un projectile (1) à lancer étant déterminée à l'aide de données de caractérisation de trajectoire mémorisées, et une zone d'impact du projectile (1) dans la zone cible (8) étant estimée en utilisant des informations d'image du système d'enregistrement optique (5), et la trajectoire prédite et/ou la zone d'impact du projectile (1) étant affichées sur un appareil d'affichage (9).

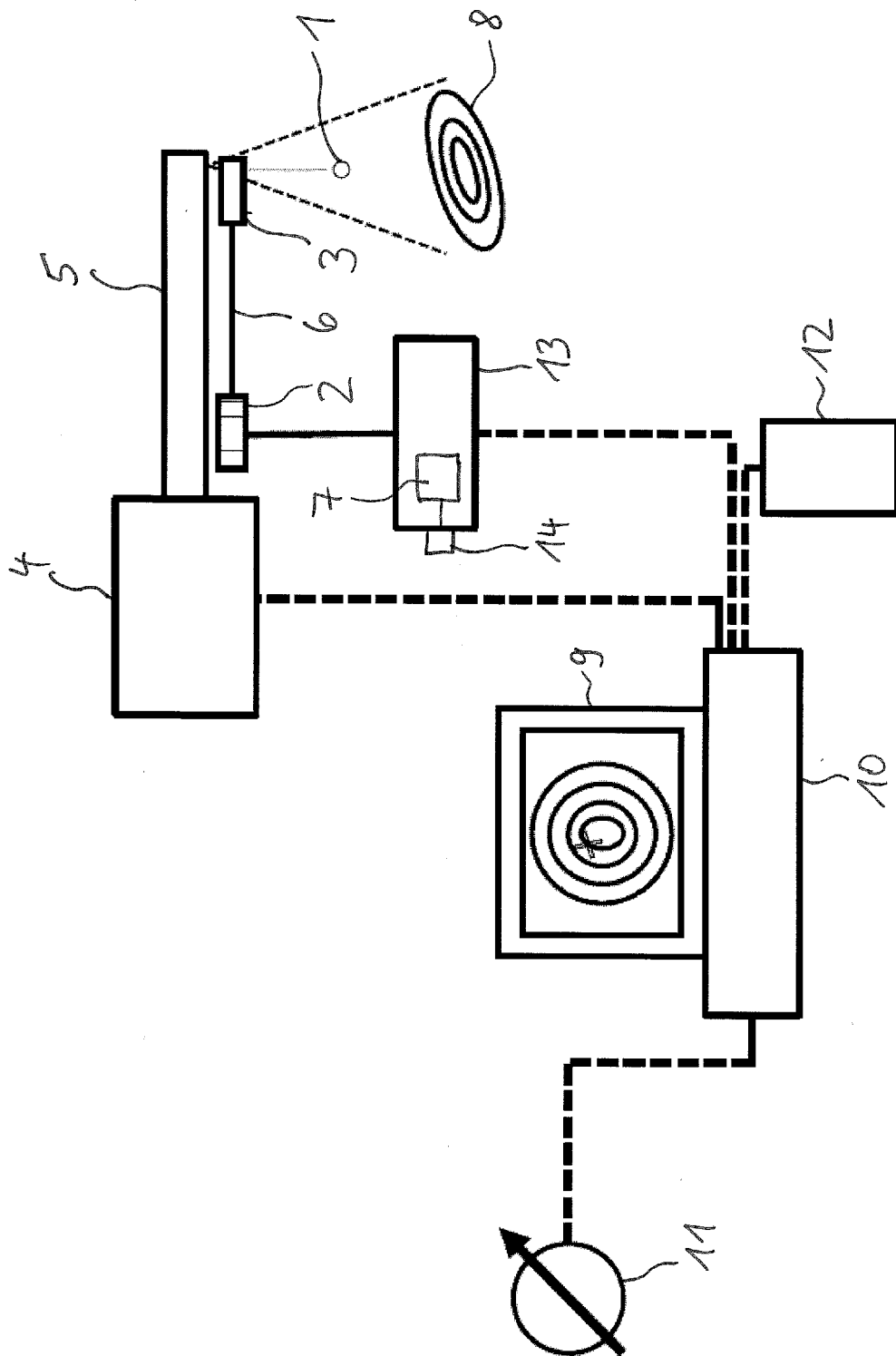


Fig. 1

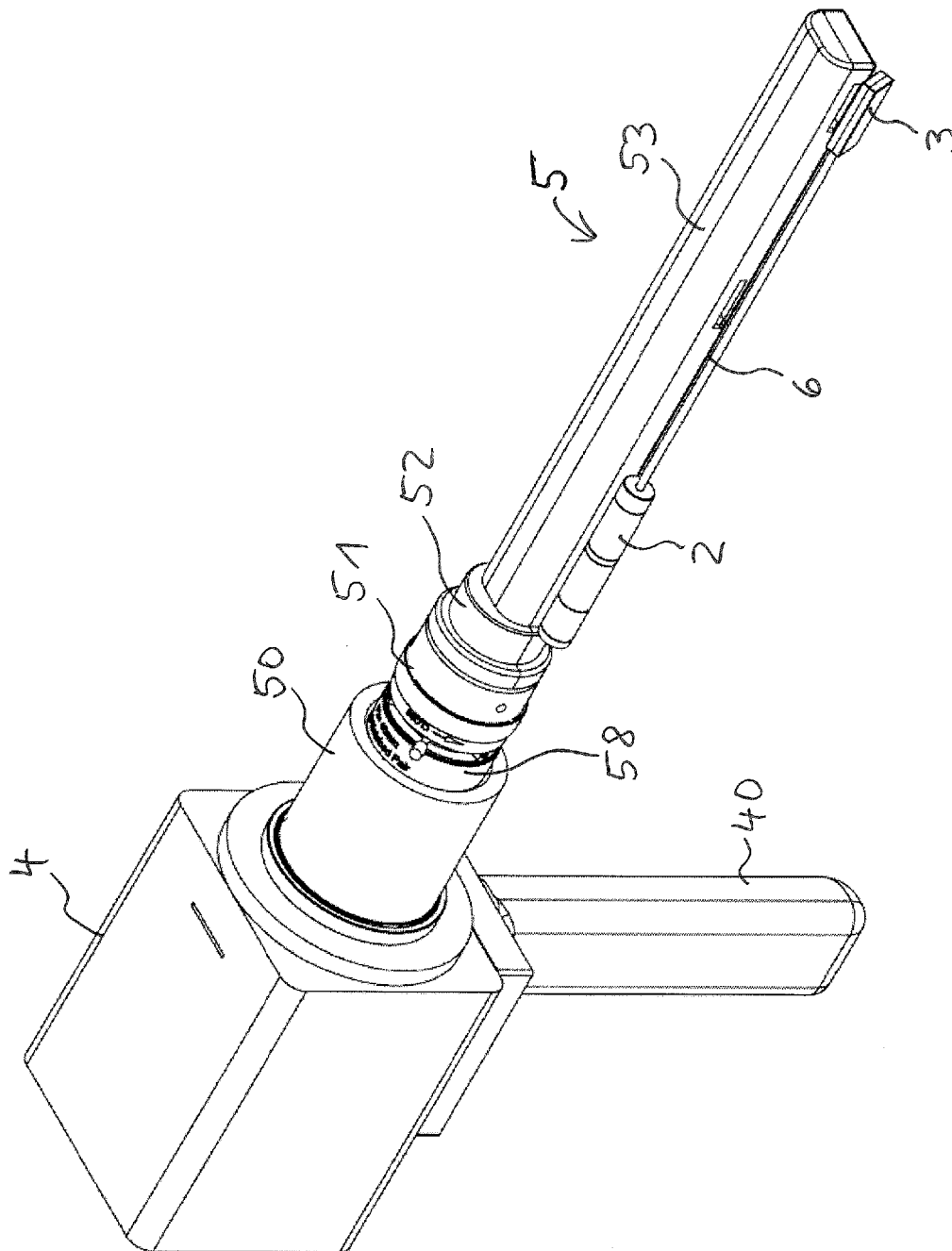


Fig. 2

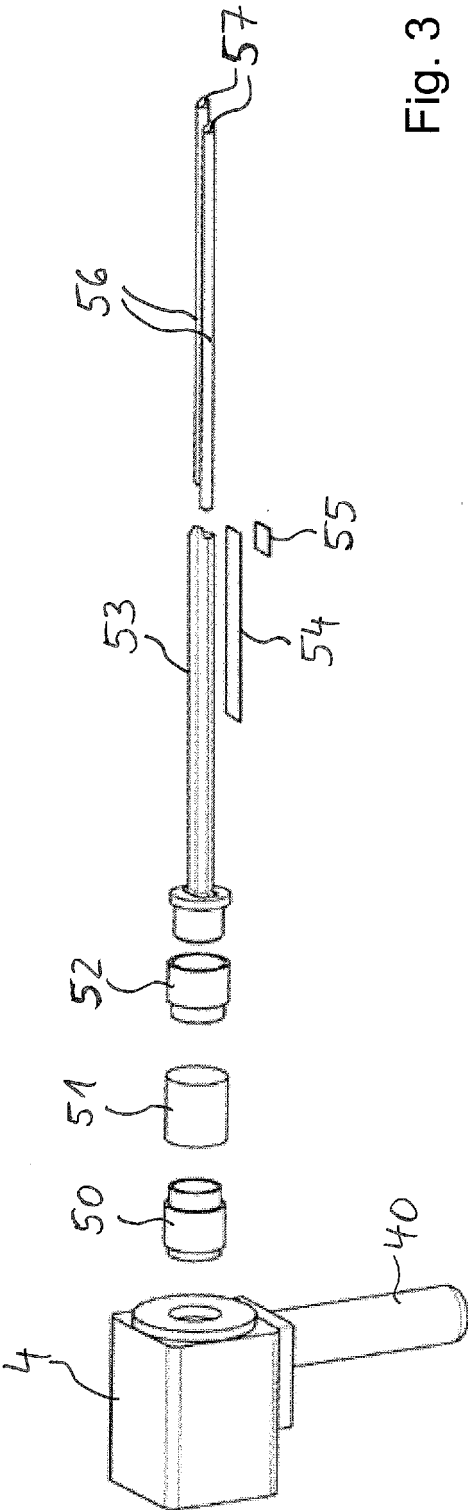


Fig. 3

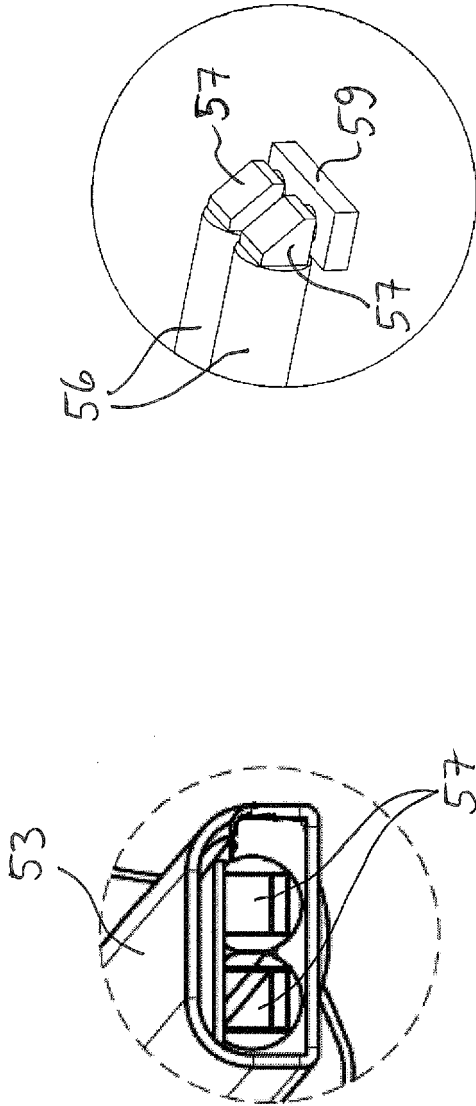


Fig. 5

Fig. 4

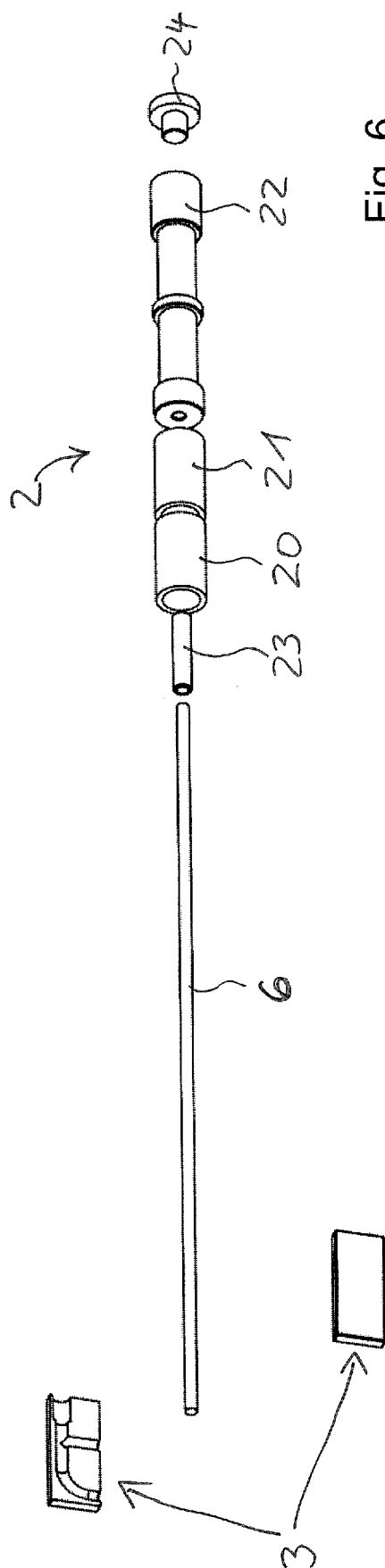


Fig. 6

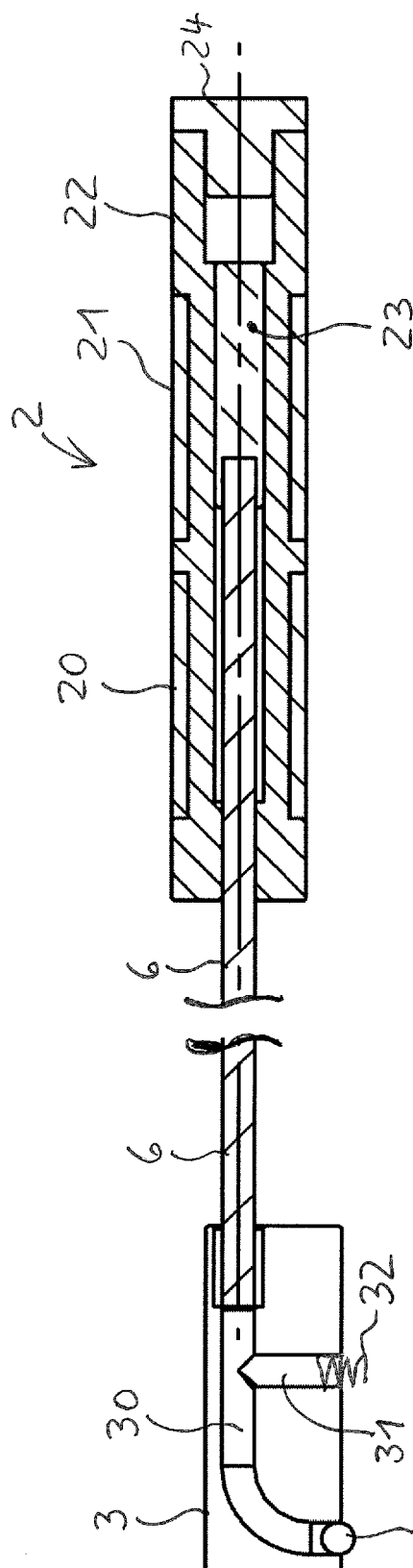


Fig. 7

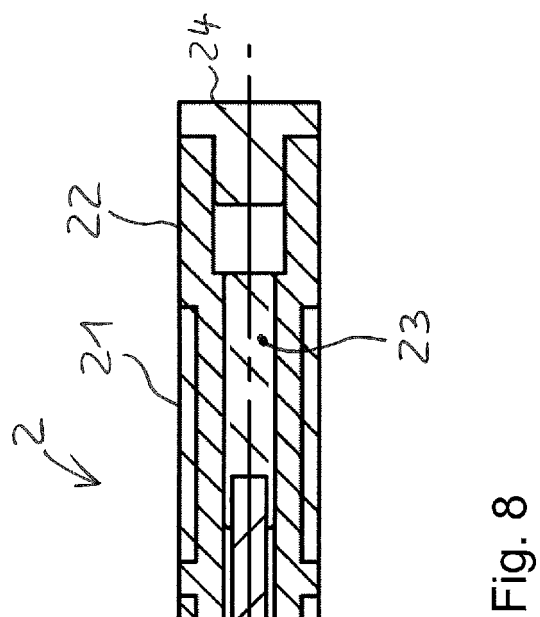


Fig. 8

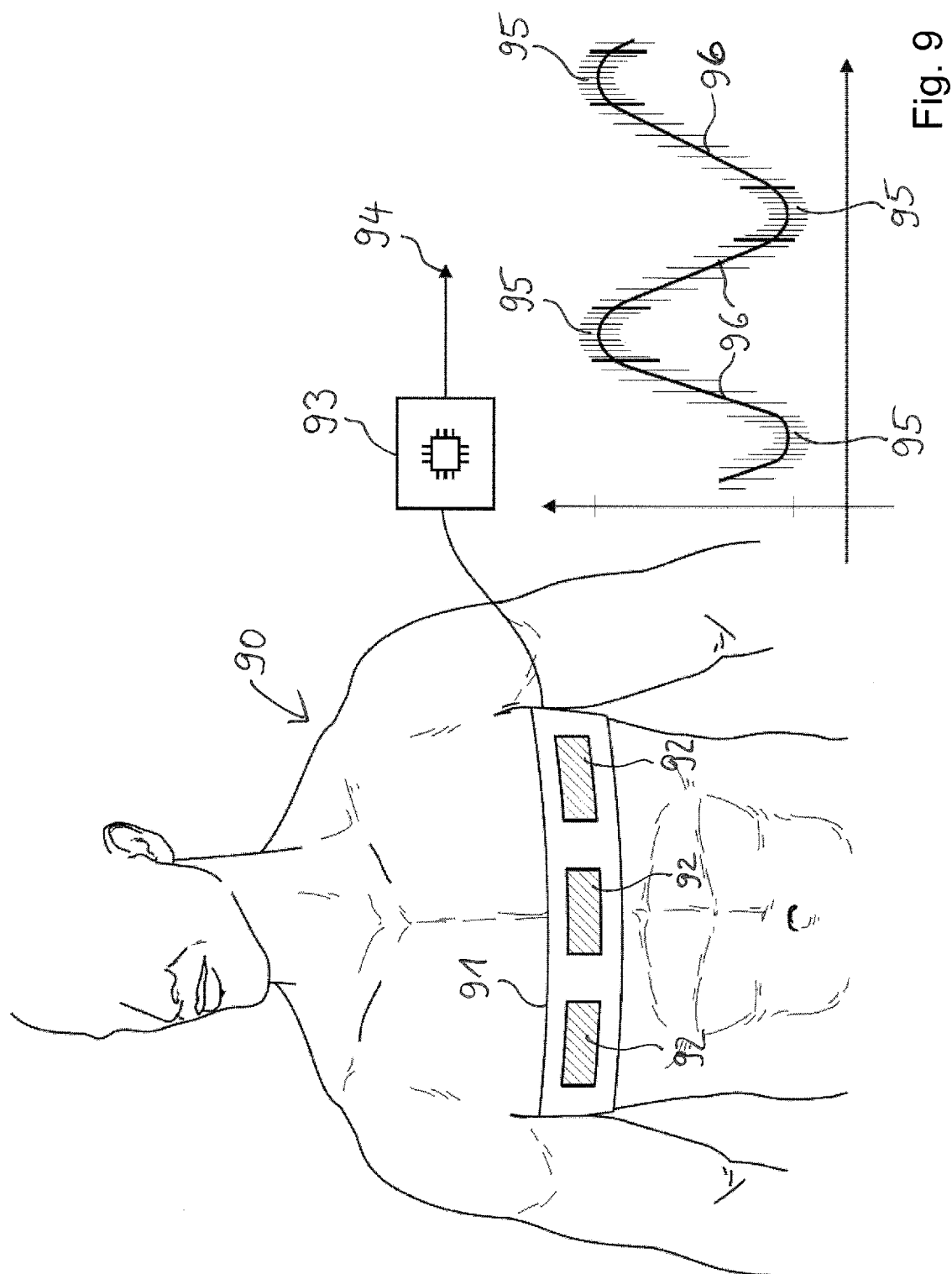


Fig. 9

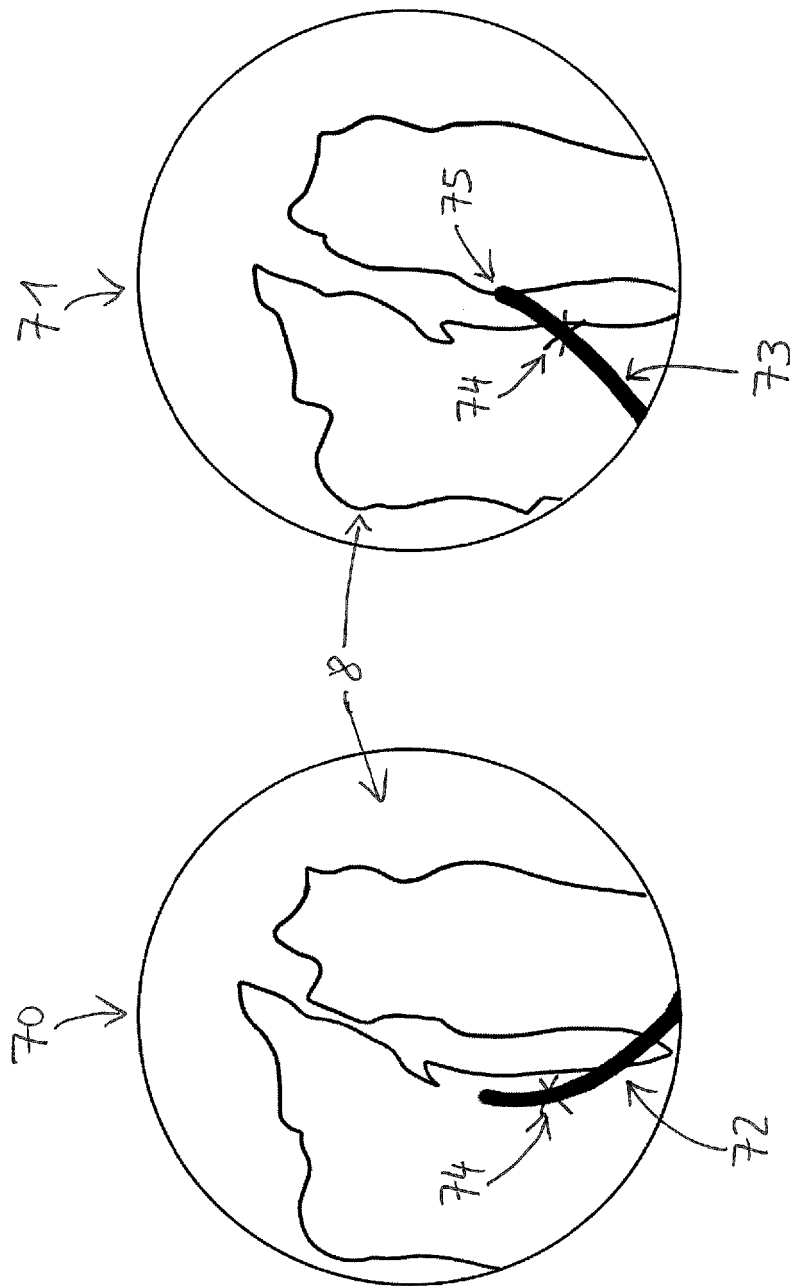


Fig. 10

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3707667 A1 [0002]
- EP 1718915 B1 [0002]
- US 2012069189 A1 [0002]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **KARL P. WILLIAMS.** *Electromagnetic Coil Gun Project - Nuts & Volts Magazine - For The Electronics Hobbyist*, 21. Juli 2015 [0002]
- **M. PTOK ; S. SCHROETER.** Gezielte Auslösung des laryngealen Adduktionsreflexes per Mikrotröpfchenabgabe. Springer Medizin, 17. Februar 2016 [0003]