



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 040 049 A1** 2007.03.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 040 049.3**

(22) Anmeldetag: **24.08.2005**

(43) Offenlegungstag: **01.03.2007**

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

**A61B 6/03** (2006.01)

**A61B 5/055** (2006.01)

**A61B 10/00** (2006.01)

**G06T 17/00** (2006.01)

**A61M 25/095** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:

**Graumann, Rainer, Dr., 91315 Höchstadt, DE**

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

**DE 199 63 440 A1**

**DE 103 22 738 A1**

**DE 102 10 647 A1**

**US2003/01 09 779 A1**

**US2002/00 45 817 A1**

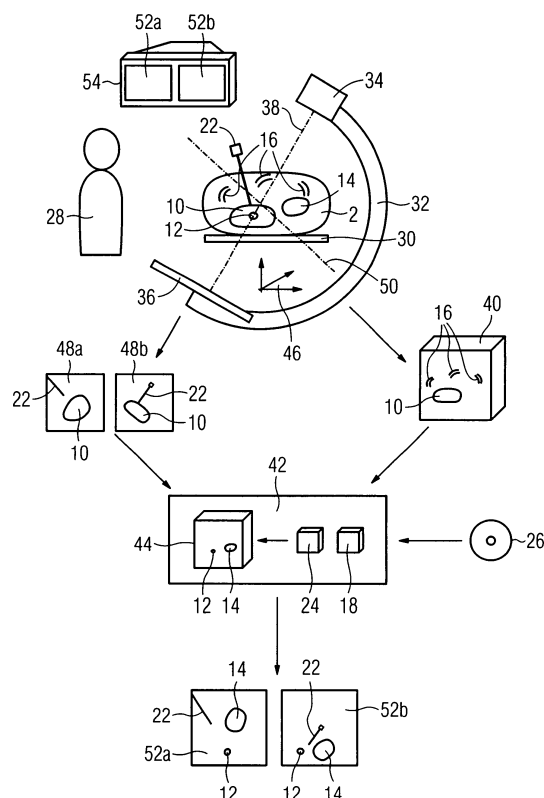
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur Darstellung eines chirurgischen Instruments während dessen Platzierung in einem Patienten bei einer Behandlung**

(57) Zusammenfassung: In einem Verfahren zur Darstellung eines chirurgischen Instruments (22) während dessen Platzierung in einem Patienten (2) werden vor der Behandlung erste 3-D-Bilddaten (18) vom Patienten (2) erzeugt und in diesen eine relevante Körperstruktur (12, 14) identifiziert, während der Behandlung werden zweite 3-D-Bilddaten (40) vom Patienten erzeugt, die Körperstruktur (12, 14) und die zweiten 3-D-Bilddaten (40) werden ortsrichtig einander zugeordnet, während der Platzierung des Instruments (22) werden mindestens zwei Röntgenbilder (48a, b) aus jeweils verschiedenen Blickrichtungen (38, 50) erzeugt, und das Instrument (22) und die Körperstruktur (12, 14) werden einander ortsrichtig zugeordnet, und zumindest das Instrument (22) und die Körperstruktur (12, 14) werden in einem gemeinsamen Bild (52a, b) dargestellt.

Eine entsprechende Einrichtung enthält eine Schnittstelle (26) zum Einlesen von vor der Behandlung erzeugten ersten 3-D-Bilddaten (18) und ein Röntgensystem (32) zur Erzeugung zweiter 3-D-Bilddaten (40) und mindestens zweier Röntgenbilder (48a, b) vom Patienten (2) während der Behandlung und eine Auswerteeinheit (20, 42) zur Identifizierung der Körperstruktur (12, 14) in den ersten 3-D-Bilddaten (18) und zur ortsrichtigen Zuordnung der einzelnen Bilddaten und des Instruments zueinander und eine Anzeigeeinheit (54) zur Darstellung von zumindest dem Instrument (22) und der Körperstruktur (12, 14) in einem gemeinsamen Bild (52a, b).



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Darstellung eines chirurgischen Instruments während dessen Platzierung in einem Patienten bei einer Behandlung.

## Stand der Technik

**[0002]** Sowohl in der medizinischen Diagnose als auch der Therapie bzw. Behandlung von Patienten, in der Regel lebenden Menschen oder Tieren, nimmt der Einsatz minimalinvasiver bzw. nichtinvasiver Verfahren stets zu. Hierbei werden chirurgische Instrumente in den Körper des Patienten eingeführt. Chirurgische Instrumente können beispielsweise Biopsienadeln, HF-Ablationsnadeln, Drainageröhrchen, Bohrer, Schrauben usw. sein. Dadurch, daß der Körper des Patienten nicht, wie z.B. bei herkömmlichen Operationen, weit geöffnet wird, ist dem Arzt oder Bedienenden des Instruments die Sicht auf das medizinische bzw. chirurgische Instrument bzw. dessen entscheidenden Teil, z.B. dessen Behandlungsspitze, verwehrt. Dieses Problem kann selten auch bei herkömmlichen Behandlungsformen auftreten, bei denen aus anderen Gründen die Sicht auf das Instrument, das Behandlungsgebiet oder andere interessierende Körperregionen des Patienten verwehrt ist, welche jedoch für die Diagnose bzw. Therapie sichtbar gemacht werden sollten.

**[0003]** Da in all diesen Fällen die direkte Sicht auf die entsprechenden Instrumente verwehrt ist, ist eine medizinische Bildgebung notwendig. Nur so kann eine zielsichere und schonende Platzierung des entsprechenden Instruments stattfinden. Unter Platzierung ist hierbei sowohl die Platzierung im Zielgebiet, also z.B. das genaue Punktieren eines Tumors, als auch die generelle Führung der Instrumente gemeint. Die Führung des Instruments zum Zielgebiet sollen nämlich möglichst patientenschonend ausgeführt werden, d.h. Risikostrukturen, wie andere Organe, empfindliches Gewebe, etc. sollen z.B. umgangen oder wo wenig wie möglich geschädigt werden.

**[0004]** Durch die Bildgebung, welche idealerweise nach Art einer dauerhaften Bildgebung entsprechend einer Fernsehkamera – auch Online-Bildgebung genannt, durchgeführt wird, kann der behandelnde Arzt die Platzierung des Instruments in Echtzeit z.B. auf einem Monitor verfolgen.

**[0005]** Heute werden zu einer derartigen Bildgebung hauptsächlich Computertomographie, 2D-Fluoroskopie und Ultraschall verwendet.

**[0006]** Die klassische 2D-Fluoroskopie weist hierbei den Nachteil auf, dass diese wenig oder gar keinen Weichteilkontrast liefert. Auf derartigen Fluoroskopiebildern sind also nur Knochenstrukturen zu erken-

nen, jedoch kaum oder keine Risikostrukturen in Form von Organen oder Gewebe, die durch das chirurgische Instrument verletzt werden könnten.

**[0007]** Bei Ultraschallbildgebung tritt alternativ oder zusätzlich das Problem auf, dass sowohl die generelle Erkennbarkeit von Körperstrukturen – also z.B. Ziel- und Risikostruktur – im Patienten als auch deren bildhafte Darstellung äußerst schwierig und benutzerabhängig ist. Sowohl die Aufnahme als auch die Interpretation von Ultraschallbildern zum oben genannten Zweck erfordert nämlich vom Benutzer ein großes Maß an Erfahrung und Können. Der Vorteil der entsprechenden Verfahren liegt jedoch in der sehr guten Patientenzugänglichkeit und der einfachen und kostengünstigen Handhabbarkeit der Verfahren bzw. hierzu notwendigen Einrichtungen.

**[0008]** Um die Nachteile von 2D-Fluoroskopie und Ultraschall auszuräumen, ist es auch bekannt, während der Platzierung des chirurgischen Instruments, also z.B. intraoperativ, Computertomographien durchzuführen. Dies wird derzeit durch einen stationären Computertomographen bewerkstelligt. Entscheidender Nachteil ist hierbei, dass der Patient zur Bildgebung in die enge Röhre des Computertomographen eingefahren werden muss. Die Patientenzugänglichkeit ist hierbei deutlich eingeschränkt. Für die Instrumenteneinführung steht oft keiner oder zu wenig Platz zur Verfügung, so dass der Patient häufig in den Computertomographen bzw. aus diesem herausgefahren werden muss. Dies ist wiederum sehr zeitaufwendig und darüber hinaus wegen der hohen Anschaffungs- und Betriebskosten eines derartigen Computertomographen kostenintensiv. Die Flexibilität beim Einsatz eines Computertomographen ist z.B. wegen des oben genannten Patientenzugangs etc. stark eingeschränkt. Vorteil bei der Benutzung eines Computertomographen ist jedoch die gute Bildqualität, insbesondere beim Weichteilkontrast und die kurzen Messzeiten zur Gewinnung der Bildinformation, z.B. bei der CT-Fluoroskopie.

## Aufgabenstellung

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein entsprechendes Verfahren und eine Einrichtung zur Darstellung eines chirurgischen Instruments während dessen Platzierung in einem Patienten bei einer Behandlung zu verbessern.

**[0010]** Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Darstellung eines chirurgischen Instruments während dessen Platzierung in einem Patienten bei einer Behandlung, mit folgenden Schritten:

a) vor der Behandlung werden erste 3D-Bilddaten vom Patienten erzeugt, die zumindest eine für die Platzierung relevante Körperstruktur des Patienten darstellen,

- b) in den ersten 3D-Bilddaten wird die Körperstruktur identifiziert,
- c) während der Behandlung werden mit einem Röntgensystem zweite 3D-Bilddaten vom Patienten erzeugt, die zumindest eine ortsrichtige Zuordnung der zweiten zu den ersten 3D-Bilddaten ermöglichen,
- d) die Körperstruktur und die zweiten 3D-Bilddaten werden ortsrichtig einander zugeordnet
- e) während der Platzierung des Instruments mit dem Röntgensystem werden mindestens zwei Röntgenbilder des Patienten mit dem Instrument aus jeweils verschiedenen Blickrichtungen in bekannter Relativposition zu den zweiten 3D-Bilddaten erzeugt,
- f) das Instrument und die Körperstruktur werden anhand der bekannten Relativposition und der zweiten 3D-Bilddaten einander ortsrichtig zugeordnet, und zumindest das Instrument und die Körperstruktur werden in einem gemeinsamen Bild dargestellt.

**[0011]** Zunächst werden also in Schritt a) vom Patienten erste 3D-Bilddaten erzeugt. Der erste Zeitpunkt ist hierbei so gewählt, daß es noch nicht entscheidend ist, wie gut Patientenzugang etc. sind. Deshalb wird hier ein Bildgebungsverfahren gewählt, welches bestmögliche Resultate bei der Bildgebung erzielt, um entsprechende, nämlich für die Platzierung relevante Körperstrukturen des Patienten darzustellen. Wie oben erwähnt, sind derartige Körperstrukturen z.B. Organe, Knochen, Gewebe oder ähnliches, in welchem das Instrument zu platzieren ist oder welche während der Behandlung anderweitig relevant sind. Z.B. muss es bei der Benutzung von Biopsienadeln unbedingt vermieden werden, ein gesundes Organ des Patienten zu schädigen. In diesem Falle wäre dieses Organ und das Zielgebiet im Patienten für die Platzierung der Biopsienadel als chirurgischem Instrument relevante Körperstrukturen.

**[0012]** Behandlung kann in diesem Zusammenhang auch eine Diagnose oder ähnliches sein.

**[0013]** In den hochqualitativen ersten 3D-Bilddaten wird deshalb die Körperstruktur identifiziert, d.h. z.B. deren Größe oder Lage oder Form ermittelt, und z.B. in den ersten 3D-Bilddaten besonders farblich oder kontrastreich für einen Betrachter hervorgehoben. Man spricht hier auch allgemein von einer Segmentierung der betreffenden Körperstruktur.

**[0014]** Während der Behandlung wird nun erfindungsgemäß ein Röntgensystem eingesetzt, welches zweite 3D-Bilddaten vom Patienten erzeugt. Hierbei wird dann ein entsprechend kostengünstiges, einen guten Patientenzugang bietendes Röntgensystem benutzt, welches zwar unter Umständen nicht oder nur schlecht in der Lage ist, die betreffenden Körperstrukturen zu identifizieren, jedoch zumindest

eine ortsrichtige Zuordnung der zweiten zu den ersten 3D-Bilddaten ermöglicht.

**[0015]** Die Lage der zweiten 3D-Bilddaten zum Röntgensystem ist naturgemäß bekannt, z.B. aufgrund der entsprechenden Kalibrierung, Justierung von entsprechenden Projektionsmatrizen etc., welche dem Röntgensystem eigen sind. Im Koordinatensystem des Röntgensystems, welches üblicherweise im Behandlungsraum, in welchem die Behandlung des Patienten durchgeführt wird, ruht, sind somit die Ortskoordinaten der zweiten 3D-Bilddaten, auch z.B. bezüglich des Patienten, bekannt. Durch die ortsrichtige Zuordnung sind auch die Ortskoordinaten der ersten 3D-Bilddaten im aktuell, also während der Behandlung gültigen Koordinatensystem bekannt und damit die Ortskoordinaten der relevanten Körperstruktur des Patienten.

**[0016]** Diese Ortszuordnung wird also erfindungsgemäß erreicht ohne die Verwendung von externen oder internen Patientenmarkern oder ähnlichem zur Ortszuordnung der Körperstruktur im Moment der Behandlung, also deren Lokalisierung. Ein 3D-Bilddatensatz erlaubt hierbei eine wesentlich genauere Ortszuordnung als die Verwendung einzelner oder eines Satzes von 2D-Röntgenaufnahmen.

**[0017]** Mit dem gleichen oder einem anderen Röntgensystem, werden darüber hinaus dennoch während der Platzierung des Instruments weitere Röntgenbilder des Patienten zusammen mit den Instrument aus jeweils verschiedene Blickrichtungen in bekannte Relativposition zu den zweiten 3D-Bilddaten erzeugt. Aufgrund der bekannten Relativposition der in der Regel zweidimensionalen Röntgenbilder des Patienten mit Instrument zu den zweiten 3D-Bilddaten kann auch hier eine ortsrichtige Zuordnung zwischen Instrument, Patient, zweiten 3D-Bilddaten und damit ersten 3D-Bilddaten und Körperstruktur erfolgen. So ist es infolge dessen möglich, das Instrument zusammen mit der Körperstruktur in einem gemeinsamen Bild darzustellen. Zur Platzierung reichen hierbei einzelne Röntgenbilder aus, da sich nun im wesentlichen nur noch das Instrument im Patienten bewegt. Die Körperstrukturen werden als für die Dauer der Behandlung stationär angesehen.

**[0018]** Dem die Behandlung Durchführenden bzw. Arzt stehen somit zumindest Bildmaterialien des von ihm geführten Instruments und der relevanten Körperstrukturen, sowohl in Echtzeit und in bestmöglicher Qualität zur Verfügung, die alle ortsrichtig zueinander zugeordnet sind. Diese werden gemäß der Erfindung dann zusammen in einem gemeinsamen Bild angezeigt. Gemäß dieser Anzeige kann der Arzt die Behandlung bzw. Platzierung des Instruments zielsicher durchführen. Aufgrund des Röntgensystems ist zusätzlich bestmöglicher Patientenzugang, Flexibilität, leichte Handhabbarkeit, Kostengünstigkeit usw.

vereint. Dadurch, dass außerdem kein externes Navigationssystem und deshalb auch keine Patientenmarker notwendig sind, wird das gesamte medizinische System einfacher und kostengünstiger.

**[0019]** Die ortsrichtige Zuordnung des Bildmaterials zueinander, auch Registrierung genannt, erfolgt durch die Fusionierung bzw. Ortszuordnung von ersten und zweiten 3D-Bilddaten. Dies kann durch einfache und kostengünstige Standardbildverarbeitungs- hard- bzw. -software erreicht werden.

**[0020]** Als erste 3D-Bilddaten in Schritt a) können CT- oder MR-Bilddaten in einem stationären Bildgebungssystem erzeugt werden. wie oben bereits erwähnt, liefern teure stationäre, sogenannte Angiosysteme, äußerst hochqualitative erste 3D-Bilddaten, so dass die Körperstruktur für das Verfahren in sehr hoher Bildqualität zur Verfügung steht. Diese Qualität wird wegen der Verwendung des relevanten Teil der Bilddaten, nämlich der Körperstrukturen, auch für die Platzierung des Instruments im gemeinsamen Bild mit dem Instrument genutzt.

**[0021]** In Schritt c) können als zweite 3D-Bilddaten Röntgenbilddaten mit einem 3D-Röntgen-C-Bogen als Röntgensystem erzeugt werden. Derartige 3D-Röntgen-C-Bögen stehen heute in entsprechenden Behandlungsräumen meist ohnehin zur Verfügung, sind relativ kostengünstig, flexibel einsetzbar, bieten bestmöglichen Patientenzugang usw. Ist ein entsprechender 3D-Röntgen-C-Bogen darüber hinaus mit einem Flachbild-Detektor ausgerüstet, kann dieser im begrenzten Maße sogar Weichteilauflösung bieten, was die ortsrichtige Zuordnung von ersten und zweiten 3D-Bilddaten weiter vereinfacht und verbessert. Auch gewisse Veränderungen in den Körperstrukturen, z.B. durch veränderte Körperlage des Patienten bei der Aufnahme von ersten und zweiten 3D-Bilddaten können so in gewissem Umfang korrigiert werden, was die Darstellung der Körperstruktur im gemeinsamen Bild und damit die Zuverlässigkeit bei der Platzierung des chirurgischen Instruments weiter erhöht.

**[0022]** In Schritt e) können die Röntgenbilder mit dem selben 3D-Röntgen-C-Bogen wie in Schritt c) aufgenommen werden, ohne diesen zwischen den Schritten c) und e) zu versetzen. Dadurch, dass der selbe Röntgenbogen verwendet wird, sinkt die Zahl der zu verwendenden Geräte bei der Behandlung und damit die Kosten und der Aufwand. Da der Röntgenbogen außerdem nicht versetzt wird, gelten für diesen bezüglich des Patienten ein und dieselben Projektionsmatrizen bzw. Koordinatenzuordnungen zwischen Bildgebung und Patient in beiden oben genannten Verfahrensschritten. Die ortsrichtige Zuordnung der von Instrument und Patient erzeugten Röntgenbilder in Schritt e) zu den zweiten 3D-Bilddaten usw. wird dadurch besonders einfach bzw. ist implizit

gegeben. Dies gilt übrigens auch, wenn der 3D-Röntgen-C-Bogen zumindest bei den Schritten c) und e) in exakt gleicher Position positioniert ist. Dies kann z.B. durch eine Arretierung in einer vorgegebenen Aufnahme im Fußboden des Behandlungsraumes stattfinden. Der Röntgenbogen kann dann trotzdem zwischendurch vom Patienten bzw. aus dem Behandlungsgebiet weggefahren werden, um den Patientenzugang weiter zu erhöhen. Beim Zurückfahren in die vorherige Position zur weiteren Bildgebung ist dann die Koordinatenzuordnung wieder automatisch sichergestellt.

**[0023]** Alternativ kann am 3D-Röntgen-C-Bogen ein einfaches und kostengünstiges Navigations- bzw. Trackingsystem installiert werden, welches dessen Position z.B. im Behandlungsraum relativ zum Patienten verfolgt. Hiermit wird ebenfalls die bekannte Relativposition zwischen den Röntgenbildern und den zweiten 3D-Bilddaten in Schritt e) erreicht.

**[0024]** In Schritt f) kann die Körperstruktur in mindestens eines der in Schritt e) erzeugten Röntgenbilder als gemeinsamem Bild eingeblendet werden. Dem Arzt stehen somit Röntgenbilder in gewohnter Art und Weise zur Verfügung, auf denen er nämlich die augenblickliche Lage seines chirurgischen Instruments erkennt, jedoch erfindungsgemäß erweitert um den hochqualitativ dargestellten Bildinhalt der relevanten Körperstruktur des Patienten. Dem Arzt steht somit ein ihm bereits vertrautes und bekanntes Bildgebungssystem zur Verfügung, jedoch in deutlich besserer Bildqualität.

**[0025]** Alternativ oder zusätzlich kann durch entsprechende Bildverarbeitung Instrument und Körperstruktur in jegliches im Rahmen des Verfahrens gewonnenes Bildmaterial, also auch die ersten und zweiten 3D-Bilddaten eingeblendet werden. Dadurch erhält der Arzt zusätzliche Bildinformation, die er z.B. in kritischen Behandlungsphase zusätzlich konsultieren und nutzen kann.

**[0026]** Hinsichtlich der Einrichtung wird die Aufgabe gelöst durch eine Einrichtung zur Darstellung eines chirurgischen Instruments während dessen Platzierung in einem Patienten bei einer Behandlung, mit einer Schnittstelle zum Einlesen von vor der Behandlung erzeugten ersten 3D-Bilddaten vom Patienten, die zumindest eine für die Platzierung relevante Körperstruktur des Patienten darstellen, und mit einem Röntgensystem zur Erzeugung zweiter 3D-Bilddaten vom Patienten während der Behandlung, wobei die zweiten 3D-Bilddaten zumindest eine ortsrichtige Zuordnung der zweiten zu den ersten 3D-Bilddaten ermöglichen, und zur Erzeugung mindestens zweier Röntgenbilder des Patienten mit dem Instrument aus jeweils verschiedenen Blickrichtungen in bekannter Relativposition zu den zweiten 3D-Bilddaten während der Platzierung des Instruments, und mit einer

Auswerteeinheit zur Identifizierung der Körperstruktur in den ersten 3D-Bilddaten, und zur ortsrichtigen Zuordnung von Körperstruktur und zweiten 3D-Bilddaten zueinander, und zur ortsrichtigen Zuordnung von Instrument und Körperstruktur anhand der bekannten Relativposition und der zweiten 3D-Bilddaten zueinander, und mit einer Anzeigeeinheit zur Darstellung von zumindest dem Instrument und der Körperstruktur in einem gemeinsamen Bild.

**[0027]** Die erfindungsgemäße Einrichtung sowie deren Vorteile wurden im wesentlichen bereits ausführlich im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert. Die Schnittstelle zum Einlesen der ersten 3D-Bilddaten, kann z.B. eine Netzwerkschnittstelle zu einem Krankenhausinformationssystem, ein CD-Rom-Lesegerät oder ähnliches sein. Die Auswerteeinheit kann ein separates Gerät, z.B. in Form einer Workstation oder Spezialhardware sein, welche zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, oder als Zusatzhard- bzw. -software in einem Teilgerät der erfindungsgemäßen Einrichtung, z.B. dem Röntgensystem bzw. dessen Systemsteuerung implementiert sein. Die Anzeigeeinheit kann ebenso ein separater Bildschirm, Monitor oder ein hierzu benutzter ohnehin im z.B. Behandlungsraum angeordneter Monitor des Röntgensystems, des Krankenhausinformationssystems oder ähnlichem sein.

**[0028]** Das Röntgensystem kann ein 3D-Röntgen-C-Bogen sein. Dessen Vorteile wurden bereits oben erläutert.

#### Ausführungsbeispiel

**[0029]** Für ein weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen verwiesen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

**[0030]** [Fig. 1](#) einen Patienten in einem Magnetresonanztomographen vor Beginn einer Biopsie,

**[0031]** [Fig. 2](#) den Patienten aus [Fig. 1](#) in einem Behandlungsraum mit Röntgenanlage zusammen mit einem Arzt, während der Biopsie.

**[0032]** [Fig. 1](#) zeigt im Querschnitt einen Patienten **2** in einem Magnetresonanztomographen **4**. Der Patient **2** liegt in Rückenlage auf einer in die Röhre **6** des Magnetresonanztomographen **4** eingefahrenen Patientenliege **8**. Im Inneren des Patienten **2** sind schematisch angedeutet: dessen Leber **10** mit einem darin befindlichen Tumor **12**, dessen Niere **14** und eine Knochenstruktur bzw. Knochen **16**. [Fig. 1](#) zeigt die MR-Untersuchung des Patienten **2** zu einem ersten Zeitpunkt, an dem dieser wegen schmerzhafter Beschwerden im Bauchraum einen nicht dargestellten Arzt aufgesucht hat und der Arzt gerade mit Hilfe des

Magnetresonanztomographen **4** eine Diagnose am Patienten **2** durchführt. Hierzu erzeugt der Arzt mit Hilfe des Magnetresonanztomographen **4** eine MR-Aufnahme in Form eines MR-Rekonstruktionsvolumens **18**. Aufgrund der hochqualitativen Bildgebung im Magnetresonanztomographen **4** enthält das MR-Rekonstruktionsvolumen **18** ein komplettes Abbild des Inneren des Patienten **2**, nämlich von Leber **10**, Tumor **12**, Niere **14** und Knochen **16**. Die Diagnose findet zum erfindungsgemäßen ersten Zeitpunkt statt.

**[0033]** Da der Arzt den Tumor **12** diagnostiziert, ordnet er zur Bestätigung seines Verdachtes eine Biopsie an, welche zu einem späteren Zeitpunkt, z.B. zwei Wochen nach der in [Fig. 1](#) dargestellten Diagnose, durchzuführen ist. In Vorbereitung auf die durchzuführende Biopsie segmentiert der Arzt mit Hilfe einer Computerworkstation **20** im MR-Rekonstruktionsvolumen **18** die für die Biopsie notwendigen bzw. relevanten Objekte, nämlich den Tumor **12** und die Niere **14**. Die Niere **14** stellt nämlich für die durchzuführende Biopsie eine Risikostruktur dar, da sie bei der Biopsie durch das entsprechende medizinische Instrument, nämlich die Biopsienadel **22** (in [Fig. 2](#) dargestellt), keinesfalls verletzt werden darf. Dies sind die erfindungsgemäßen Körperstrukturen.

**[0034]** Das den Tumor **12** und die Niere **14** als bildliche Darstellung enthaltende Segmentierungsergebnis **24** speichert der Arzt zusammen mit dem MR-Rekonstruktionsvolumen **18** auf einer CD-Rom **26**. Diese Daten entsprechen den erfindungsgemäßen ersten 3D-Bilddaten.

**[0035]** Zu dem späteren Zeitpunkt, also zwei Wochen nach Durchführung der Diagnose gemäß [Fig. 1](#) unterzieht sich der Patient **2** der Biopsie bei einem anderen Arzt **28**. Die Biopsie gemäß [Fig. 2](#) ist die erfindungsgemäße Behandlung und wird an einem anderen Ort durchgeführt als die Diagnose gemäß [Fig. 1](#). Auch bei der Biopsie ruht der Patient **2** auf einer Patientenliege **30**, welche nun jedoch zu einem Röntgen-C-Bogensystem **32** gehört, in dessen Isozentrum der Patient **2** ruht. Der Röntgen-C-Bogen **32** umfasst in bekannter Weise eine Röntgenquelle **34** und einen Flachbilddetektor **36** oder alternativ hierzu einen nicht dargestellten Röntgenbildverstärker. Die von der Röntgenquelle **34** zum Flachbilddetektor **36** hin ausgesandten Röntgenstrahlung ist durch den Zentralstrahl **38** dargestellt und entspricht der Blickrichtung eines aufzunehmenden Röntgenbildes.

**[0036]** Zu Beginn der Biopsie fertigt nun der Arzt **28** vom Patienten **2** im Rahmen einer 3D-C-Bogen-Bildgebung zahlreiche nicht dargestellte Röntgenbilder an, welche durch isozentrisches Verschwenken des Röntgen-C-Bogens **32** um den Patienten **2** in bekannter Weise erzeugt werden. Aus der Vielzahl der Röntgenbilder wird in bekannter Weise ein 3D-C-Bo-

gen-Rekonstruktionsvolumen **40** berechnet. Dieses entspricht den erfindungsgemäßen zweiten 3D-Bilddaten. Aufgrund des gegenüber dem Magnetresonanztomographen **4** deutlich schlechteren Weichteilkontrastes des Röntgen-C-Bogens **32** enthält das 3D-C-Bogen-Rekonstruktionsvolumen **40** lediglich Abbildungen der Knochen **16** und der Leber **10** des Patienten **2**. Der Tumor **12** sowie die Niere **14** sind in den 3D-C-Bogen-Rekonstruktionsvolumen **40** nicht zu erkennen.

**[0037]** Die räumliche Zuordnung des oben genannten MR-Rekonstruktionsvolumen **18** zur augenblicklichen Lage des Patienten bzw. zu einem im Behandlungsraum festen Koordinatensystems **46** ist noch unbekannt.

**[0038]** Aus diesem Grund lädt der Arzt **28** die auf der CD-Rom **26** gespeicherten Daten, nämlich das MR-Rekonstruktionsvolumen **18** und das Segmentierungsergebnis **24** in eine Computerworkstation **42**. In der Computerworkstation **42** wird durch Bildverarbeitungsalgorithmen das MR-Rekonstruktionsvolumen **18** ortsrichtig dem 3D-C-Bogen-Rekonstruktionsvolumen **40** anhand der Knochen **16** und der Leber **10**, also dem Bildinhalt der jeweiligen Bilddaten zugeordnet. Das Segmentierungsergebnis **24** wird ebenfalls ortsrichtig zugeordnet, da es aus dem MR-Rekonstruktionsvolumen **18** in bekannter Relativposition ermittelt wurde, die ebenfalls auf der CD-Rom **26** gespeichert ist, so dass ein sämtliche bisherigen Informationen enthaltender Gesamtbilddatensatz **44** entsteht. Dieser enthält wiederum insbesondere das Segmentierungsergebnis **24**, also den bildlich hervorgehobenen Tumor **12** und die Niere **14**, wobei der Gesamtbilddatensatz **44** nun koordinatenrichtig im durch den Röntgen-C-Bogen **32** definierten Koordinatensystem **46**, in welchem der Patient **2** nun ruht, bekannt ist.

**[0039]** Der Arzt **28** beginnt nun, die Biopsienadel **22** in den Patienten **2** einzuführen, wobei fortwährend jeweils zwei Röntgenbilder **48a, b** vom Patienten **2** mit der Biopsienadel **22** in zwei verschiedenen Blickrichtungen, angedeutet durch den Zentralstrahl **38** und den hierzu verschobenen Zentralstrahl **50**, angefertigt werden. Beispielhaft ist nur ein Paar dieser Aufnahmen in [Fig. 2](#) dargestellt. Auf den Röntgenbildern **48a, b** ist jeweils wegen des fehlenden Weichteilkontrastes die Biopsienadel **22** und die Leber **10** des Patienten zu sehen, jedoch nicht der Tumor **12** oder die Niere **14**.

**[0040]** Deshalb werden die Röntgenaufnahmen **48a, b**, mit dem zwar verschwenkten, aber an seinem Ort unverändert ruhenden Röntgen-C-Bogens **32** aufgenommen. So sind in Bezug auf den das 3D-C-Bogen-Rekonstruktionsvolumen **40** und damit auf den Gesamtbilddatensatz **44** die Aufnahmegeometrie bzw. seine Projektionsmatrizen unverändert

gültig und damit deren Relativposition zu den Röntgenaufnahmen **48a, b** bekannt.

**[0041]** Die beiden Röntgenbilder **48a, b** werden daher mit dem Gesamtbilddatensatz **44** verknüpft, und zwar derart, dass in Blickrichtung der Röntgenbilder **48a, b** zwei künstliche Röntgenbilder **52a, b** erzeugt werden, welche jedoch jeweils die Biopsienadel **22** aus den Röntgenbildern **48a, b** und den Tumor **12** und die Niere **14** des Patienten aus dem 3D-Rekonstruktionsvolumen **18** bzw. Segmentierungsergebnis **24** zeigen. Dem Arzt **28** ist es daher möglich, durch Betrachtung der künstlichen Röntgenbilder **52a, b** auf einem Monitor **54** die Biopsienadel **22** im Tumor **12** zu platzieren, ohne hierbei die Niere **14** zu verletzen.

**[0042]** Die Leber **10** und die Knochen **16**, deren Abbilder den Arzt **28** bei der Platzierung der Biopsienadel **22** im Tumor **12** eher stört, ist in den Röntgenbildern **52a, b** ausgeblendet.

**[0043]** Alternativ ist es, falls die in den Röntgenbildern **48a, b** abgebildeten Strukturen bzw. Bildinhalte nicht stören, die Biopsienadel **22** und Tumor **12** und Niere **14** auch in die Röntgenbilder **48a, b** einzublenden und diese dem Arzt **28** anzuzeigen.

**[0044]** Alternativ ist es auch möglich, den Bilddatensatz **40** und die Röntgenbilder **48a, b** nicht mit ein und demselben Röntgen-C-Bogen **32**, sondern mit getrennten Röntgensystemen aufzunehmen, die in [Fig. 2](#) nicht dargestellt sind. Voraussetzung ist hierbei nur, daß deren jeweilige Aufnahmegeometrien, also die räumliche Zuordnung zwischen dem abgebildeten Objekt und dem Bildinhalt der aufgenommenen Bilder vor allem als Beziehungen zwischen den verschiedenen Geräten bekannt sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Darstellung eines chirurgischen Instruments (**22**) während dessen Platzierung in einem Patienten (**2**) bei einer Behandlung, mit folgenden Schritten:

- vor der Behandlung werden erste 3D-Bilddaten (**18**) vom Patienten (**2**) erzeugt, die zumindest eine für die Platzierung relevante Körperstruktur (**12, 14**) des Patienten (**2**) darstellen,
- in den ersten 3D-Bilddaten (**18**) wird die Körperstruktur (**12, 14**) identifiziert,
- während der Behandlung werden mit einem Röntgensystem (**32**) zweite 3D-Bilddaten (**40**) vom Patienten erzeugt, die zumindest eine ortsrichtige Zuordnung der zweiten (**40**) zu den ersten (**18**) 3D-Bilddaten ermöglichen,
- die Körperstruktur (**12, 14**) und die zweiten 3D-Bilddaten (**40**) werden ortsrichtig einander zugeordnet,
- während der Platzierung des Instruments (**22**) mit dem Röntgensystem (**32**) werden mindestens zwei

Röntgenbilder (**48a**, **b**) des Patienten (**2**) mit dem Instrument (**22**) aus jeweils verschiedenen Blickrichtungen (**38**, **50**) in bekannter Relativposition zu den zweiten 3D-Bilddaten (**40**) erzeugt,  
 f) das Instrument (**22**) und die Körperstruktur (**12**, **14**) werden anhand der bekannten Relativposition und der zweiten 3D-Bilddaten (**40**) einander ortsrichtig zugeordnet, und zumindest das Instrument (**22**) und die Körperstruktur (**12**, **14**) werden in einem gemeinsamen Bild (**52a**, **b**) dargestellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in Schritt a) als erste 3D-Bilddaten (**18**) CT- oder MR-Bilddaten in einem stationären Bildgebungssystem erzeugt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem in Schritt c) als zweite 3D-Bilddaten (**40**) Röntgenbilddaten mit einem 3D-Röntgen-C-Bogen als Röntgensystem (**32**) erzeugt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem in Schritt e) die Röntgenbilder (**48a**, **b**) mit dem 3D-Röntgen-C-Bogen aufgenommen werden, ohne diesen zwischen den Schritten c) und e) zu versetzen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in Schritt f) die Körperstruktur (**12**, **14**) in mindestens eines der in Schritt e) erzeugten Röntgenbilder (**48a**, **b**) als gemeinsamem Bild eingeblendet wird.

6. Einrichtung zur Darstellung eines chirurgischen Instruments (**22**) während dessen Platzierung in einem Patienten (**2**) bei einer Behandlung, mit einer Schnittstelle (**26**) zum Einlesen von vor der Behandlung erzeugten ersten 3D-Bilddaten (**18**) vom Patienten, die zumindest eine für die Platzierung relevante Körperstruktur (**12**, **14**) des Patienten (**2**) darstellen, und mit einem Röntgensystem (**32**) zur Erzeugung zweiter 3D-Bilddaten (**40**) vom Patienten (**2**) während der Behandlung, wobei die zweiten 3D-Bilddaten (**40**) zumindest eine ortsrichtige Zuordnung der zweiten (**40**) zu den ersten 3D-Bilddaten (**18**) ermöglichen, und zur Erzeugung mindestens zweier Röntgenbilder (**48a**, **b**) des Patienten (**2**) mit dem Instrument (**22**) aus jeweils verschiedenen Blickrichtungen (**38**, **50**) in bekannter Relativposition zu den zweiten 3D-Bilddaten (**40**) während der Platzierung des Instruments (**22**), und mit einer Auswerteeinheit (**20**, **42**) zur Identifizierung der Körperstruktur (**12**, **14**) in den ersten 3D-Bilddaten (**18**), und zur ortsrichtigen Zuordnung von Körperstruktur (**12**, **14**) und zweiten 3D-Bilddaten (**40**) zueinander, und zur ortsrichtigen Zuordnung von Instrument (**22**) und Körperstruktur (**12**, **14**) anhand der bekannten Relativposition und der zweiten 3D-Bilddaten (**40**) zueinander, und mit einer Anzeigeeinheit (**54**) zur Darstellung von zumindest dem Instrument (**22**) und der Körperstruktur (**12**, **14**) in einem gemeinsamen Bild (**52a**, **b**).

7. Einrichtung nach Anspruch 6, bei der das Röntgensystem (**32**) ein 3D-Röntgen-C-Bogen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

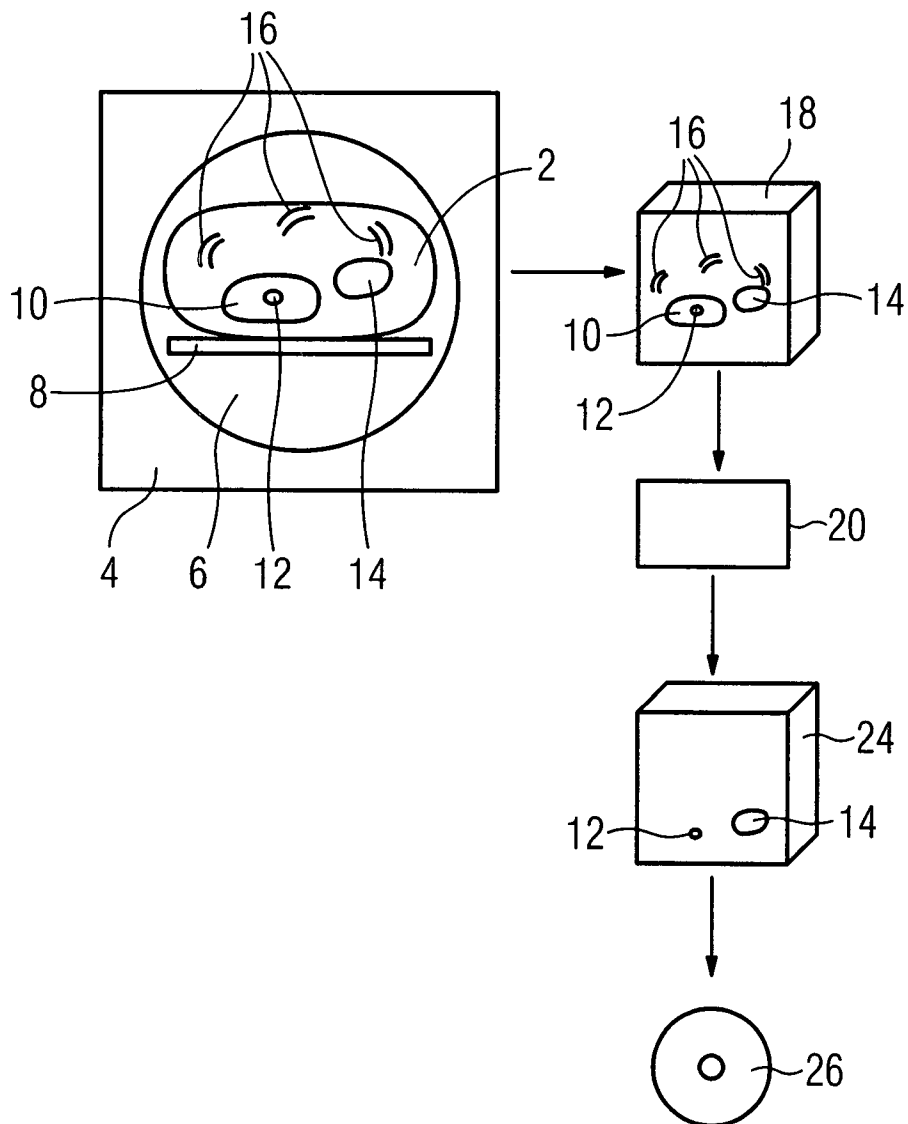


FIG 2

