



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2008 013 429 B4 2009.12.17**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 013 429.5**

(22) Anmeldetag: **10.03.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2009**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **17.12.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 19/00 (2006.01)**

**A61B 10/00 (2006.01)**

**A61M 25/00 (2006.01)**

**A61M 25/095 (2006.01)**

**A61F 2/06 (2006.01)**

**A61G 5/06 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

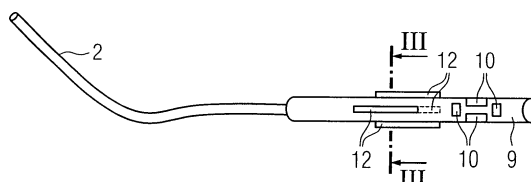
**EP 14 91 139 A2**

**WO 2007/0 15 139 A2**

**US 2008/00 09 750 A1**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren für einen medizinischen Eingriff**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für einen medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes (1) oder Organs eines Lebewesens (P). Die Vorrichtung weist ein zur zumindest teilweisen Einführung in den Körper des Lebewesens (P) vorgesehenes medizinisches Instrument (2) mit einem distalen Ende (9) auf, wobei im, am oder im Bereich des distalen Endes (9) wenigstens ein Sensor (12) zur Registrierung einer im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument (2) wirkenden Kraft oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments (2) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für einen medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes oder Organs eines Lebewesens

**[0002]** Bei einem medizinischen Eingriff an einem Lebewesen, insbesondere bei einem minimal-invasiven Eingriff werden z. B. eines oder mehrere medizinische Instrumente in den Körper des Lebewesens zur Therapie oder Diagnostik eingeführt. Nach der Einführung eines medizinischen Instrumentes in den Körper des Lebewesens ist dieses optisch für einen den Eingriff durchführenden Arzt nicht mehr sichtbar. Zur Navigation des Instrumentes im Körper des Lebewesens muss dieses daher in geeigneter Weise für den Arzt in Bildinformationen visualisiert werden. Zur Positionsbestimmung des Instrumentes im Körper des Lebewesens bei minimal-invasiven medizinischen Eingriffen, welche für die Visualisierung des Instrumentes, insbesondere der Spitze des Instrumentes, in Bildinformationen aus dem Körperinneren des Lebewesens erforderlich ist, stehen heutzutage verschiedenartiger Systeme und Verfahren zur Verfügung.

**[0003]** In "Needle and catheter navigation using electromagnetic tracking for computer-assisted C-arm CT interventions", Markus Nagel, Martin Hoheisel, Ralf Petzold, Willi A. Kalender and Ulrich H. W. Krause, Medical Imaging 2007: Visualization and Image-Guided Procedures, edited by Kevin R. Cleary, Michael I. Miga, Proc. of SPIE Volume 6509, 65090J, (2007) · 1605– 7422/07/\$18 · doi: 10.1117/12.709435 ist beispielsweise ein elektromagnetisches Navigationssystem AURORA der Firma NDI, Waterloo, Ontario, Kanada beschrieben. Das elektromagnetische Navigationssystem umfasst einen Feldgenerator zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes, um Positionen und Orientierungen von medizinischen Instrumenten zu ermitteln, welche in ihrer Spitze jeweils kleine Induktionsspulen aufweisen. Anhand der induzierten Spannungen kann das AURORA System die Position und Orientierung des jeweiligen Instrumentes ermitteln, so dass nach einer Registrierung des Navigationssystems mit einem Bildinformationen des Körperinneren des Lebewesens zur Verfügung stehenden Bildsystem eine Einblendung eines Abbildes zumindest der Spitze des Instrumentes in Bildinformationen von dem Lebewesen erfolgen kann, in dem das jeweilige medizinische Instrument navigiert wird.

**[0004]** Die positionsgenaue Einblendung eines Abbildes eines medizinischen Instrumentes in Bildinformationen vom Körperinneren eines Lebewesens gestaltet sich jedoch dann schwierig, wenn sich der für die Intervention vorgesehene Gewebereich des Lebewesens bewegt. Dabei kann es sich um periodi-

sche Körpereigenbewegungen verursacht durch Herzschlag, Atmung oder Peristaltik des Gastrointestinaltrakts sowie um willkürliche oder unwillkürliche Bewegungen des Lebewesens handeln. Werden zur Navigation präoperativ gewonnene Bilder von dem Lebewesen verwendet, können derartige Bewegungen dazu führen, dass die in einem präoperativ gewonnenen Bild dargestellte Position eines medizinischen Instrumentes nicht der realen Position des medizinischen Instrumentes im Körper des Lebewesens entspricht.

**[0005]** L. Maier-Hein, D. Maleike, J. Neuhaus, A. Franz, I. Wolf and H.-P. Meinzer beschreiben in "Soft tissue navigation using needle-shaped markers: Evaluation of navigation aid tracking accuracy and CT registration"; Proceedings of SPIE – Volume 6509; Medical Imaging 2007: Visualization and Image-Guided Procedures, edited by Kevin R. Cleary, Michael I. Miga ein Verfahren, bei dem optisch erfassbare, naddelförmige Marker eines optischen Navigationssystems an einem Zielorgan angeordnet werden, um basierend auf den kontinuierlich ermittelten Positionen der Marker jeweils auf die Position eines Zielgebietes im Zielorgan zu schließen. Auf diese Weise kann die jeweils aktuelle Position eines bewegten Zielgebietes ermittelt und bei einer Navigation eines medizinischen Instrumentes berücksichtigt werden.

**[0006]** Nachteilig an diesem Verfahren ist jedoch, dass das Anordnen der Marker an dem Zielorgan zu meist in einem invasiven Eingriff erfolgen muss. Alternativ können zwar auch Marker eingesetzt werden, welche an der Körperoberfläche angeordnet werden. Bei diesem Verfahren können die Bewegungen bzw. Positionen des Zielorgans aber nur ungenau bestimmt werden.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art derart anzugeben, dass ein Abbild zumindest eines Teils eines medizinischen Instrumentes in einfacher Weise möglichst positionsgenau in Bildinformationen eines bewegten Körperbereichs, Gewebes oder Organs eines Lebewesens zur Unterstützung einer Navigation einblendbar ist.

**[0008]** Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung für einen medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes oder Organs eines Lebewesens nach Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren zur Korrektur von Bildinformationen bei einem medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes oder Organs eines Lebewesens nach Patentanspruch 10. Erfindungsgemäß weist ein zur zumindest teilweisen Einführung in den Körper des Lebewesens vorgesehene medizinisches Instrument im, an oder im Bereich seines distalen Endes wenigstens einen Sensor auf, welcher

zur Registrierung einer im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument wirkenden Kraft oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments angeordnet ist. Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass insbesondere auf das distale Ende eines medizinischen Instrumentes, welches im Zuge eines medizinischen Eingriffs beispielsweise in einem im Wesentlichen ruhenden Gefäß vorgeschoben wird, keine oder nur eine geringe seitliche bzw. laterale Kraft ausgeübt wird. Kommt es jedoch in Folge von Herzschlag, Atmung, Peristaltik oder auch aus anderen Gründen zu Bewegungen des Gefäßes stößt das distale Ende des medizinischen Instrumentes unter anderem infolge seiner Trägheit seitlich gegen die Gefäßwand, so dass auf das distale Ende des medizinischen Instrumentes eine Kraft lateral bzw. seitlich einwirkt. Folglich stellt das registrieren einer lateral wirkenden Kraft mit dem oberflächennahen oder an der Oberfläche des distalen Endes des medizinischen Instrumentes angeordneten Sensor ein Anzeichen für eine Bewegung des Gefäßes oder des Körperbereiches, des Gewebes oder des Organs, in dem sich das Gefäß befindet, dar. Diese lateral wirkende Kraft wird schließlich dazu verwendet, ein Abbild zumindest des distalen Endes des medizinischen Instrumentes im Wesentlichen positionsgenau in ein präoperativ gewonnenes 2D- oder 3D-Bild vom Körperinneren des Lebewesens einzublenden, da durch die Berücksichtigung der lateral wirkenden Kraft die Bewegung des Gefäßes bei der Einblendung des Abbildes berücksichtigt wird. Unter einem Abbild des distalen Endes ist dabei nicht notwendigerweise ein originalgetreues Abbild zu verstehen. Vielmehr kann es sich bei einem Abbild auch nur um eine Kennzeichnung der Position, Lage und/oder Orientierung des distalen Endes des medizinischen Instrumentes durch ein Kreuz, einen Pfeil, ein Geradenstück etc. handeln.

**[0009]** Eine mit dem wenigstens einen Sensor verbundene Messvorrichtung registriert, misst und/oder quantifiziert dabei eine lateral auf das medizinische Instrument wirkende Kraft. In der Regel sind alle Sensoren des distalen Endes des medizinischen Instrumentes mit der Messvorrichtung verbunden, welche wenigstens eine lateral wirkende Kraft misst und basierend auf einer Kalibrierung quantifiziert. Bei der Kalibrierung kann beispielsweise eine Tabelle aufgestellt werden, aus der basierend auf einem oder mehreren gemessenen Sensorsignalen die Größe und/oder die Richtung der Kraft entnommen werden kann.

**[0010]** Eine Recheneinrichtung ermittelt basierend auf wenigstens einer mit der Messvorrichtung registrierten und/oder ermittelten, lateral auf das medizinische Instrument wirkenden Kraft, welche in Folge einer Bewegung des Körperbereichs, Gewebes oder Organs des Lebewesens, in dessen Körper das medizinische Instrument eingeführt ist, auf das distale

Ende des medizinischen Instrumentes ausgeübt wird, diejenige Verschiebungsstrecke und/oder Verschiebungsrichtung, die ein präoperativ erzeugtes Bild vom Körperinneren des Lebewesens und ein zu einer aktuell ermittelten Position des distalen Endes des medizinischen Instrumentes gehöriges Abbild relativ zueinander verschoben werden müssen, damit das Abbild bzw. die Position zumindest des distalen Endes des medizinischen Instrumentes im Wesentlichen korrekt in das präoperativ erzeugte Bild eingeblendet wird. Eine verhältnismäßig große Kraft führt dabei zu einer größeren Verschiebung als eine verhältnismäßig kleine Kraft. Die Recheneinrichtung muss dabei keine gesondert ausgeführte Recheneinrichtung, sondern kann die Messvorrichtung oder auch ein Bildrechner sein. Die positionsgenaue Einblendung des Abbildes kann derart erfolgen, dass basierend auf der ermittelten Verschiebungsstrecke und/oder Verschiebungsrichtung die Lage des Bildes vom Körperinneren des Lebewesens relativ zu der Lage des Abbildes des distalen Endes des medizinischen Instruments oder die Lage des Abbildes des distalen Endes des medizinischen Instruments relativ zu der Lage des Bildes vom Körperinneren des Lebewesens oder sowohl die Lage des Bildes vom Körperinneren des Lebewesens als auch die Lage des Abbildes des distalen Endes des medizinischen Instruments relativ zueinander verschoben werden.

**[0011]** In der EP 1 491 139 A2 ist ein Katheter beschrieben, der auch Elemente zur Ermittlung einer auf den Katheter ausgeübten Kraft aufweist. Der Katheter weist ein Positionsermittlungselement, welches drei Spulen zur Ortung des Positionsermittlungselementes in mit Feldgeneratoren erzeugten magnetischen Feldern umfasst, und einen Biegesensor auf, der drei piezoelektrische Elemente zur Ermittlung der Biegung bzw. des Verlaufes eines nachgiebigen Bauteils des Katheters aus einer auf die piezoelektrischen Elemente ausgeübten Biegekraft umfasst.

**[0012]** In der WO 2007/015139 A2 und der US 2008/0009750 A1 ist jeweils ein Katheter beschrieben, dessen distales Ende durch den Kontakt mit Gewebe gestaucht und gebogen wird. Der Katheter weist in seinem distalen Ende Lichtleiter umfassende Sensoren auf, die die Stauchung und Biegung registrieren und daraus eine Kontaktkraft ermitteln, um beispielsweise immer dann eine Therapie am Gewebe durchzuführen, wenn die Kontaktkraft oberhalb eines Schwellenwertes liegt.

**[0013]** Nach einer Variante der Erfindung sind wenigstens zwei, vorzugsweise sogar vier Sensoren zur Registrierung von wenigstens einer lateral auf das medizinische Instrument wirkenden Kraft oberflächennah oder an der Oberfläche des distalen Endes des medizinischen Instrumentes in Bezug auf eine Schnittebene des Instrumentes im Wesentlichen or-

thogonal relativ zueinander versetzt angeordnet sind. Auf diese Weise kann verhältnismäßig zielsicher eine lateral auf das distale Ende des medizinischen Instrumentes wirkende Kraft registriert bzw. gemessen werden.

**[0014]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung weist ein am bzw. im distalen Ende des medizinischen Instrumentes angeordneter Sensor wenigstens einen Dehnungsmessstreifen zur Registrierung einer Kraft auf.

**[0015]** Bei dem medizinischen Instrument handelt es sich vorzugsweise um einen Katheter.

**[0016]** Nach einer weiteren Variante der Erfindung weist die Vorrichtung ein Positionserfassungssystem zur Ermittlung der Position zumindest des distalen Endes des medizinischen Instrumentes im Raum auf, um zumindest ein Abbild des distalen Endes des medizinischen Instrumentes in ein Bild vom Körperinneren eines Lebewesens einblenden zu können. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Positionserfassungssystem um ein elektromagnetisches Positionserfassungssystem, wobei im distalen Ende des medizinischen Instrumentes wenigstens eine Spule zur Positionsbestimmung zumindest des distalen Endes des medizinischen Instrumentes angeordnet ist.

**[0017]** Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung einen Bildrechner aufweist, mit dem wenigstens ein präoperativ erzeugtes Bild des Körperinneren des Lebewesens unter Einblendung zumindest eines Abbildes des distalen Endes des medizinischen Instrumentes in das präoperativ erzeugte Bild des Körperinneren des Lebewesens auf einem Sichtgerät darstellbar ist, wobei die Position zumindest des distalen Endes des medizinischen Instrumentes im Körperinneren des Lebewesens mit dem Positionserfassungssystem ermittelt wird.

**[0018]** Nach einer Variante der Erfindung ermittelt die Recheneinrichtung wenigstens einen von wenigstens einem Sensor gemessenen Verlauf einer lateral auf das medizinische Instrument wirkenden Kraft über der Zeit und nimmt eine Filterung vor, um einen periodisch auftretenden Kraftanteil von einem nicht-periodisch auftretenden Kraftanteil zu trennen. Die Recheneinrichtung muss dabei keine gesondert ausgeführte Recheneinrichtung, sondern kann wiederum die Messvorrichtung oder auch der Bildrechner sein. Diese Variante der Erfindung geht von der Überlegung aus, dass nicht nur durch Gefäßbewegungen, sondern auch durch den Vorschub des medizinischen Instrumentes beispielsweise bei einer Biegung des Gefäßes eine lateral wirkende Kraft auf das distale Ende des medizinischen Instrumentes ausgeübt wird. Hierbei handelt es sich um eine nicht-periodisch auftretende Kraft, welche dem Vorschub des medizinischen Instrumentes zuzurechnen

ist und nicht zur Korrektur der Bildinformationen benötigt wird. Daher werden nach der vorliegenden Variante der Erfindung periodisch auftretende Kraftanteile von nicht-periodisch auftretenden Kraftanteilen getrennt.

**[0019]** Nach einer weiteren Variante der Erfindung wird nur der oder werden nur die periodisch auftretenden Kraftanteile zur Ermittlung der Verschiebungsstrecke und/oder der Verschiebungsrichtung herangezogen, welche einer Atembewegung, einem Herzschlag oder einer anderen regelmäßigen Körperfunktion zuzuordnen sind.

**[0020]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

**[0021]** [Fig. 1](#) ein mit einem Katheter versehenes Gefäß und eine Bilddarstellung des Gefäßes,

**[0022]** [Fig. 2](#) eine vergrößerte Darstellung des Katheters aus [Fig. 1](#),

**[0023]** [Fig. 3](#) eine Schnittansicht des Katheters aus [Fig. 2](#) in Richtung der Pfeile III aus [Fig. 2](#) und

**[0024]** [Fig. 4](#) eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung einer Katheternavigation.

**[0025]** In [Fig. 1](#) ist ein Gefäß **1** im Körper eines schematisch dargestellten Patienten P gezeigt, welches sich im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels in unmittelbarer Nachbarschaft zum Herzen H des Patienten P befindet und aufgrund des Herzschlages des Herzens H eine periodische Bewegung vollzieht.

**[0026]** In dem Gefäß **1** soll ein Katheter **2** zu einem nicht näher dargestellten Zielbereich navigiert werden. Um dies bewerkstelligen zu können, wurde vor der Katheternavigation, also präoperativ ein Bilddatensatz von dem das Gefäß **1** aufweisenden Körperbereich ohne Anwesenheit des Katheters **2** gewonnen. Bei dem Bilddatensatz kann es sich um einen 2D- oder 3D-Bilddatensatz handeln, welcher mit einer Röntgeneinrichtung, z. B. einem C-Bogen-Röntgengerät oder einem Computertomographen, einem Magnetresonanzgerät, einem Ultraschallgerät etc. gewonnen wurde. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels der Erfindung wurde ein 3D-Bilddatensatz gewonnen, aus dem mit einem Bildrechner **3** (vgl. [Fig. 4](#)) ein 3D-Bild des Gefäßes **1** erzeugt wurde, welches auf einem Sichtgerät **4** dargestellt ist.

**[0027]** Um zur Unterstützung der Katheternavigation jeweils ein Abbild des Katheters **2** in das präoperativ erzeugte 3D-Bild des Gefäßes **1** einblenden zu können, ist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ein elektromagnetisches Navigationssystem

tem 5 vorgesehen, welches in [Fig. 4](#) schematisch dargestellt ist. Das elektromagnetische Navigationssystem 5 umfasst im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Steuer- und Recheneinheit 6, an die ein Transmitter oder Feldgenerator 7 zur Erzeugung eines alternierenden elektromagnetischen Feldes angeschlossen ist. Der Feldgenerator 7 ist hierzu in der Nähe des Gefäßes 1 des Patienten P angeordnet. Des Weiteren umfasst das Navigationssystem 5 kleine, an sich bekannte Spulen, welche in oder an dem distalen Ende des Katheters 2 angeordnet und mit der Steuer- und Recheneinheit 6 mittels in einem Kabel 8 zusammengefasster Leitungen verbunden sind. Eine vergrößerte Darstellung des Katheters 2, insbesondere des distalen Endes 9 des Katheters 2 ist in [Fig. 2](#) dargestellt. In [Fig. 2](#) sind auch die Spulen 10 schematisch dargestellt. Das elektromagnetische Feld des Feldgenerators 7 induziert Spannungen in den kleinen Spulen 10 des Katheters 2, die mit der Steuer- und Recheneinheit 6 gemessen und jeweils dazu verwendet werden, die Position und Orientierung zumindest des distalen Endes 9 des Katheters 2 in einem dem Navigationssystem 5 zugeordneten Koordinatensystem zu ermitteln.

**[0028]** Zur Einblendung eines Abbildes zumindest des distalen Endes 9 des Katheters 2 in das 3D-Bild des Gefäßes 1 und somit zur Unterstützung der Katheternavigation sind das Patienten- oder Bildkoordinatensystem und das Koordinatensystem des Navigationssystems, in dem die Raumkoordinaten des distalen Endes 9 des Katheters 2 bestimmt werden, in an sich bekannter Weise miteinander registriert. Im Zuge der Katheternavigation stellt die Steuer- und Recheneinheit 6 dem Bildrechner 3 jeweils die Positionsdaten des distalen Endes 9 des Katheters 2 zur Verfügung, so dass mit Hilfe des Bildrechners 3 ein Abbild des distalen Endes 9 des Katheters 2 in das 3D-Bild des Gefäßes 1 eingeblendet werden kann.

**[0029]** In Folge der Bewegung des Gefäßes 1 kommt es jedoch zu der in [Fig. 1](#) auf dem Sichtgerät 4 dargestellten Situation, dass aufgrund des für die Navigation verwendeten präoperativ erzeugten, die Bewegung des Gefäßes 1 nicht berücksichtigenden 3D-Bildes und aufgrund von aktuell mit dem Positionserfassungssystem ermittelter, die Bewegung des distalen Endes 9 des Katheters 2 berücksichtigender Positionsdaten das Abbild 11 des distalen Endes 9 des Katheters 2 in Abhängigkeit von der Bewegung innerhalb und außerhalb des Gefäßes 1 dargestellt wird, was für einen den minimal-invasiven medizinischen Eingriff anhand des 3D-Bildes vornehmenden Arzt unerwünscht ist, da er den genauen Aufenthaltsort des distalen Endes 9 des Katheters 2 nicht kennt und somit Gefahr läuft, ungewollt das Gefäß 1 bzw. die Gefäßwand zu perforieren. Das Abbild 11 kann dabei auch durch eine räumliche Gerade 11 dargestellt werden, um die Lage und Orientierung des distalen Endes 9 zu veranschaulichen.

**[0030]** Erfindungsgemäß ist das distale Ende 9 des Katheters 2 im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels daher mit vier Sensoren 12 zur Registrierung und Messung einer lateral auf das distale Ende 9 wirkenden Kraft versehen. Jeder der vier Sensoren weist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels einen Dehnungsmessstreifen zur Kraftmessung auf und ist an der Oberfläche des distalen Endes 9 des Katheters 2 angeordnet. Wie der [Fig. 3](#) entnommen werden kann, sind die vier Sensoren 12 in Bezug auf die Schnittebene, die senkrecht zur Mittelachse M des Katheters 2 liegt, im Wesentlichen orthogonal relativ zueinander versetzt an der Oberfläche des distalen Endes 9 angeordnet. Die Sensoren 12 sind mit einer als Messvorrichtung 13 betriebenen Recheneinrichtung verbunden, welche eine auf das distale Ende 9 wirkende, mit wenigstens einem der Sensoren 12 registrierte Kraft misst und basierend auf einer vorgenommenen Kalibrierung quantifiziert und ggf. deren Richtung ermittelt.

**[0031]** Wird der Katheter 2 im Zuge der Navigation im Gefäß 1 vorgeschoben, so erfolgt ein Vorschub in der Mitte des Gefäßes 1 im Wesentlichen ohne laterale Kraftereinwirkung auf das distale Ende 9 des Katheters 2. In Folge der Bewegungen des Gefäßes 1 wird das distale Ende 9 jedoch unter anderem aufgrund seiner Massenträgheit gegen die Gefäßwand gedrückt, so dass eine laterale Kraft auf das distale Ende 9 ausgeübt wird, welche mit wenigstens einem der Sensoren 12 und der Messvorrichtung gemessen wird. Diese Kraft ist ein Maß für die Abweichung der aktuellen Lage des Gefäßes 1 im Körper des Patienten P von der Lage, wie sie in dem auf dem Sichtgerät dargestellten 3D-Bild gezeigt ist. Basierend auf einer zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelten und quantifizierten, lateral auf das distale Ende 9 wirkenden Kraft kann die kalibrierte Messvorrichtung 13 aus der Größe und Richtung der Kraft diejenige Verschiebungsstrecke und Verschiebungsrichtung ermitteln, die das 3D-Bild des Gefäßes 1 und das zu einer im Wesentlichen zum gleichen Zeitpunkt ermittelten Position des distalen Endes 9 gehörige Abbild 11 relativ zueinander verschobene werden müssen, damit die Position, Lage und/oder Orientierung des distalen Endes 9 des Katheters 2 im Wesentlichen korrekt in das 3D-Bild eingeblendet wird. Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung der Verschiebungsstrecke und Verschiebungsrichtung durch die Messvorrichtung 13 also auch unter Berücksichtigung bzw. basierend auf der zu im Wesentlichen dem gleichen Zeitpunkt wie die Kraftmessung mit dem Positionserfassungssystem ermittelten Position, Lage und/oder Orientierung des distalen Endes 9 des Katheters 2. Die Verschiebungsstrecke und Verschiebungsrichtung werden schließlich dem Bildrechner 3 zugeführt, der die entsprechende Verschiebung des 3D-Bildes des Gefäßes 1 vornimmt.

**[0032]** Nach einer Ausführungsform der Erfindung

misst bzw. ermittelt die Messvorrichtung **13** den zeitlichen Verlauf einer lateral auf das distale Ende **9** wirkenden Kraft und übermittelt diesen an eine Recheneinrichtung **14**, die eine Filterung vornimmt, um einen periodisch auftretenden Kraftanteil von einem nicht-periodisch auftretenden Kraftanteil zu trennen. Der nicht-periodisch auftretende Kraftanteil wird dabei dem gewöhnlichen Vorschub des Katheters **2** im Gefäß **1** zugeordnet, der nicht zur Korrektur des 3D-Bildes verwendet wird. Eine solche nicht-periodisch auftretende Kraft ergibt sich beispielsweise an Biegungen des Gefäßes.

**[0033]** Der periodisch auftretende und somit einer periodischen Bewegung zuzuordnende Kraftanteil wird hingegen an den Bildrechner **3** zur entsprechenden Verschiebung des 3D-Bildes zugeführt. Auf diese Weise kann ein Abbild **11** des distalen Endes **9** des Katheters **2** trotz Bewegungen des Gefäßes **1** im Wesentlichen korrekt in das 3D-Bild des Gefäßes **1** eingeblendet werden, was einem Arzt den medizinischen Eingriff deutlich erleichtert.

**[0034]** Im Unterschied zu dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann das distale Ende **9** auch weniger oder mehr Sensoren **12** aufweisen. Anstelle von Sensoren **12** mit einem Dehnungsmessstreifen kann das distale Ende **9** auch Beschleunigungssensoren aufweisen.

**[0035]** Das Positionserfassungssystem muss nicht notwendigerweise ein elektromagnetisches, sondern kann z. B. auch ein auf Basis akustischer Wellen arbeitendes Positionserfassungssystem sein.

**[0036]** Des Weiteren muss das medizinische Instrument kein Katheter, sondern kann auch eine Biopsienadel, ein Stent etc. sein.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung für einen medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes (**1**) oder Organs eines Lebewesens (P), aufweisend  
 – ein zur zumindest teilweisen Einführung in den Körper des Lebewesens (P) vorgesehenes medizinisches Instrument (**2**) mit einem distalen Ende (**9**), bei dem im, am oder im Bereich des distalen Endes (**9**) wenigstens ein Sensor (**12**) zur Registrierung einer im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument (**2**) wirkenden Kraft oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments (**2**) angeordnet ist,  
 – eine mit dem wenigstens einen Sensor (**12**) verbundene Messvorrichtung (**13**), welche die im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument (**2**) wirkende Kraft registriert und/oder quantifiziert und  
 – eine Recheneinrichtung (**14**), mit der basierend auf wenigstens der einen mit der Messvorrichtung (**13**)

registrierten und/oder ermittelten, im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument (**2**) wirkenden Kraft, welche in Folge einer Bewegung des Körperbereichs, Gewebes (**1**) oder Organs des Lebewesens (P), in dessen Körper das medizinische Instrument (**2**) eingeführt ist, auf das distale Ende (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) ausgeübt wird, diejenige Verschiebungsstrecke und/oder Verschiebungsrichtung ermittelt wird, die ein präoperativ erzeugtes Bild vom Körperinneren des Lebewesens (P) und ein zu einer aktuell ermittelten Position des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) gehöriges Abbild (**11**) relativ zueinander verschoben werden müssen, damit das Abbild (**11**) zumindest des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) im Wesentlichen korrekt in das präoperativ erzeugte Bild eingeblendet wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der wenigstens zwei Sensoren (**12**) zur Registrierung der wenigstens einen im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument (**2**) wirkenden Kraft oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments (**2**) in Bezug auf eine Schnittebene des Instrumentes (**2**) im Wesentlichen orthogonal relativ zueinander versetzt angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der wenigstens eine Sensor (**12**) wenigstens einen Dehnungsmessstreifen aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das medizinische Instrument ein Katheter (**2**) ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welche ein Positionserfassungssystem (**5**) zur Ermittlung der Position zumindest des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) im Raum aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der das Positionserfassungssystem ein elektromagnetisches Positionserfassungssystem (**5**) ist, und bei der im distalen Ende (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) wenigstens eine Spule (**10**) zur Positionsbestimmung zumindest des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, welche einen Bildrechner (**3**) aufweist, mit dem wenigstens ein präoperativ erzeugtes Bild des Körperinneren des Lebewesens (P) unter Einblendung zumindest eines Abbildes (**11**) des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) in das Bild des Körperinneren des Lebewesens (P) darstellbar ist, und bei der die Position zumindest des distalen Endes (**9**) des medizinischen Instrumentes (**2**) im Körperinneren des Lebewesens (P) mit dem Positionserfassungssystem (**5**) ermittelt wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Recheneinrichtung **(14)** wenigstens einen von dem wenigstens einen Sensor **(12)** gemessenen Verlauf der im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkenden Kraft über der Zeit ermittelt und eine Filterung vornimmt, um einen periodisch auftretenden Kraftanteil von einem nicht-periodisch auftretenden Kraftanteil zu trennen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der der periodisch auftretende Kraftanteil zur Ermittlung der Verschiebungsstrecke und/oder der Verschiebungsrichtung herangezogen wird.

10. Verfahren zur Korrektur von Bildinformationen bei einem medizinischen Eingriff an oder im Bereich eines bewegten Körperbereichs, Gewebes **(1)** oder Organs eines Lebewesens **(P)**, bei dem – ein medizinisches Instrument **(2)** zumindest teilweise in den Körper des Lebewesens **(P)** eingeführt ist, welches medizinische Instrument **(2)** in, an oder im Bereich seines distalen Endes **(9)** oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments **(2)** wenigstens einen Sensor **(12)** aufweist, mit dem eine im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkende Kraft registriert wird, – die im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkende Kraft mit einer mit dem wenigstens einen Sensor **(12)** verbundenen Messvorrichtung **(13)** registriert und/oder quantifiziert wird, und – bei dem basierend auf wenigstens der einen mit der Messvorrichtung **(13)** registrierten und/oder ermittelten, im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkenden Kraft, welche in Folge einer Bewegung des Körperbereichs, Gewebes **(1)** oder Organs des Lebewesens **(P)**, in dessen Körper das medizinische Instrument **(2)** eingeführt ist, auf das distale Ende **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** ausgeübt wird, diejenige Verschiebungsstrecke und/oder Verschiebungsrichtung ermittelt wird, die ein präoperativ erzeugtes Bild vom Körperinneren des Lebewesens **(P)** und ein zu einer aktuell ermittelten Position des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** gehöriges Abbild **(11)** relativ zueinander verschoben werden müssen, damit das Abbild **(11)** zumindest des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** im Wesentlichen korrekt in das präoperativ erzeugte Bild eingeblendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem mit wenigstens zwei Sensoren **(12)** die wenigstens eine im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkende Kraft registriert wird, welche wenigstens zwei Sensoren **(12)** oberflächennah oder an der Oberfläche des medizinischen Instruments **(2)** in Bezug auf eine Schnittebene des Instrumentes **(2)** im Wesentlichen orthogonal relativ zueinander versetzt angeordnet sind.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei

dem der wenigstens eine Sensor **(12)** wenigstens einen Dehnungsmessstreifen aufweist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei dem das medizinische Instrument ein Katheter **(2)** ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei dem die Position zumindest des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** mit einem Positionserfassungssystem **(5)** im Raum ermittelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem das Positionserfassungssystem ein elektromagnetisches Positionserfassungssystem **(5)** ist, und bei dem im distalen Ende **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** wenigstens eine Spule **(10)** zur Positionsbestimmung zumindest des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** angeordnet ist.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei dem mit Hilfe eines Bildrechners **(3)** wenigstens ein präoperativ erzeugtes Bild des Körperinneren des Lebewesens **(P)** unter Einblendung zumindest eines Abbildes **(11)** des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** in das Bild des Körperinneren des Lebewesens **(P)** dargestellt wird, und bei dem die Position zumindest des distalen Endes **(9)** des medizinischen Instrumentes **(2)** im Körperinneren des Lebewesens **(P)** mit dem Positionserfassungssystem **(5)** ermittelt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, bei dem wenigstens ein von dem wenigstens einen Sensor **(12)** gemessener Verlauf der im Wesentlichen lateral auf das medizinische Instrument **(2)** wirkenden Kraft über der Zeit ermittelt und eine Filterung vorgenommen wird, wobei ein periodisch auftretender Kraftanteil von einem nicht-periodisch auftretenden Kraftanteil getrennt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem der periodisch auftretende Kraftanteil zur Ermittlung der Verschiebungsstrecke und/oder der Verschiebungsrichtung herangezogen wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

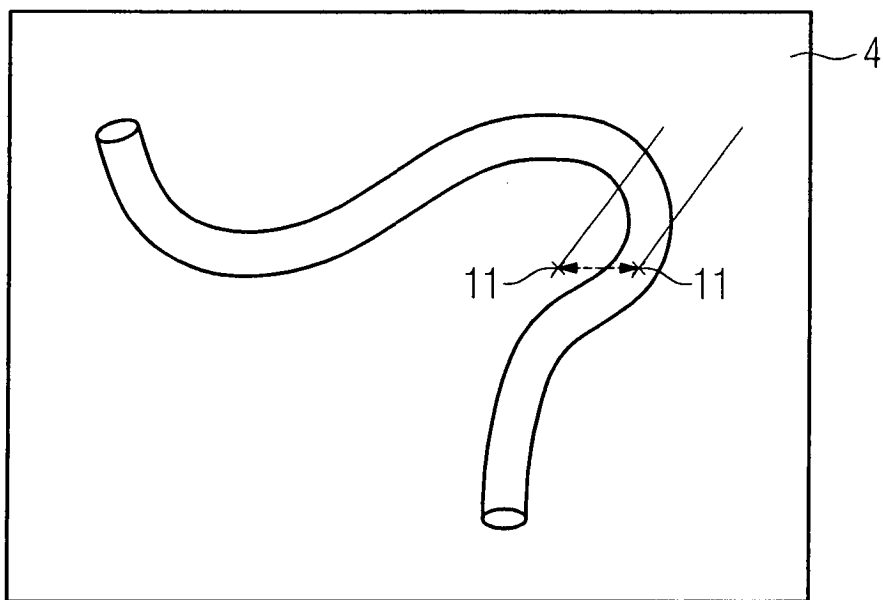
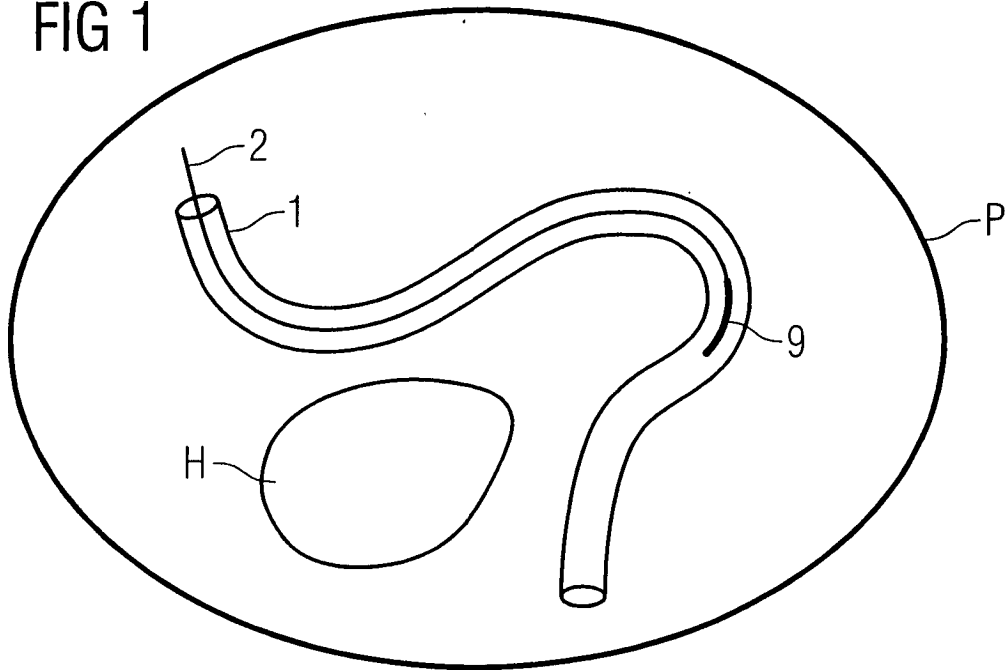




FIG 2

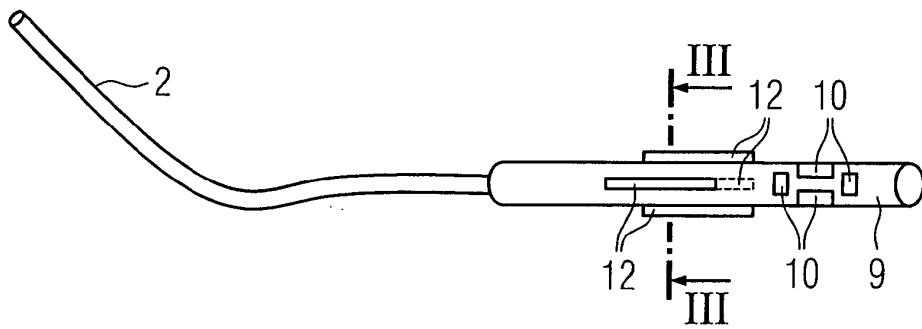


FIG 3

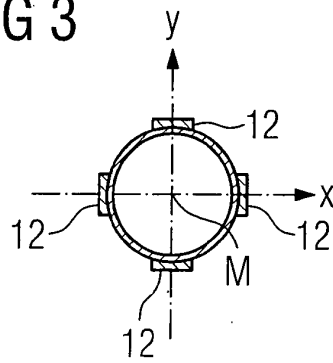


FIG 4

