



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 009 764 A1** 2008.08.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 009 764.8**

(22) Anmeldetag: **27.02.2007**

(43) Offenlegungstag: **28.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61M 25/095** (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

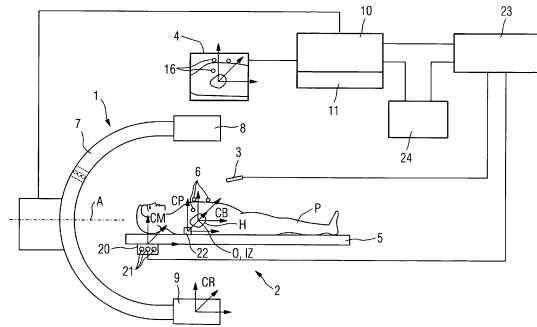
**Bartal, Meir, Zichron Yaakov, IL; Boese, Jan, Dr.,
90542 Eckental, DE; Govari, Assaf, Haifa, IL; John,
Matthias, Dr., 90429 Nürnberg, DE; Preiss, Assaf,
Shimshit Israel, IL; Rahn, Norbert, 91301
Forchheim, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren und eine Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen (H) eines Patienten (P) anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät (1) von dem Patienten (P) gewonnenen Bild und anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät (1) gewonnenen Bild und anhand von mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten von dem Patienten (P), bei dem das C-Bogen-Röntgengerät (1) und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) relativ zueinander kalibriert werden, indem eine Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät (1) zugeordneten Koordinatensystem (CR) und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem (CB) und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) ermittelt wird und bei dem die Position des Patienten (P) während der Erfassung des Bildes und/oder während der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten ermittelt und dem Bild und/oder den elektroanatomischen Mapping-Daten zumindest indirekt zugeordnet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen eines Patienten anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät von dem Patienten gewonnenen Bild und anhand von mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten von dem Patienten.

[0002] In verschiedenen Anwendungsbereichen der Medizintechnik ist es heutzutage üblich ein medizinisches Instrument, beispielsweise eine Punktionsnadel oder einen Katheter, in einen Patienten mit Hilfe von mit Bildgebungsgeräten zur Verfügung gestellten Bildinformationen zielgerichtet einzuführen, um den Patienten bzw. ein Gewebe oder ein Organ des Patienten mit dem Instrument zu untersuchen oder zu behandeln.

[0003] So werden beispielsweise Herzrhythmusstörungen eines Patienten durch eine sogenannte Ablation behandelt, bei der unter Röntgenkontrolle, beispielsweise basierend auf Röntgendurchleuchtungsbildern ein Ablationskatheter über Venen oder Arterien in eine der Herzkammern des Herzens des Patienten eingeführt und durch Hochfrequenzstrom das die Herzrhythmusstörungen hervorrufende Gewebe verödet wird. Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung einer Katheterablation ist die genaue Ortung der Ursache der Herzrhythmusstörungen in der Herzkammer. Diese Ortung erfolgt über eine elektrophysiologische Untersuchung, bei der elektrische Potentiale mit einem in die Herzkammer eingeführten Mapping-Katheter orts aufgelöst erfasst werden. Aus dieser elektrophysiologischen Untersuchung, dem so genannten elektroanatomischen Mapping, werden somit beispielsweise 3D-Mapping-Daten erhalten, die an einem Sichtgerät visualisiert werden können. Die Mapping-Funktion und die Ablations-Funktion sind häufig in einem Katheter vereint, so dass der Mapping-Katheter gleichzeitig auch ein Ablationskatheter ist.

[0004] Ein bekanntes elektroanatomisches 3D-Mapping-Verfahren, wie es z. B. mit dem CARTO-System der Fa. Biosense Webster, Inc., USA, durchführbar ist, basiert auf elektromagnetischen Prinzipien. Mit unter einer Patientenlagerungsvorrichtung angeordneten Transmittern werden in der Regel drei verschiedene elektromagnetische Wechselfelder geringer Intensität aufgebaut. Mittels in die Katheterspitze des Mapping-Katheters integrierter elektromagnetischer Sensoren ist es dann möglich, die durch Katheterbewegungen induzierten Spannungsänderungen innerhalb der elektromagnetischen Wechselfelder zu messen und mit Hilfe mathematischer Algorithmen zu jedem Zeitpunkt die Position des Mapping-Katheters zu errechnen. Durch

punktweises Abtasten der endokardialen Kontur einer Herzkammer mit dem Mapping-Katheter bei simultaner Erfassung der elektrischen Signale der Sensoren erhält man 3D-Mapping-Daten bzw. entsteht eine elektroanatomische dreidimensionale Landkarte, in der die elektrischen Signale farbkodiert wiedergegeben werden.

[0005] Die Führung des Ablationskatheters kann daher nicht nur mit Hilfe der bereits erwähnten Röntgendurchleuchtungsbilder, sondern auch anhand der elektroanatomischen Mapping-Daten erfolgen, die beispielsweise mit dem bereits erwähnten CARTO-System der Fa. Biosense Webster Inc., USA, in Realtime erzeugt und auf einem Sichtgerät dargestellt werden können. Gerade die Durchleuchtungsbilder zeigen nämlich die Anatomie des Patienten, insbesondere die Anatomie des Herzens des Patienten nicht im Detail. Eine 3D-Darstellung anatomischer Details des Herzens könnte die Genauigkeit bei der Durchführung der Ablation in Bezug auf die Morphologie des Herzgewebes erhöhen, die Durchführung der Ablation beschleunigen und zu einer Reduzierung der einem Patienten während einer Ablation applizierten Röntgenstrahlendosis führen.

[0006] Insbesondere bei komplexen Fällen begrüßen es Elektrophysiologen, die Ablation anhand einer Kombination von elektrophysiologischen und morphologischen Kriterien durchführen zu können. Für die Elektrophysiologen wäre es daher hilfreich, eine kombinierte Visualisierung von mit einem Bildgebungsgerät gewonnenen 3D-Bilddaten und elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten zur Verfügung zu haben.

[0007] In der DE 103 40 455 A1 und der DE 103 40 546 A1 sind beispielsweise Verfahren zur visuellen Unterstützung einer elektrophysiologischen Katheteranwendung beschrieben, bei denen vor der Durchführung der Katheteranwendung mit einem Verfahren der tomographischen 3D-Bildgebung 3D-Bilddaten eines zu behandelnden Bereiches eines Patienten erfasst werden, wobei aus den 3D-Bilddaten durch Segmentierung ein 3D-Oberflächenverlauf von Objekten in dem zu behandelnden Bereich extrahiert wird und wobei anschließend bereitgestellte elektroanatomische 3D-Mapping-Daten und den 3D-Oberflächenverlauf bildende 3D-Bilddaten einander lage- und dimensionsrichtig zugeordnet und z. B. während der Durchführung der Katheteranwendung einander überlagert visualisiert werden. Diese Überlagerung von vor der Katheteranwendung beispielsweise mittels Computertomographie oder Magnetresonanztomographie gewonnenen 3D-Bilddaten von dem Patienten und elektroanatomischen 3D-Mapping-Daten des Patienten erfordert zuweilen eine zeitaufwändige und fehleranfällige markenbasierte oder oberflächenbasierte Registrierung der Daten miteinander, wobei sich Fehler bei der Regist-

rierung negativ auf die Qualität und die Zuverlässigkeit von fusionierte Daten aufweisenden Bilder auswirken können. Die Genauigkeit der Registrierung beruht dabei auch auf der Anzahl von Oberflächenpunkten, welche mit dem Mapping-System gewonnen wurden.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart anzugeben, dass die kombinierte Anwendung von Bilddaten und Mapping-Daten vereinfacht wird.

[0009] Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen eines Patienten anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät von dem Patienten gewonnenen Bild und anhand von mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten von dem Patienten, bei dem das C-Bogen-Röntgengerät und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem relativ zueinander kalibriert werden, indem eine Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelt wird, und bei dem die Position des Patienten während der Erfassung des Bildes und/oder während der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten ermittelt und dem Bild und/oder den elektroanatomischen Mapping-Daten zumindest indirekt zugeordnet wird.

[0010] Durch die Kalibrierung des C-Bogen-Röntgengerätes und des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems relativ zueinander ist eine Registrierung von Bilddaten eines mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bildes und von mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem gewonnenen Mapping-Daten während einer Katheteranwendung nicht mehr erforderlich, da die Transformationsbeziehung für die Daten der beiden Systeme bzw. Gerät nunmehr bekannt ist. Somit ist es unter der Voraussetzung, dass der Patient seine Position zwischen und nach den Datenaufnahmen mit den beiden Systemen bzw. Geräten nicht verändert, möglich, Bilddaten von vor oder während einer Katheteranwendung mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bildern von dem Patienten, seien es 2D-Bilder oder 3D-Bilder, und vor oder während der Katheteranwendung gewonnene Mapping-Daten, seine es 2D- oder 3D-Mapping-Daten miteinander zu fusionieren oder einander zu überlagern, ohne eine zeitaufwändige oder fehleranfällige Registrierung der Daten vornehmen zu müs-

sen. Dadurch dass zudem die Position des Patienten während der Erfassung des Bildes und/oder der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten ermittelt wird und dem Bild und/oder den elektroanatomischen Mapping-Daten zumindest indirekt zugeordnet wird, können darüber hinaus Positionsänderungen des Patienten nach der Erfassung des Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät und der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten bei der Bildverarbeitung entsprechend berücksichtigt werden.

[0011] An dem C-Bogen-Röntgengerät, welches beispielsweise für Angiographieanwendungen vorgesehen ist, sind eine Röntgenstrahlenquelle und ein Röntgenstrahlenempfänger einander gegenüberliegend an einem C-Bogen angeordnet, welcher zur Aufnahme von 2D-Projektionen aus unterschiedlichen Projektionsrichtungen um den Patienten verstellt werden kann. Aus einer Serie von mit dem C-Bogen-Röntgengerät unter voneinander verschiedenen Projektionsrichtungen aufgenommenen 2D-Projektionen kann ein Volumendatensatz rekonstruiert werden. Aufgrund der bekannten Dimensionen des C-Bogen-Röntgengerätes und der bekannten Projektionsgeometrien der 2D-Projektionen ist auch die Transformationsbeziehung zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem und einem dem Volumendatensatz oder einem aus dem Volumendatensatz erzeugten 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem bekannt.

[0012] Gemäß einer Variante der Erfindung ist dem C-Bogen-Röntgengerät eine Patientenlagerungsvorrichtung definiert zugeordnet, d. h. C-Bogen-Röntgengerät und Patientenlagerungsvorrichtung sind in bekannter Weise relativ zueinander angeordnet.

[0013] Nach einer weiteren Variante der Erfindung weist das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem wenigstens einen Transmitter zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfeldes und einen Katheter mit wenigstens einem Sensor auf. In der Regel weist das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem mehrere Transmitter, beispielsweise drei Transmitter, zur Erzeugung drei verschiedener Wechselfelder und der Katheter drei Sensoren auf, so dass mit Hilfe der drei in den Katheter integrierten Sensoren die Position des Katheters in einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelt werden kann.

[0014] Zur Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem wird der Transmitter nach einer Variante

der Erfindung definiert an dem C-Bogen-Röntgengerät oder an der Patientenlagerungsvorrichtung angeordnet. Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird der Transmitter definiert am C-Bogen des C-Bogen-Röntgengerätes angeordnet. Auf diese Weise kann eine feste Beziehung zwischen dem C-Bogen-Röntgengerät und dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem hergestellt werden.

[0015] Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist der Transmitter von dem C-Bogen-Röntgengerät oder von der Patientenlagerungsvorrichtung abnehmbar. Sollte demnach der Transmitter beispielsweise bei der Aufnahme von Bildern von dem Patienten mit dem C-Bogen-Röntgengerät stören, so kann dieser während der Bildaufnahme von dem C-Bogen-Röntgengerät oder von der Patientenlagerungsvorrichtung abgenommen und anschließend wieder an der definierten Stelle an dem C-Bogen-Röntgengerät oder der Patientenlagerungsvorrichtung angeordnet werden.

[0016] Nach einer anderen Variante der Erfindung ist wenigstens ein Positions- und Orientierungssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung definiert angeordnet. In diesem Fall ist aufgrund der bekannten Beziehung zwischen dem C-Bogen-Röntgengerät und der Patientenlagerungsvorrichtung und der bekannten konstruktiven Anordnung des wenigstens einen Positions- und Orientierungssensor an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung die Transformationsbeziehung zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem und damit auch zwischen dem einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät aufgenommenen Bild zugeordneten Koordinatensystem und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem durch Erfassung des Positions- und Orientierungssensors mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem ermittelbar.

[0017] Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist der wenigstens eine Positions- und Orientierungssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems von der Patientenlagerungsvorrichtung abnehmbar. Bevorzugt ist der Positions- und Orientierungssensor bzw. sind die Positions- und Orientierungssensoren in einem von der Patientenlagerungsvorrichtung abnehmbaren Modul oder auch in mehreren von der Patientenlagerungsvorrichtung abnehmbaren Modulen angeordnet, welche Module in definierter Weise relativ zueinander an der Patientenlagerungsvorrichtung angeordnet sind.

[0018] Nach einer Variante der Erfindung erfolgt die Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten

Koordinatensystem und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem anhand von wenigstens einer Marke, welche in einem erzeugten Bild abgebildet ist und mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem detektierbar ist. In der Regel werden mehrere Marken vorzugsweise mindestens drei Marken verwendet, um die Koordinatentransformation zu ermitteln. Dabei werden die Koordinaten der einzelnen Marken jeweils in den jeweiligen Koordinatensystemen bestimmt und anhand der bestimmten Koordinaten der jeweiligen Marken in den Koordinatensystemen die Koordinatentransformation zwischen den Koordinatensystemen ermittelt.

[0019] Bei der oder den Marken handelt sich um röntgenpositive Marken, beispielsweise kleine Metallkugeln, die in wenigstens zwei unter voneinander verschiedenen Projektionswinkeln aufgenommenen Röntgenprojektionen oder in einem 3D-Bild abgebildet werden. Nach Ausführungsformen der Erfindung können die Abbilder der Marken in den Projektionsbildern bzw. dem 3D-Bild manuell über eine graphische Benutzerschnittstelle oder automatisch mit einem Verfahren der Mustererkennung lokalisiert werden, so dass die für die Ermittlung der Koordinatentransformation erforderlichen Koordinaten der Marken in dem den Projektionsbildern oder dem 3D-Bildes zugeordneten Koordinatensystem durch Rückprojektion ermittelbar sind.

[0020] Für die Ermittlung der Koordinaten der Marken in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem wird ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems verwendet, mit dem die jeweiligen Marken berührt werden.

[0021] Nach einer Variante der Erfindung ist wenigstens eine Marke ein röntgenpositiver Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems. Da die Marke selbst ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems ist, muss diese zur Detektion und zur Bestimmung ihrer Koordinaten in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem nicht eigens mit einem anderen Positionssensor berührt werden, sondern kann direkt und automatisch von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem detektiert werden. Die Marke bzw. der röntgenpositive Positionssensor kann dabei eine Katheterspitze eines Katheters des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems sein.

[0022] Nach einer Ausführungsform der Erfindung ist zur Ermittlung der Koordinatentransformation ein mit wenigstens einer Marke versehenes Phantom vorgesehen, welches in geeigneter Weise auf der Patientenlagerungsvorrichtung relativ zu dem C-Bogen-Röntgengerät und dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zur Ermittlung der Koordinatentransformation angeordnet wird.

[0023] Nach einer Variante der Erfindung kann dabei wenigstens eine Marke des Phantoms ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems sein, so dass, wie bereits erwähnt, die Marke nicht eigens mit einem Positionssensor berührt werden muss, sondern direkt und automatisch von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem detektiert werden kann.

[0024] Nach einer Ausführungsform der Erfindung sind alle Marken des Phantoms Positionssensoren des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems, so dass die Marken des Phantoms direkt und automatisch von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem detektierbar und deren Koordinaten in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelbar sind.

[0025] Nach einer anderen Variante der Erfindung weist das Phantom neben dem Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems wenigstens eine, vorzugsweise mehrere weitere Marken auf, die keine Positionssensoren sind, wobei die Positionen bzw. Koordinaten der weiteren Marken des Phantoms relativ zu dem wenigstens einen Positionssensor des Phantoms bekannt sind. In diesem Fall genügt es den Positionssensor mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem automatisch zu detektieren und dessen Koordinaten zu ermitteln. Die Koordinaten der weiteren Marken in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ergeben sich dann aufgrund der bekannten Koordinaten der weiteren Marken relativ zu dem Positionssensor.

[0026] Nach einer Ausführungsform der Erfindung werden das mit Marken versehene Phantom und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem derart definiert relativ zueinander angeordnet, dass die Koordinatentransformation zwischen einem dem Phantom zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem bekannt ist. In diesem Fall müssen also die Koordinaten der Marken des Phantoms nicht eigens in dem dem Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem

ermittelt werden. Vielmehr sind zur Berechnung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem bzw. dem einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bild zugeordneten Koordinatensystem und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem nur die Koordinaten der Marken des Phantoms in dem dem mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bild zugeordneten Koordinatensystem zu ermitteln, um die Koordinatentransformation berechnen zu können.

[0027] Bei den bisher beschriebenen Verfahren zur Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät zugeordneten Koordinatensystem bzw. dem einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bild zugeordneten Koordinatensystem und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem handelt es sich um so genannte offline-Verfahren, bei denen ein zu untersuchender Patient nicht anwesend ist.

[0028] Die Ermittlung der Koordinatentransformation kann jedoch auch online, d. h. unter Anwesenheit des Patienten erfolgen. Nach dieser Variante der Erfindung wird der Patient oder ein Teil oder ein Organ des Patienten mit Marken, vorzugsweise mit röntgenpositiven Marken, versehen, deren Abbilder in einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bild lokalisiert und welche mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem detektierbar sind. Anschließend werden wieder die Koordinaten der Marken in dem dem Bild zugeordneten Koordinatensystem und die Koordinaten der Marken in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelt und basierend darauf die Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät bzw. dem mit dem C-Bogen-Röntgengerät erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelt.

[0029] Nach einer Variante der Erfindung wird die Position des Patienten kontinuierlich oder intermittierend während der Katheteranwendung ermittelt. Auf diese Weise ist die Position des Patienten stets bekannt, so dass Positionsänderungen des Patienten seit der Erfassung des Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät und/oder der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten registriert und bei der Bildverarbeitung und Verwendung der Bilddaten entsprechend berücksichtigt werden können.

[0030] Nach einer Ausführungsform der Erfindung werden die Bilddaten des mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnenen Bildes und die elektroanato-

mischen Mapping-Daten unter Berücksichtigung der Position des Patienten bei der Erfassung des Bildes und der elektroanatomischen Mapping-Daten miteinander fusioniert oder einander überlagert. Verändert also beispielsweise der Patient seine Position zwischen der Erfassung der Bilddaten des Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät und der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten, so kann basierend auf der registrierten und ermittelten Positionsänderung des Patienten die zuvor ermittelte Koordinatentransformation entsprechend angepasst werden, so dass die elektroanatomischen Mapping-Daten und die Bilddaten des zuvor erzeugten Bildes weiterhin positions- und lagegenau miteinander fusioniert oder einander überlagert werden können.

[0031] Nach einer weiteren Variante der Erfindung wird wenigstens ein Teil eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems erfassbaren Katheters oder eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems erfassbaren Instrumentes unter Berücksichtigung der Position des Patienten in das Bild des Patienten und/oder die elektroanatomischen Mapping-Daten eingeblendet. Auch in diesem Fall erfolgt unter Berücksichtigung der Positionsänderung des Patienten eine Anpassung der Koordinatentransformation, so dass ein Abbild des Katheters oder eines anderen Instrumentes lage- und positionsgenau in ein aufgenommenes Bild von dem Patienten eingeblendet werden kann, das auch elektroanatomische Mapping-Daten aufweisen kann, die zuvor gewonnen wurden oder gleichzeitig während der Navigation des Katheters oder des Instrumentes erfasst werden.

[0032] Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird der Patient zur Erfassung der Position des Patienten mit wenigstens einem Referenzsensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems versehen, so dass die Position des Patienten während der Erfassung eines Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät, während der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten und während der Katheteranwendung mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem zugeordneten Koordinatensystem ermittelt werden kann.

[0033] Nach einer Variante der Erfindung werden die mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem erfassten Positionen oder Koordinaten relativ zu dem Referenzsensor des Patienten erfasst. In diesem Fall ergibt sich eine direkte Registrierung zwischen dem einem Bild zugeordneten Koordinatensystem und einem über den Referenzsensor dem Patienten zugeordneten Koordinatensystem.

[0034] Nach einer Ausführungsform der Erfindung

erfolgt eine zeitliche Synchronisation zwischen der Erfassung eines Bildes des Patienten mit dem C-Bogen-Röntgengerät und der Position des Patienten, wobei einem aufgenommenen Bild die Erfassungszeit zugeordnet wird und die Position des Patienten über der Zeit erfasst wird, so dass durch Zeitvergleich die Position des Patienten zur Erfassungszeit des Bildes ermittelbar ist und das erfasste Bild dieser Position des Patienten zugeordnet werden kann.

[0035] Nach einer anderen Ausführungsform der Erfindung ordnet das C-Bogen-Röntgengerät einem aufgenommenen Bild des Patienten zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes eine Identifikationskennung zu und übermittelt die Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes an das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem, wobei das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem die Position des Patienten inklusive der Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes speichert.

[0036] Nach einer weiteren Variante der Erfindung ruft das C-Bogen-Röntgengerät zum Zeitpunkt der Erfassung eines Bildes des Patienten von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem die Position des Patienten ab und ordnet diese dem erfassten Bild zu.

[0037] Diese Varianten der Erfindung ermöglichen es jeweils, eine Positionsänderung des Patienten im Vergleich zu einer früher eingenommenen Position des Patienten, bei der ein Bild aufgenommen wurde, zu registrieren und die Positionsänderung bei der Überlagerung oder Fusion von Bilddaten und Mapping-Daten oder bei der Einblendung eines Katheters oder eines Instrumentes in die zuvor aufgenommenen Bilddaten zu berücksichtigen.

[0038] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

[0039] [Fig. 1](#) eine Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem, einem C-Bogen-Röntgengerät, Recheneinrichtungen sowie mit einer Patientenlagerungsvorrichtung und

[0040] [Fig. 2](#) die Vorrichtung aus [Fig. 1](#) mit einem auf der Patientenlagerungsvorrichtung angeordneten Phantom.

[0041] In [Fig. 1](#) ist eine Vorrichtung mit einem C-Bogen-Röntgengerät **1** und einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** gezeigt, die zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung an einem Lebewesen, beispielsweise einer Katheterablation am Herzen H des Patienten P dient. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels soll ein

Katheter **3** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2**, der vorliegend sowohl ein Mapping-Katheter als auch ein Ablationskatheter ist, unterstützt durch wenigstens ein mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** vom Herzen H des Patienten P gewonnenes Bild und unterstützt durch mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** gewonnene Mapping-Daten vom Herzen H des Patienten P durch Venen oder Arterien in die Herzkammer des Herzens H des Patienten P geführt werden, um dort zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen des Patienten P eine Ablationsprozedur durchführen zu können. Hierzu sollen Bilddaten eines mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** gewonnenen Bildes und mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** gewonnene elektroanatomische Mapping-Daten miteinander fusioniert oder einander überlagert werden, um den Eingriff an dem Patienten P zu erleichtern. Zudem soll die Position des in den Patienten P eingeführten Katheters **3** in die auf einem Sichtgerät **4** dargestellten miteinander fusionierten oder einander überlagerten Bilddaten und Mapping-Daten eingeblendet werden. Um die Bilddaten des mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** gewonnenen Bildes und die mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten miteinander fusionieren oder einander überlagern zu können bzw. um ein Abbild des Katheters **3** in die fusionierten oder überlagerten Daten lage- und positionsgenau einblenden zu können, werden das C-Bogen-Röntgengerät **1** und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** relativ zueinander kalibriert.

[0042] Hierzu wird der Patient P auf einer dem C-Bogen-Röntgengerät **1** definiert zugeordneten Patientenlagerungsvorrichtung **5** gelagert. Unter einer definierten Zuordnung von C-Bogen-Röntgengerät **1** und Patientenlagerungsvorrichtung **5** ist dabei zu verstehen, dass die räumliche Anordnung der beiden Gerätschaften auch bei einer Verstellung der Gerätschaften oder von Teilen der Gerätschaften relativ zueinander bekannt ist. Der Patient P wird im Bereich seines Herzens H vorzugsweise mit wenigstens drei röntgenpositiven Marken **6** versehen. Die Marken **6** werden so an dem Patienten P angeordnet, dass diese in mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** aufnehmbaren Röntgenbildern vom Herzen H des Patienten P abgebildet werden, ohne Details vom Herzen H zu verdecken, und dass diese mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** detektiert werden können. Auf diese Weise kann anhand der Marken **6** eine Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR bzw. zwischen einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem CB und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem

CM ermittelt werden.

[0043] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels wird mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** ein Volumendatensatz bzw. ein 3D-Bild vom Herzen H des Patienten P gewonnen. Der mit einer Röntgenstrahlenquelle **8** und einem Röntgenstrahlenempfänger **9** versehene C-Bogen **7** des C-Bogen-Röntgengerätes **1** wird dabei um seine Orbitalachse O oder seine Angulationsachse A in einem Winkelbereich von ca. 190° verschwenkt, wobei eine Vielzahl von 2D-Röntgenprojektionen vom Herzen H des Patienten P aus unterschiedlichen Projektionsrichtungen aufgenommen werden, aus denen ein Bildrechner **10** in an sich bekannter Weise einen Volumendatensatz bzw. ein 3D-Bild vom Herzen H des Patienten P rekonstruiert. Da es sich bei dem Herzen H um ein bewegtes Organ handelt, erfolgt die Rekonstruktion des Volumendatensatzes bzw. des 3D-Bildes vom Herzen H im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels unter Verwendung von von dem Patienten P während der Gewinnung der 2D-Röntgenprojektionen aufgezeichneten EKG-Signalen. Das EKG-Equipment ist in [Fig. 1](#) nicht dargestellt, da es in an sich bekannter Weise ausgeführt ist. Ein derartiges, EKG-getriggertes Rekonstruktionsverfahren ist beispielsweise in der DE 10 2005 016 472 A1 beschrieben.

[0044] In dem rekonstruierten 3D-Bild vom Herzen H des Patienten P sind auch die Marken **6** abgebildet. Zur Vorbereitung der Berechnung der zuvor erwähnten Koordinatentransformation werden die Abbilder **16** der Marken **6** manuell oder auch automatisch mit einem Verfahren der Mustererkennung in dem 3D-Bild lokalisiert und die Koordinaten der Marken **6** in dem dem 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB bzw. dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordnete Koordinatensystem CR ermittelt, was möglich ist da die Abmessungen und Geometrien des C-Bogen-Röntgengerätes **1** sowie die Projektionsgeometrien für die Gewinnung der 2D-Röntgenprojektionen bekannt sind. Der Koordinatenursprung des Koordinatensystem CB kann dabei beispielsweise im Isozentrum IZ des C-Bogens **7** lokalisiert werden. Wie bereits erwähnt, sind die Marken **6** derart am Patienten P angeordnet, dass diese keine interessierenden Strukturen des Herzens H verdecken. Der Volumendatensatz bzw. das 3D-Bild vom Herzen H des Patienten P wird schließlich in einem Bildspeicher **11** zwischengespeichert, um die 3D-Bilddaten für eine Fusion oder Überlagerung mit anderen Daten bzw. für eine Navigation des Katheters **3** oder eines anderen Instrumentes verwenden zu können.

[0045] Das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** weist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels drei in einer Einheit **20** zusammengefasste Transmitter **21** auf, die jeweils ein elektromagnetisches Wechselfeld erzeugen. Die drei Wechselfelder unterscheiden sich dabei vonein-

ander. Die Einheit **20** mit den drei Transmittern **21** ist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels abnehmbar an einer definierten Stelle der Patientenlagerungsvorrichtung **5** angeordnet. Sollte die Einheit **20** beispielsweise bei der Aufnahme der 2D-Röntgenprojektionen stören kann sie demnach von der Patientenlagerungsvorrichtung **5** abgenommen und nach der Aufnahme der 2D-Röntgenprojektionen wieder an der Patientenlagerungsvorrichtung **5** angeordnet werden. Die Einheit **20** mit den drei Transmittern **21** könnte auch an einer anderen Stelle der Patientenlagerungsvorrichtung **5** oder des definiert zu der Patientenlagerungsvorrichtung **5** angeordneten C-Bogen-Röntgengerätes **1** definiert abnehmbar angeordnet sein, wie dies beispielsweise in [Fig. 1](#) am C-Bogen **7** des C-Bogen-Röntgengerätes **1** mit gestrichelten Linien angedeutet ist.

[0046] Der Katheter **3** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** ist in [Fig. 1](#) nicht näher dargestellter Weise in seiner Katheterspitze mit drei Sensoren versehen. Wird der Katheter **3** in den Wechselfeldern der Transmitter **21** bewegt, kann die Position des Katheters **3** mit einer Recheneinrichtung **23** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM ermittelt werden.

[0047] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist der Patient P an seinem Rücken mit einem Referenzsensor **22** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** versehen, so dass auch Bewegungen des Patienten P mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem ermittelt werden können. Dem Referenzsensor **22** bzw. dem Patienten P ist ein Patientenkoordinatensystem CP zugeordnet.

[0048] Für die Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR bzw. dem mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** gewonnenen 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM bzw. dem Patientenkoordinatensystem CP werden die Koordinaten der Marken **6** in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM bzw. dem Patientenkoordinatensystem CP ermittelt, indem die Marken **6** mit dem Katheter **3** berührt werden. Bevorzugt, aber nicht notwendigerweise werden die Koordinaten der Marken **6** im Patientenkoordinatensystem CP angegeben.

[0049] Liegen die Koordinaten der Marken **6** in dem dem Volumendatensatz bzw. dem 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB im Bildrechner **10** so-

wie die Koordinaten der Marken **6** in dem Patientenkoordinatensystem CP bzw. in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM in der Recheneinrichtung **23** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** vor, können mit dem Bildrechner **10**, der Recheneinrichtung **23** oder einem weiteren Rechner **24** die jeweilige Koordinatentransformationen ermittelt werden.

[0050] Vor oder während einer Katheteranwendung am Herzen H des Patienten P können mit dem Katheter **3** des Weiteren elektroanatomische Mapping-Daten, vorzugsweise 3D-Mapping-Daten, gewonnen werden. Mittels der in die Katheterspitze des Katheters **3** integrierten elektromagnetischen Sensoren ist es möglich, die durch Katheterbewegungen des Katheters **3** induzierten Spannungsänderungen innerhalb der Wechselfelder der Transmitter zu messen und mit Hilfe mathematischer Algorithmen zu jedem Zeitpunkt die Position des Katheters **3** zu messen. Durch punktwises Abtasten von Bereichen einer Herzkammer mit dem Katheter **3** bei simultaner Erfassung der elektrischen Signale der Sensoren entsteht somit eine elektroanatomisch dreidimensionale Landkarte bzw. entstehen 3D-Mapping-Daten, wobei die elektrischen Signale z. B. farbkodiert wiedergegeben werden können. Da die Koordinatentransformation zwischen dem dem mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** erzeugten 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB und dem Patientenkoordinatensystem CP bzw. dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM bekannt ist, können nunmehr die Bilddaten des 3D-Bildes und die 3D-Mapping-Daten zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen H des Patienten P miteinander fusioniert bzw. einander überlagert und auf dem Sichtgerät **4** dargestellt werden. Zusätzlich kann der Katheter **3** beispielsweise anhand der fusionierten Daten relativ zum Herzen H des Patienten P navigiert werden, indem ein Abbild des Katheters **3** basierend auf der bekannten Koordinatentransformation in entsprechender Weise in die miteinander fusionierten oder einander überlagerten Daten eingeblendet wird.

[0051] Es wird also deutlich, dass durch das erfindungsgemäße Vorgehen vor einer Katheteranwendung mit einem Bildgebungsgerät erzeugte Bilddaten mit ebenfalls vor der Katheteranwendung oder während der Katheteranwendung gewonnen 3D-Mapping-Daten fusioniert oder überlagert werden können und ein Katheter **3** anhand der fusionierten oder überlagerten Daten relativ zu einem Patienten P navigiert werden kann.

[0052] Um zu vermeiden, dass nach einer Positionsänderung des Patienten P nach der Erfassung des 3D-Bildes, wonach die ermittelte Koordinatentransformation für das 3D-Bild nicht mehr gültig wäre,

die Koordinatentransformation neu ermittelt werden muss, ist der Patient P, wie bereits erwähnt, mit einem Referenzsensor **22** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** versehen, so dass durch Detektion des Referenzsensors **22** Positionsänderungen des Patienten P erfasst und die Koordinatentransformation beispielsweise der Bewegung des Patienten P entsprechend modifiziert werden kann.

[0053] Um eine Positionsänderung des Patienten P richtig berücksichtigen zu können, erfolgt nach einer Betriebsart eine zeitliche Synchronisation zwischen der Erfassung des 3D-Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** und der Position des Patienten P, wobei dem aufgenommenen 3D-Bild die Erfassungszeit t_1 des 3D-Bildes zugeordnet wird und die Position des Patienten P mit dem Referenzsensor **22** über der Zeit, beispielsweise jede Sekunde, erfasst wird, so dass durch einen manuell oder auch automatisch vorgenommenen Zeitvergleich die Position des Patienten P zur Erfassungszeit t_1 des 3D-Bildes ermittelbar ist. Auf diese Weise ist also eine Positionsänderung des Patienten P nach der Erfassung des 3D-Bildes ermittelbar und bei Transformationsberechnungen, insbesondere bei der Fusion oder Überlagerung von Bilddaten des 3D-Bildes und aktuell aufgenommenen Mapping-Daten oder bei der aktuellen Navigation des Katheters **3** basierend auf dem 3D-Bild berücksichtigbar. Für die zeitliche Synchronisation weist vorzugsweise sowohl der Bildrechner **10** als auch die Recheneinrichtung **23** eine Uhr auf, die beispielsweise über den Rechner **24** miteinander synchronisiert sind.

[0054] Die Position des Patienten P bei der Erfassung des 3D-Bildes kann auch derart festgehalten werden, dass das C-Bogen-Röntgengerät **1** bzw. der Bildrechner **10** dem 3D-Bild zum Zeitpunkt der Erfassung des 3D-Bildes eine Identifikationskennung zuordnet und die Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des 3D-Bildes in Realtime an das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** bzw. die Recheneinrichtung **23** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** übermittelt, wobei die Recheneinrichtung **23** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** die Position des Patienten P inklusive der Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des 3D-Bildes speichert.

[0055] Des Weiteren kann das C-Bogen-Röntgengerät **1** bzw. der Bildrechner **10** zum Zeitpunkt der Erfassung des 3D-Bildes des Patienten P von der Recheneinrichtung **23** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** die Position des Patienten P abrufen und dem erfassten 3D-Bild zuordnen.

[0056] In all diesen Fällen ist dem erfassten 3D-Bild

des Patienten P die Position des Patienten P bei der Erfassung des 3D-Bildes zugeordnet, so dass selbst bei einer Positionsänderung des Patienten P gegenüber der Position, die der Patient P bei der Erfassung des 3D-Bildes eingenommen hat, die einmal ermittelte Transformationsbeziehung nicht neu ermittelt werden muss, sondern entsprechend der Positionsänderung des Patienten P entsprechend angepasst werden kann. Die Fusion oder Überlagerung aktuell ermittelter Mapping-Daten mit Bilddaten des vor der Positionsänderung ermittelten 3D-Bildes bzw. die Einblendung aktueller Abbilder des Katheters **3** in die Bilddaten des vor der Positionsänderung ermittelten 3D-Bildes erfolgt dann auf Basis der der neuen Position des Patienten P entsprechend modifizierten Transformationsbeziehung.

[0057] Sollte die Transmittereinheit **20** beispielsweise aus Platzgründen während der Gewinnung des Volumendatensatzes bzw. des 3D-Bildes mit dem C-Bogen-Röntgengerät von der Patientenlagerungsvorrichtung **5** entfernt werden müssen, so kann vor der Entfernung und nach der Wiederanordnung der Transmittereinheit **20** die Position des Patienten P ermittelt werden. Hat sich der Patient P während der Gewinnung des Volumendatensatzes bzw. des 3D-Bildes bewegt, so ist in Abhängigkeit von den ermittelten Positionswerten vom Anwender zu entscheiden, ob der vor der Entfernung der Transmittereinheit **20** aufgenommene Positionswert, der nach der Wiederanordnung der Transmittereinheit **20** aufgenommene Positionswert oder ein Durchschnittswert dem Volumendatensatz bzw. dem 3D-Bild als Positionswert zugeordnet wird. Auch bei diesem Vorgehen wird die Position des Patienten P während der Erfassung des Volumendatensatzes bzw. des 3D-Bildes ermittelt.

[0058] Anhand von [Fig. 1](#) wurde die Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR bzw. dem mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** gewonnenen 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM bzw. dem Patientenkoordinatensystem CP beschrieben, wobei Marken **6** an dem Patienten P angeordnet wurden. Die Ermittlung der Koordinatentransformation kann jedoch auch in einem sogenannten Offline-Vorgang, d. h. ohne Patienten P, vorgenommen werden. Dies kann wie in [Fig. 2](#) dargestellt beispielsweise derart erfolgen, dass vorzugsweise drei röntgenpositive Positionssensoren **25** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2**, beispielsweise drei Katheter **3**, an der Patientenlagerungsvorrichtung **5** angeordnet und die Koordinaten der Positionssensoren **25** in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM ermittelt werden. Außer-

dem werden mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** wenigstens zwei Röntgenprojektionsbilder unter voneinander verschiedenen Projektionsrichtungen oder ein Röntgen-3D-Bild von den Positionssensoren **25** gewonnen, die Abbilder der Positionssensoren **25** manuell oder mit einem Verfahren der Mustererkennung in den Bildern bzw. dem 3D-Bild lokalisiert und die Koordinaten der Positionssensoren in dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR bzw. in dem den Projektionsbildern bzw. in dem dem 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB ermittelt. Wird basierend auf den in den Koordinatensystemen ermittelten Koordinaten die Koordinatentransformation ermittelt sind das C-Bogen-Röntgengerät **1** und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** relativ zueinander kalibriert.

[0059] Alternativ kann ein Phantom **30** verwendet werden, das mit röntgenpositiven Marken **31** versehen ist. Wird mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** beispielsweise ein 3D-Bild von dem Phantom **30** erzeugt, indem die röntgenpositiven Marken **31** abgebildet sind, so können die Abbilder der Marken **31** wieder manuell durch händisches Anklicken oder automatisch mit einem Verfahren der Mustererkennung in dem 3D-Bild lokalisiert und basierend darauf aufgrund der bekannten Konstruktion des C-Bogen-Röntgengerätes **1** und der bekannten Projektionsgeometrien der dem 3D-Bild zugrundeliegenden 2D-Projektionen die Koordinaten der Marken **31** in dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR bzw. in dem dem 3D-Bild zugeordneten Koordinatensystem CB ermittelt werden. Die Ermittlung der Koordinaten der Marken **31** in dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM erfolgt beispielsweise durch Berührung der Marken **31** mit dem Katheter **3**. Anschließend kann wieder die Koordinatentransformation anhand der in den Koordinatensystemen ermittelten Koordinaten berechnet werden.

[0060] Alternativ können alle Marken **31** des Phantoms **30** Positionssensoren des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** sein, so dass zur Ermittlung der Koordinaten der Marken **31** in dem Koordinatensystem CM des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** die Marken **31** nicht extra mit dem Katheter **3** berührt werden müssen.

[0061] Alternativ kann auch nur eine Marke **31** des Phantoms **30** ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** sein. Sind die Positionen der übrigen Marken **31** des Phantoms **30** dabei relativ zu dem wenigstens einen Positionssensor des Phantoms **30** bekannt, so müssen nur die Koordinaten dieses einen Positionssensors in dem Koordinatensystem CM des elektromag-

netischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** ermittelt werden, während sich die anderen aufgrund ihrer bekannten Positionen zu dem detektierten Positionssensor des Phantoms **30** ermitteln lassen.

[0062] Eine weitere Möglichkeit, eine Beziehung zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM herzustellen, besteht darin, beispielsweise drei Positions- und Orientierungssensoren **35** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung **5** definiert anzuordnen. In diesem Fall ist aufgrund der bekannten konstruktiven Beziehung zwischen dem C-Bogen-Röntgengerät **1** und der Patientenlagerungsvorrichtung **5** und der bekannten konstruktiven Anordnung der drei Positions- und Orientierungssensoren **35** an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung **5** die Transformationsbeziehung zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät **1** zugeordneten Koordinatensystem CR und damit auch zwischen dem einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** aufgenommenen Bild zugeordneten Koordinatensystem CB und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** zugeordneten Koordinatensystem CM durch Erfassung der drei Positions- und Orientierungssensoren **35** mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** ermittelbar. Die drei Positions- und Orientierungssensoren **35** des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** können dabei von der Patientenlagerungsvorrichtung abnehmbar ausgeführt sein, in dem diese beispielsweise in einem oder mehreren abnehmbaren Modulen angeordnet sind.

[0063] Das C-Bogen-Röntgengerät **1** und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** können demnach auch offline relativ zueinander kalibriert werden. Im Anschluss daran können dann Patientenaufnahmen mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** und dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** erfolgen und mit dem C-Bogen-Röntgengerät gewonnene Bilddaten und Mapping-Daten des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems **2** miteinander fusioniert oder einander überlagert werden. Des Weiteren sind Abbilder von mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem **2** erfassbaren Navigationsinstrumenten wie dem Katheter **3** in die mit dem C-Bogen-Röntgengerät **1** erfassten Bilder und/oder in die Mapping-Daten und/oder in miteinander fusionierte oder einander überlagerte Daten einblendbar. Positionsänderungen des Patienten P können dabei, wie bereits beschrieben, durch Detektion des Referenzsensors **22** registriert, ermittelt und entsprechend berücksichtigt werden.

[0064] Die an dem Patienten angeordneten Marken können im Übrigen auch Positions- und Orientierungssensoren des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems sein.

[0065] Des Weiteren können an dem Patienten P mehrere Referenzsensoren angeordnet sein.

[0066] Wie bereits erwähnt können außer dem Katheter **3** auch andere mit einem Positions- und Orientierungssensor versehene Instrumente bei der beschriebenen Vorrichtung eingesetzt werden. Wird z. B. anstelle oder zusätzlich zu dem Katheter **3** ein Katheter eingesetzt mit dem Bildinformationen aus dem Körperinneren gewonnen werden können, beispielsweise dem Ultraschall-Katheter AcuNav von Siemens Medical Solutions, so können die mit diesem Katheter gewonnenen Bilddaten mit Bilddaten des mit dem Bildgebungsgerät gewonnenen 3D-Bildes kombiniert werden. Auch Katheter-Steuerungssysteme wie das Niobe System von Stereotaxis kann bei der Vorrichtung eingesetzt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10340455 A1 [\[0007\]](#)
- DE 10340546 A1 [\[0007\]](#)
- DE 102005016472 A1 [\[0043\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen (H) eines Patienten (P) anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät (1) von dem Patienten (P) gewonnenen Bild und anhand von mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten von dem Patienten (P), bei dem das C-Bogen-Röntgengerät (1) und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) relativ zueinander kalibriert werden, indem eine Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät (1) zugeordneten Koordinatensystem (CR) und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem (CB) und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) ermittelt wird, und bei dem die Position des Patienten (P) während der Erfassung des Bildes und/oder während der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten ermittelt und dem Bild und/oder den elektroanatomischen Mapping-Daten zumindest indirekt zugeordnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem dem C-Bogen-Röntgengerät (1) eine Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert zugeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) wenigstens einen Transmitter (21) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfeldes und einen Katheter (3) mit wenigstens einem Sensor aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Transmitter (21) an dem C-Bogen-Röntgengerät (1) oder an der Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert angeordnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem der Transmitter (21) an dem C-Bogen (7) des C-Bogen-Röntgengerätes (1) definiert angeordnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem der Transmitter (21) von dem C-Bogen-Röntgengerät (1) oder der Patientenlagerungsvorrichtung (5) abnehmbar ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei dem wenigstens ein Positions- und Orientierungssensor (35) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert angeordnet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der we-

nigstens eine Positions- und Orientierungssensor (35) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) von der Patientenlagerungsvorrichtung (5) abnehmbar ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät (1) zugeordneten Koordinatensystem (CR) und/oder dem dem wenigstens einen mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem (CB) und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) anhand von wenigstens einer Marke (6, 25, 31) erfolgt, welche in einem erzeugten Bild abgebildet ist und mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) detektierbar ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Marke (6, 25, 31) eine röntgenpositive Marke (6, 25, 31) ist und in wenigstens zwei unter voneinander verschiedenen Projektionswinkeln aufgenommenen Röntgenprojektionen oder in einem 3D-Bild abgebildet ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das Abbild (16) der Marke (6) in den Projektionsbildern oder dem 3D-Bild manuell oder automatisch mit einem Verfahren der Mustererkennung lokalisiert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem die Marke (6, 31) mit einem Positionssensor (3) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) berührt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem wenigstens eine Marke ein röntgenpositiver Positionssensor (25) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei dem ein mit wenigstens einer Marke (31) versehenes Phantom (30) vorgesehen ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem wenigstens eine Marke des Phantoms (30) ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem alle Marken des Phantoms (30) Positionssensoren des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) sind.

17. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem das Phantom (30) neben dem Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) wenigstens eine weitere Marke aufweist, wobei die Position der wenigstens einen weiteren

Marke des Phantoms (**30**) relativ zu dem wenigstens einen Positionssensor des Phantoms (**30**) bekannt ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, bei dem das Phantom (**30**) und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) derart definiert relativ zueinander angeordnet werden, dass die Koordinatentransformation zwischen einem dem Phantom (**30**) zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) zugeordneten Koordinatensystem (CM) bekannt ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei dem der Patient (P) oder ein Teil oder ein Organ des Patienten (P) mit Marken (**6**) versehen wird, deren Abbilder (**16**) in einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) gewonnenen Bild lokalisierbar sind und welche mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) detektierbar sind.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, bei dem die Position des Patienten (P) während der Katheteranwendung ermittelt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem die Bilddaten des mit dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) gewonnenen Bildes und die elektroanatomischen Mapping-Daten unter Berücksichtigung der Position des Patienten (P) bei der Erfassung des Bildes und der elektroanatomischen Mapping-Daten miteinander fusioniert oder einander überlagert werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, bei dem wenigstens ein Teil eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) erfassbaren Katheters (**3**) oder eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) erfassbaren Instrumentes unter Berücksichtigung der Position des Patienten (P) in das Bild des Patienten (P) und/oder die elektroanatomischen Mapping-Daten eingeblendet wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem der Patient (P) zur Erfassung der Position des Patienten (P) mit wenigstens einem Referenzsensor (**22**) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (**2**) versehen wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem die mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) erfassten Positionen oder Koordinaten relativ zu dem Referenzsensor (**22**) des Patienten (P) erfasst werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, bei dem eine zeitliche Synchronisation zwischen der Erfassung eines Bildes des Patienten (P) mit dem

C-Bogen-Röntgengerät (**1**) und der Position des Patienten (P) erfolgt, wobei einem aufgenommenen Bild die Erfassungszeit zugeordnet wird und die Position des Patienten (P) über der Zeit erfasst wird, so dass durch Zeitvergleich die Position des Patienten (P) zur Erfassungszeit des Bildes ermittelbar ist.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, bei dem das C-Bogen-Röntgengerät (**1**) einem aufgenommenen Bild des Patienten (P) zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes eine Identifikationskennung zuordnet und die Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes an das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) übermittelt, wobei das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) die Position des Patienten (P) inklusive der Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes speichert.

27. Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26, bei dem das C-Bogen-Röntgengerät (**1**) zum Zeitpunkt der Erfassung eines Bildes des Patienten (P) von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) die Position des Patienten (**2**) abrufen und dem erfassten Bild zuordnet.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 27, bei dem bei einer Fusion oder Überlagerung von vor einer Katheteranwendung mit dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) aufgenommenen Bilddaten eines Bildes des Patienten (P) mit vor oder während einer Katheteranwendung aufgenommenen elektroanatomischen Mapping-Daten des Patienten (P) oder bei einer Navigation eines Katheters (**3**) basierend auf vor einer Katheteranwendung mit dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) aufgenommenen Bilddaten eines Bildes des Patienten (P) und/oder basierend auf vor einer Katheteranwendung aufgenommenen elektroanatomischen Mapping-Daten eine Veränderung der Position des Patienten (P) in Bezug auf die aufgenommenen Bilddaten berücksichtigt wird.

29. Vorrichtung zur visuellen Unterstützung einer Katheteranwendung am Herzen (H) eines Patienten (P) anhand von wenigstens einem mit einem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) von dem Patienten (P) gewonnenen Bild und anhand von mit einem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) gewonnenen elektroanatomischen Mapping-Daten von dem Patienten (P), aufweisend ein C-Bogen-Röntgengerät (**1**), ein elektromagnetisches Positionserfassungs- und Mappingsystem (**2**) und wenigstens eine Recheneinrichtung (**10**, **23**, **24**), die zur Ermittlung einer Koordinatentransformation zwischen einem dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) zugeordneten Koordinatensystem (CR) und/oder einem wenigstens einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät (**1**) erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem (CB) und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs-

und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) eingerichtet ist, wobei die Position des Patienten (P) während der Erfassung des Bildes und/oder während der Erfassung der elektroanatomischen Mapping-Daten ermittelbar und dem Bild und/oder den elektroanatomischen Mapping-Daten zumindest indirekt zuordenbar ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, bei der dem C-Bogen-Röntgengerät (1) eine Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert zugeordnet ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, bei der das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) wenigstens einen Transmitter (21) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfeldes und einen Katheter (3) mit wenigstens einem Sensor aufweist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, bei der der Transmitter (21) an dem C-Bogen-Röntgengerät (1) oder an der Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert angeordnet ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32, bei der der Transmitter (21) an dem C-Bogen (7) des C-Bogen-Röntgengerätes (1) definiert angeordnet ist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 31 bis 33, bei der der Transmitter (21) von dem C-Bogen-Röntgengerät (1) oder der Patientenlagerungsvorrichtung (5) abnehmbar ist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 34, bei der wenigstens ein Positions- und Orientierungssensor (35) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) an oder in der Patientenlagerungsvorrichtung (5) definiert angeordnet ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, bei der der wenigstens eine Positions- und Orientierungssensor (35) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) von der Patientenlagerungsvorrichtung (5) abnehmbar ist.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 36, bei der die Ermittlung der Koordinatentransformation zwischen dem dem C-Bogen-Röntgengerät (1) zugeordneten Koordinatensystem (CR) und/oder dem dem wenigstens einen mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) erzeugten Bild zugeordneten Koordinatensystem (CB) und dem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) anhand von wenigstens einer Marke (6, 25, 31) erfolgt, welche in einem erzeugten Bild abgebildet ist und mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) detektierbar ist.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, bei der die Marke (6, 25, 31) eine röntgenpositive Marke (6, 25, 31) ist und in wenigstens zwei unter voneinander verschiedenen Projektionswinkeln aufgenommenen Röntgenprojektionen oder in einem 3D-Bild abgebildet ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, bei der das Abbild (16) der Marke (6) in den Projektionsbildern oder dem 3D-Bild manuell oder automatisch mit einem Verfahren der Mustererkennung lokalisiert wird.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 39, bei der die Marke (6, 31) mit einem Positionssensor (3) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) berührbar ist.

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 40, bei der wenigstens eine Marke ein röntgenpositiver Positionssensor (25) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) ist.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 41, bei der ein mit wenigstens einer Marke (31) versehenes Phantom (30) vorgesehen ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 42, bei der wenigstens eine Marke des Phantoms (30) ein Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) ist.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, bei der alle Marken des Phantoms (30) Positionssensoren des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) sind.

45. Vorrichtung nach Anspruch 43, bei der das Phantom (30) neben dem Positionssensor des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) wenigstens eine weitere Marke aufweist, wobei die Position der wenigstens einen weiteren Marke des Phantoms (30) relativ zu dem wenigstens einen Positionssensor des Phantoms (30) bekannt ist.

46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 42 bis 45, bei der das Phantom (30) und das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) derart definiert relativ zueinander angeordnet werden, dass die Koordinatentransformation zwischen einem dem Phantom (30) zugeordneten Koordinatensystem und einem dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) zugeordneten Koordinatensystem (CM) bekannt ist.

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 46, bei der der Patient (P) oder ein Teil oder ein Organ des Patienten (P) mit Marken (6) versehen ist, deren Abbilder (16) in einem mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) gewonnenen Bild lokalisierbar sind und

welche mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) detektierbar sind.

48. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 47, bei der die Position des Patienten (P) während der Katheteranwendung ermittelt wird.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 48, bei der die Bilddaten des mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) gewonnenen Bildes und die elektroanatomischen Mapping-Daten unter Berücksichtigung der Position des Patienten (P) bei der Erfassung des Bildes und der elektroanatomischen Mapping-Daten miteinander fusioniert oder einander überlagert werden.

50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 49, bei der wenigstens ein Teil eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) erfassbaren Katheters (3) oder eines mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) erfassbaren Instrumentes unter Berücksichtigung der Position des Patienten (P) in das Bild des Patienten (P) und/oder die elektroanatomischen Mapping-Daten eingeblendet wird.

51. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 50, bei der der Patient (P) zur Erfassung der Position des Patienten (P) mit wenigstens einem Referenzsensor (22) des elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystems (2) versehen ist.

52. Vorrichtung nach Anspruch 51, bei der die mit dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) erfassten Positionen oder Koordinaten relativ zu dem Referenzsensor (22) des Patienten (P) erfasst werden.

53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 52, bei der eine zeitliche Synchronisation zwischen der Erfassung eines Bildes des Patienten (P) mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) und der Position des Patienten (2) erfolgt, wobei einem aufgenommenen Bild die Erfassungszeit zugeordnet wird und die Position des Patienten (P) über der Zeit erfasst wird, so dass durch Zeitvergleich die Position des Patienten (P) zur Erfassungszeit des Bildes ermittelbar ist.

54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 53, bei der das C-Bogen-Röntgengerät (1) einem aufgenommenen Bild des Patienten (P) zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes eine Identifikationskennung zuordnet und die Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes an das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) übermittelt, wobei das elektromagnetische Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) die Position des Patienten (P) inklusive der Identifikationskennung zum Zeitpunkt der Erfassung des Bildes speichert.

55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 54, bei der das C-Bogen-Röntgengerät (1) zum Zeitpunkt der Erfassung eines Bildes des Patienten (P) von dem elektromagnetischen Positionserfassungs- und Mappingsystem (2) die Position des Patienten (P) abrufen und dem erfassten Bild zuordnet.

56. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 55, bei der bei einer Fusion oder Überlagerung von vor einer Katheteranwendung mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) aufgenommenen Bilddaten eines Bildes des Patienten (P) mit vor oder während einer Katheteranwendung aufgenommenen elektroanatomischen Mapping-Daten des Patienten (P) oder bei einer Navigation eines Katheters (3) basierend auf vor einer Katheteranwendung mit dem C-Bogen-Röntgengerät (1) aufgenommenen Bilddaten eines Bildes des Patienten (P) und/oder basierend auf vor einer Katheteranwendung aufgenommenen elektroanatomischen Mapping-Daten eine Veränderung der Position des Patienten (P) in Bezug auf die aufgenommenen Bilddaten berücksichtigt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

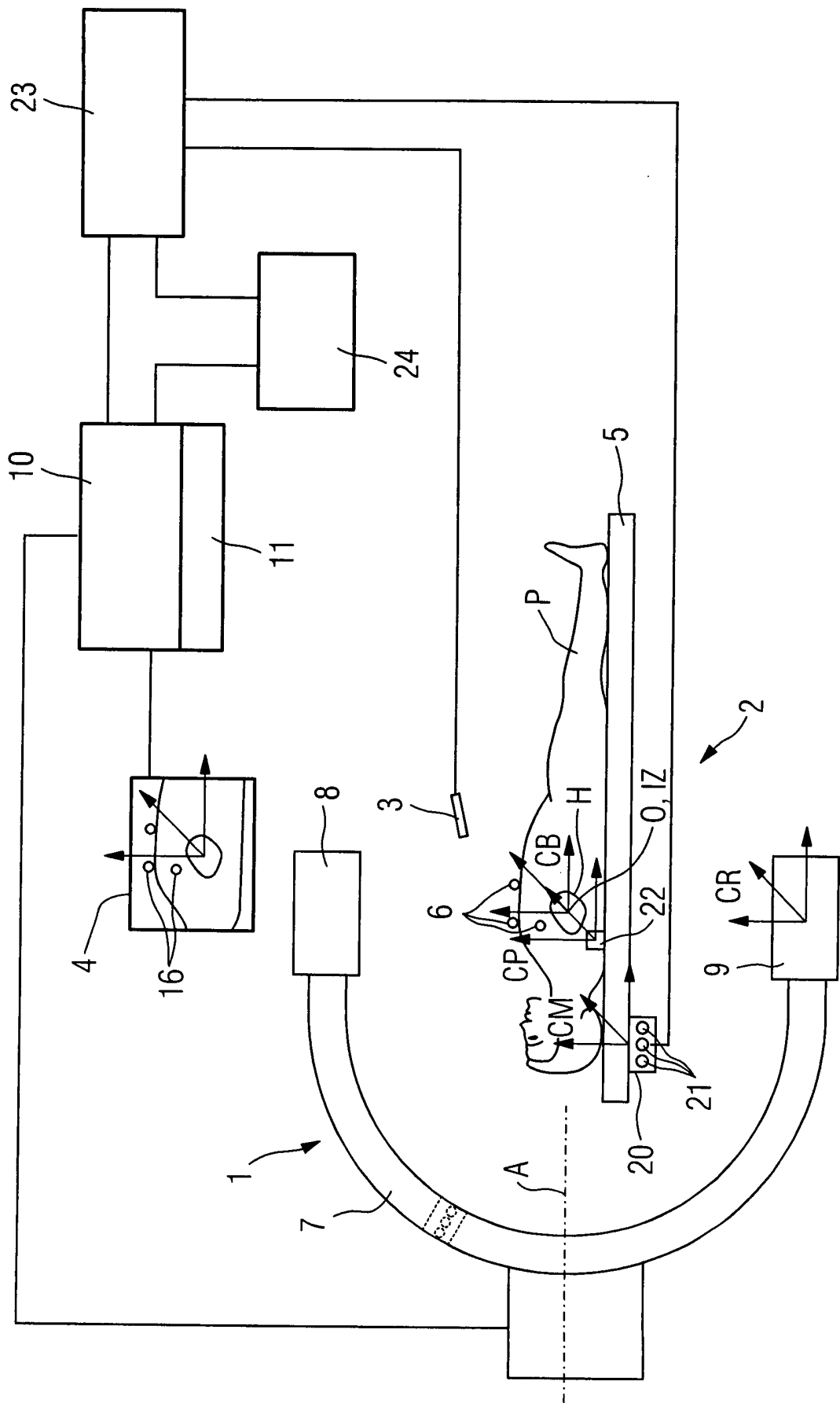


FIG 2

