



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 50 438 A1** 2004.06.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 50 438.9**

(22) Anmeldetag: **29.10.2003**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2004**

(51) Int Cl.7: **A61B 19/00**

A61B 5/055, A61B 8/00, A61B 6/03,

A61B 6/00

(30) Unionspriorität:

10/065595 01.11.2002 US

(74) Vertreter:

Voigt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 65239 Hochheim

(71) Anmelder:

**GE Medical Systems Global Technology Company
LLC, Waukesha, Wisconsin, US**

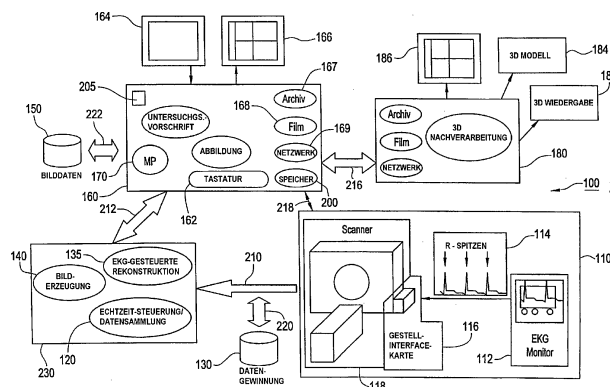
(72) Erfinder:

**Okerlund, Darin R., Muskego, Wis., US; Reddy,
Shankara B., Cedarburg, Wis., US; Sra, Jasbir S.,
Pewaukee, Wis., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zur medizinischen Interventionsverfahrenplanung**

(57) Zusammenfassung: Ein Bildgebungssystem zur Verwendung bei einer medizinischen Eingriffsverfahrensplanung enthält ein medizinisches Scannersystem zum Erzeugen eines Volumens von Herzbilddaten, ein Datengewinnungssystem zum Gewinnen des Volumens von Herzbilddaten, ein Bilderzeugungssystem zum Erzeugen eines sichtbaren Bildes aus dem Volumen von Herzbilddaten, eine Datenbank zum Speichern von Information aus den Datengewinnungs- und Bilderzeugungssystemen, ein Bediener-Interfacesystem zum Verwalten des medizinischen Scannersystems, des Datengewinnungssystems, des Bilderzeugungssystems und der Datenbank, und ein Nachverarbeitungssystem zum Analysieren des Volumens von Herzbilddaten, bildlichen Darstellen des sichtbaren Bildes und das auf das Bediener-Interfacesystem anspricht. Das Bediener-Interfacesystem enthält Befehle zum Verwenden des Volumens von Herzbilddaten und des sichtbaren Bildes für eine bi-ventrikuläre Schrittmacherplanung, eine atriale Fibrillations-Verfahrensplanung oder eine atriale Flutterverfahrensplanung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Bildgebungssystem und insbesondere auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verwendung des Bildgebungssystems bei der medizinischen Eingriffsverfahrensplanung.

Stand der Technik

[0002] In modernen Gesundheitsvorsorgeeinrichtungen sind medizinische Untersuchungs- und Bildgebungssysteme vorhanden. Derartige Systeme sorgen für unschätzbare Werkzeuge zum Identifizieren, Untersuchen und Behandeln physikalischer Bedingungen und verringern stark das Erfordernis für chirurgische diagnostische Eingriffe. In vielen Fällen erfolgen eine endgültige Diagnose und Behandlung nur nachdem ein behandelnder Arzt oder Radiologe übliche Untersuchungen mit detaillierten Bildern von relevanten Bereichen und Geweben über eine oder mehrere Bildgebungsarten abgeschlossen hat.

[0003] Medizinische Untersuchung und Behandlung kann auch unter Verwendung eines Eingriffsverfahrens ausgeführt werden, wie beispielsweise einer Intervention bei einem angestauten Herzfehler (CHF von congestive heart failure). Es wird geschätzt, dass etwa 6–7 Millionen Menschen in den Vereinigten Staaten und Europa CHF haben. Einige Patienten mit CHF erleiden auch einen Linksschenkelblock (LBBB von left bundle branch block), der das elektrische Leitungssystem des Herzens negativ beeinflusst. Bei Patienten mit CHF und LBBB entsteht ein verzögerter linker Kammerausstoß aus einer verzögerten ventrikulären Depolarisation und bei Vorhandensein von LBBB ist die ventrikuläre Kontraktion asymmetrisch, was eine ineffektive Kontraktion des linken Ventrikels (Kammer) bewirkt. Eine Resynchronisations-Therapie des Herzens, wobei sowohl die rechte Ventrikel (RV) als auch linke Ventrikel (LV) gleichzeitig einem Schrittmacher ausgesetzt werden, hat sich als wirksam gezeigt beim Verbessern von Symptomen bei Patienten mit CHF und LBBB. Eine derzeitige klinische Behandlung für diesen Zustand ist ein bi-ventrikulärer Schrittmachereingriff, der beinhaltet: Anordnen von RV und Rechtsatrium (RA)-Leitern, Anordnen einer Hülle in dem Koronarsinus (CS), Ausführen eines CS Angiogramms, zum Abgrenzen eines geeigneten Zweiges für die LV Leiteranordnung, Anordnen des Leiters für den LV Schrittmacher in den posterioren oder lateralen Zweigen des CS und Anlegen von Schrittmachersignalen an die RV und LV Leiter, um die Schrittmachung gleichzeitig für den RV und LV zur Synchronisation auszuführen.

[0004] Eine bi-ventrikuläre Schrittmachertherapie kann ein längeres Verfahren enthalten, kann zu einer erfolglosen Leiteranordnung in dem CS aufgrund der CS Anatomie führen oder der Leiter selbst kann sich von dem CS lösen. In den meisten Fällen werden diese Situationen nur zur Zeit des Eingriffsverfahrens

identifiziert, was einen Abbruch des Verfahrens oder die Planung von einem zweiten Verfahren zur Folge hat, wobei unter Verwendung eines chirurgischen Einschnittes der LV Leiter epikardial angeordnet wird.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0005] In einem Ausführungsbeispiel enthält ein Bildgebungssystem zur Verwendung bei der medizinischen Eingriffsverfahrensplanung ein medizinisches Scannersystem zum Generieren eines Volumens von Herzbilddaten, ein Datengewinnungssystem zum Gewinnen des Volumens von Herzbilddaten, ein Bilderzeugungssystem zum Generieren eines sichtbaren Bildes von dem Volumen der Herzbilddaten, eine Datenbank zum Speichern von Information aus dem Datengewinnungs- und Bilderzeugungssystemen, ein Operator-Interfacesystem zum Managen des medizinischen Scannersystems, des Datengewinnungssystems, des Bilderzeugungssystems und der Datenbank und ein Nachbearbeitungssystem zum Analysieren des Volumens von Herzbilddaten und zum bildlichen Darstellen des sichtbaren Bildes und das auf das Operator-Interfacesystem anspricht. Das Operator-Interfacesystem enthält Befehle zum Verwenden des Volumens von Herzbilddaten und des sichtbaren Bildes für die bi-ventrikuläre Schrittmacherplanung, eine atriale Fibrillations-Verfahrensplanung oder eine Vorhofflatter-Verfahrensplanung.

[0006] In einem anderen Ausführungsbeispiel enthält ein Computersystem zur Verwendung in einem medizinischen Interventionsverfahren einen Datenport zum Empfangen von Sondeninformation aus dem medizinischen Interventionsverfahren, eine Datenbank zum Speichern von Information, die aus einer Sitzung der Eingriffsverfahrensplanung gewonnen ist, einen Speicher, der Befehle zum Managen der an dem Datenport empfangenen Sondeninformation und der in der Datenbank gespeicherten Information aufweist, einen Prozessor zum Analysieren der Information an dem Datenport in Verbindung mit der in der Datenbank gespeicherten Information, ein Operator-Interfacesystem zum Managen des Speichers und des Prozessors und einen Bildschirm, der auf das Operator-Interface anspricht zum Sichtbarmachen der Information in der Datenbank in Verbindung mit der Information an dem Datenport.

[0007] In einem weiteren Ausführungsbeispiel enthält ein Verfahren zum Generieren eines Bildes zur Verwendung bei einer medizinischen Eingriffsverfahrensplanung das Gewinnen eines Volumens von Herzbilddaten aus einem medizinischen Scanner, Managen des Volumens von Herzbilddaten durch Segmentierung, Verarbeiten der Herzbilddaten zur Sichtbarmachung, Betrachten der Herzbilddaten in einem sichtbaren Bild, Einsetzen eines geometrischen Markers in das Volumen von Herzbilddaten an einer anatomischen Markierung für eine nachfolgende Sichtbarmachung, Analyse und Registrierung,

Wählen eines sichtbaren Parameters als Antwort auf den geometrischen Marker an der anatomischen Markierung und Speichern eines sichtbaren Bildes, einer anatomischen Markierung oder eines gemessenen sichtbaren Parameters in einer Bild-Datenbank.

[0008] In einem anderen Ausführungsbeispiel enthält ein Verfahren zur Verwendung eines Volumens von Herzbilddaten während eines medizinischen Eingriffsverfahrens, dass ein Verfahrensplanungsbild aus einer Bild-Datenbank geladen wird, das Verfahrensplanungsbild betrachtet wird, eine Sonde in ein Gefäß von einem Patienten während des Eingriffsverfahrens eingeführt wird, eine Markierung des von der Sonde erfassten Gefäßes aus dem Eingriffsverfahren identifiziert wird, das Koordinatensystem des Eingriffsverfahrens mit dem Koordinatensystem von dem Verfahrensplanungsbild in Übereinstimmung gebracht wird und das Verfahrensplanungsbild als Antwort auf die Position von der angelegten Sonde bildlich dargestellt wird zum Ausführen eines Gefäßfolgeverfahrens in Realzeit auf das sondierte Gefäß.

Ausführungsbeispiel

[0009] Es wird nun auf die Figuren Bezug genommen, die Ausführungsbeispiele darstellen und in denen gleiche Elemente mit der gleichen Bezugszahl versehen sind:

[0010] **Fig. 1** zeigt eine verallgemeinerte schematische Darstellung von einem Bildgebungssystem zur Verwendung bei der medizinischen Eingriffsverfahrensplanung;

[0011] **Fig. 2** zeigt ein verallgemeinertes Fließbild von einem Verfahren zum Implementieren von einem Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Verwendung des Bildgebungssystems gemäß **Fig. 1**;

[0012] **Fig. 3** zeigt ein Fließbild von einem Verfahren zum automatischen Festlegen des dynamischen Segmentierungs-Schwellenwertes zur Gefäßverfolgung des Koronarsinus für Kontrast-verstärkte Untersuchungen von sowohl der Arterien- als auch Venenphase gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0013] **Fig. 4** ein Fließbild von einem Prozess zur Verwendung des Verfahrens und der Einrichtung von einem Ausführungsbeispiel der Erfindung während eines Eingriffsverfahrens zeigt;

[0014] **Fig. 5** ein Tauchbild von dem Koronarsinus-Ursprung von innerhalb des rechten Atriums zeigt, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung generiert ist, und

[0015] **Fig. 6** ein Tauchbild von dem Koronarsinus nahe dem Schnitt von dem Koronarsinus und dem Zirkumflex zeigt, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung generiert ist.

Detaillierte Beschreibung

[0016] Eine detaillierte Beschreibung von einem

Ausführungsbeispiel der Erfindung wird hier als Beispiel und nicht als Einschränkung unter Bezugnahme auf die **Fig. 1-3** gegeben.

[0017] **Fig. 1** zeigt eine verallgemeinerte schematische Darstellung von einem Bildgebungssystem **100** zur Verwendung bei der medizinischen Eingriffsverfahrensplanung, wie beispielsweise eine bi-ventrikuläre Verfahrensplanung, eine atriale bzw. Vorhof-Fibrillations-Verfahrensplanung oder eine Vorhof-Flatter-Verfahrensplanung. Das Bildgebungssystem **100** enthält: ein medizinisches Scannersystem **110** zum Generieren von Herzbilddaten, wie beispielsweise Bilddaten von dem rechten Vorhof (Atrium) und dem Koronarsinus, ein Datengewinnungssystem **120** zum Gewinnen von Herzbilddaten aus dem medizinischen Scannersystem **110**, eine Gewinnungs-Datenbank **130** zum Speichern der Herzbilddaten aus dem Datengewinnungssystem **120**, ein Bilderzeugungssystem **140** zum Generieren eines sichtbaren Bildes von den Herzbilddaten, die in der Gewinnungs-Datenbank **130** gespeichert sind, eine Bild-Datenbank **150** zum Speichern des sichtbaren Bildes aus dem Bilderzeugungssystem **140**, ein Operator-Interfacesystem **160** zum Managen des medizinischen Scannersystems **110** und der Herzbilddaten und des sichtbaren Bildes in den Datenbanken **130**, **150**, die zu einer Datenbank kombiniert sein können, und ein Nachverarbeitungssystem **180** zum Analysieren und bildlichen Darstellen des sichtbaren Bildes in der Datenbank **150** und das auf das Operator-Interfacesystem **160** anspricht. Eine Nachverarbeitungs-Software in dem Nachverarbeitungssystem **180** enthält Befehle und ist deshalb in der Lage, Daten und Monitorbilder zu analysieren, um dadurch das Nachverarbeitungssystem **180** von einem allgemeinen Nach-Prozessor zu einem spezialisierten Nach-Prozessor umzuwandeln. Abgetastete Daten, die in ein sichtbares Bild umgewandelt werden können, werden hier als Bilddaten bezeichnet.

[0018] System-Kommunikationslinks **210**, **212**, **216**, **218** und Datenbank-Kommunikationslinks **220**, **222** bilden ein Mittel für eine Signalkommunikation unter und zwischen den Systemen **110**, **120**, **140**, **160**, **180** und den Datenbanken **130**, **150**. Die Kommunikationslinks **210-222** können fest verdrahtet oder drahtlos sein. Das Operator-Interfacesystem **116** kann ein alleinstehendes Input/Output-Terminal oder ein Computer sein, der Befehle in verschiedenen Computersprachen zur Verwendung auf verschiedenen Computer-Plattformen enthält, wie beispielsweise DOSTM-basierte Computersysteme, AppleTM-basierte Computersysteme, WindowsTM-basierte Computersysteme, HTML-basierte Computersysteme oder ähnliches.

[0019] Das Operator-Interfacesystem **160** enthält einen Prozessor **170**, wie beispielsweise einen Mikroprozessor, zum Managen des medizinischen Scannersystems **110**, zum Managen der Datengewinnungs- und Bilderzeugungssysteme **120**, **140**, zum Verarbeiten und Managen der Information in den

Gewinnungs- und Bild-Datenbanken **130**, **150** und zum Managen der Nachverarbeitung an dem Nachverarbeitungssystem **180**. Das Operator-Interfacesystem **160** enthält ferner: einen Speicher **200**, der spezielle Befehle in Bezug auf ein bi-ventrikuläres Herzschrittmacher-Planungsverfahren, Benutzer-Eingabemittel, wie beispielsweise eine Tastatur **162**, und Benutzer-Ausgabemittel enthält, wie beispielsweise Bildschirme **164**, **166**. Der Bildschirm **164** kann für eine Untersuchungs-Vorbeschreibung eingerichtet sein, und der Bildschirm **166** kann zur Sichtbarmachung eingerichtet sein. Alternativ können die Bildschirme **164** und **166** in einen Bildschirm integriert sein. Die Untersuchungs-Vorbeschreibung enthält Eingabe-Parameter wie: SCAN oder Bereich von Scan-Definition, Datengewinnungssteuerung, Scannerbildsteuerung und ähnliches. Das Operator-Interfacesystem **160** kann auch während eines tatsächlichen Eingriffsverfahrens verwendet werden, um sowohl Planungsbilder des Eingriffsverfahrens als auch Realzeitbilder des Eingriffsverfahrens darzustellen, wie es nachfolgend erläutert wird. Während eines tatsächlichen medizinischen Eingriffsverfahrens empfängt der Datenport **205** Information von einer medizinischen Sonde, wie beispielsweise einem Katheter, wodurch Planungsdaten des Eingriffsverfahrens auf Realzeitbasis während des tatsächlichen Eingriffsverfahrens analysiert werden können.

[0020] Das medizinische Scannersystem **110** enthält einen Elektrokardiogramm (EKG)-Monitor **112**, der R-Spitzen-Ereignisse **114**, die im Allgemeinen den Beginn von einem Herzzyklus bezeichnen, über eine Interface-Karte **116** in einen Scanner **118** abgeben. Die Interface-Karte **116** ermöglicht eine Synchronisation zwischen den Scannerdaten und den EKG Monitordaten. Alternativ kann die Interface-Karte **116** verwendet werden, um den EKG Monitor **112** mit dem Scanner **118** zu verbinden. Ein Beispiel von einer Interface-Karte **116** ist eine Gantry-Interface-Karte. Der als Beispiel gezeigte Scanner **118** ist ein Herz-Computer-Tomographie(CT)-System mit Unterstützung zur Herz-Bildgebung, aber der dargestellte Scanner **118** ist nur zu Beispielszwecken angegeben; andere bekannte Bildgebungssysteme können ebenfalls verwendet werden. Beispiele von anderen Bildgebungssystemen enthalten, ohne darauf beschränkt zu sein, Röntgensysteme (einschließlich sowohl konventioneller als auch digitaler oder digitalisierter Bildgebungssysteme), Magnetresonananz(MR)-Systeme, Positron-Emission-Tomographie(PET)-Systeme, Ultraschallsysteme, Nuklearmedizinssysteme und 3D Fluoreszenzsysteme. Das medizinische Scannersystem enthält auch EKG-gesteuerte Gewinnungs- oder Bildrekonstruktionsfähigkeiten (bei **135**), um das Herz bewegungsfrei, üblicherweise in seiner diastolischen Phase, darzustellen. Das medizinische Scannersystem **110** enthält ferner eine Schaltungsanordnung zum Gewinnen von Bild-daten und zum Transformieren der Daten in eine nutzbare Form, die dann verarbeitet wird, um ein re-

konstruiertes Bild von interessierenden Merkmalen in dem Patienten hervorzurufen. Die Bilddatengewinnungs- und Verarbeitungsschaltung wird häufig als ein "Scanner" bezeichnet, und zwar unabhängig von dem Typ des Bildgebungssystems, weil eine gewisse Art von physikalischer oder elektronischer Abtastung häufig bei dem Bildgebungsprozess auftritt. Die jeweiligen Komponenten des Systems und der damit in Beziehung stehenden Schaltung unterscheiden sich stark zwischen den Bildgebungssystemen aufgrund der unterschiedlichen physikalischen und Datenverarbeitungserfordernisse des jeweiligen Systems. Es wird jedoch deutlich, dass die vorliegende Erfindung unabhängig von der Wahl eines bestimmten Bildgebungssystems angewendet werden kann.

[0021] Daten, die von dem Scanner **118** in das Subsystem **230** abgegeben werden, enthalten Software, um die Datengewinnung in dem Datengewinnungssystem **120** und eine Bilderzeugung in dem Bilderzeugungssystem **140** auszuführen. Für eine Datensteuerung wird durch das Operator-Interfacesystem **160** oder in dem Subsystem **230** über einen Kommunikationslink **212** gesorgt. Daten, die von dem Scanner **118** abgegeben werden, einschließlich den R-Spitzen-Ereignissen **114**, werden in der Gewinnungs-Datenbank **130** gespeichert. Die Datengewinnung in dem System **120** wird nach einem oder mehreren Gewinnungs-Protokollen ausgeführt, die zur bildlichen Darstellung des Herzens optimiert sind, und speziell zur bildlichen Darstellung von dem rechten Vorhof und/oder Koronarsinus. Die Bilderzeugung in dem System **140** wird unter Verwendung von einem oder mehreren optimierten 3D Protokollen für eine automatisierte Bildsegmentierung von dem CT Bild-Datensatz ausgeführt, wodurch ein Bild von der inneren Oberfläche von dem rechten Atrium und/oder dem Koronarsinus geliefert wird.

[0022] Bilddaten von dem Bilderzeugungssystem **140** werden über die Verbindung (Link) **212** zum Operator-Interfacesystem **160** übertragen. Die Bilddaten, die durch die Software am Operator-Interface **160** zur Untersuchungs-Vorbeschreibung und Sichtbarmachung verwendet werden, werden in der Bild-Datenbank **150** gespeichert. Die Bilddaten können archiviert werden (bei **167**), auf einen Film gebracht werden (bei **168**) oder über ein Netzwerk **169** zur dem Nachverarbeitungssystem **180** geschickt werden für eine Analyse und Betrachtung, einschließlich 3D Nachbearbeitung. Die Nachbearbeitungs-Software, die in dem Nachbearbeitungssystem **180** verwendet wird, führt eine Segmentierung der Bildvolumendaten des Herzens aus, um relevante Substrukturen zu extrahieren, wie beispielsweise rechten Vorhof und Koronarsinusgefäß, die ein Subvolumen oder 3D Modell von der Substruktur definieren. Die Nachverarbeitungs-Software sorgt auch für 3D Wiedergaben einschließlich Tauch-(oder Navigator-)Ansichten, das heißt Sichtbarmachung von der Innenseite des rechten Vorhofs und des Koronarsinus. Diese speziellen Ansichten können in einer 3D

Wiedergabedatei **182** gespeichert werden, und ein geometrisches Modell von diesen Strukturen und Substrukturen können in einer 3D Modelldatei **184** gespeichert werden, die in der Bild-Datenbank **150** gespeichert wird, und sie können durch den Operator von dem Operator-Interfacesystem **160** während entweder der medizinischen Planung des Eingriffsverfahrens oder während des Eingriffsverfahrens selbst betrachtet werden, wie beispielsweise in Kombination mit einer Projektionsdarstellung während eines 3D Fluoreszenzverfahrens, das alternativ als ein Eingriffsbild bezeichnet wird. Im Falle des Koronarsinus ist die innere Gefäßoberfläche klar definiert in der 3D Wiedergabe **182** und dem 3D Modell **184**. Das 3D Modell **184** kann anatomische oder geometrische Markierungen enthalten, wie beispielsweise rechte Vorkammer, Koronarsinus oder Thebisches Ventil, die dafür verwendet werden können, die 3D Übereinstimmung des 3D Modells **184** mit dem Koordinatensystem der anatomischen Strukturen herzustellen, die auf dem Operator-Interfacesystem **160** während eines Eingriffsverfahrens gesehen werden, wodurch eine gleichzeitige Benutzung des 3D Modells **184** während eines nachfolgenden Eingriffsverfahrens ermöglicht wird, wie beispielsweise mit einem Projektionsbild während eines 3D Fluoreszenzverfahrens. Das Koordinatensystem, das sich auf die anatomischen Strukturen bezieht, wie sie während eines Eingriffsverfahrens gesehen werden, wird als das Eingriffs-Koordinatensystem bezeichnet. Das 3D Modell **184** kann in einem von mehreren Formaten exportiert werden: ein geometrisches Drahtgittermodell, ein geometrisches Festkörpermodell; ein Satz von Konturen, die mit jeder Bildscheibe verbunden sind; ein segmentiertes Volumen von binären Bildern; eine Lauflängen-kodierte binäre Segmentierungsmaske (wobei eine Segmentierungsmaske den Ort von interessierenden Voxeln darstellt); oder ein medizinisches digitales Bildgebungsobjekt, das einen Strahlungstherapie (RT) Objektstandard oder ein ähnliches Objekt verwendet. Andere bekannte Formate können ebenfalls verwendet werden, um die 3D Modelle **184** zu speichern und zu exportieren. Zusätzlich kann der Operator die 3D Wiedergabe und das Modell **182**, **184** auf einem Bildschirm (Display) **186** sehen. Die 3D Wiedergaben können 3D Kamerainformation (beispielsweise 3D Position, Sichtwinkel und Sichtvektor) enthalten, die spezifizieren, wie das Eingriffssystem das 3D Modell in der gleichen Orientierung wiedergeben kann. In einem anderen Ausführungsbeispiel könnte das Operator-Interface **160** die Funktionen von dem Nachverarbeitungssystem **180** enthalten. In einem noch weiteren Ausführungsbeispiel kann der Bildschirm **186** mit den Bildschirmen **164** und **166** integriert sein.

[0023] Die Software von dem Nachverarbeitungssystem **180** enthält analytische Methoden zum Ausführen von Gefäßnachführung, die dem Benutzer des Operator-Interfacesystems **160** die Fähigkeit gibt, verschiedene Parameter von dem Koronarsinus oder

von einem anderen interessierenden Gefäß zu analysieren und zu betrachten, die enthalten: Den Durchmesser und die Bahnlänge von dem Gefäß oder Gefäßsegment, die signifikanten Zweige des Gefäßes, den Krümmungsgrad (den Biegungsgrad) des Gefäßes und den Grad der Verstopfung in dem Gefäß. Die Möglichkeit, eine Gefäßnachführung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung auszuführen, gibt dem Operator die Möglichkeit, eine analytische Untersuchung während des bi-ventrikulären Schrittmacherplanverfahrens auszuführen, ohne physikalisch eine analytische Sonde in den Patientenkörper einzuführen. Die Nachverarbeitungs-Software verwendet auch bekannte 3D Modell-Manipulationstechniken, wie beispielsweise Rotation und isometrische Betrachtung, um dem Operator zu ermöglichen, beispielsweise das 3D Modell von dem CS oder seinen Verzweigungen in unterschiedlichen Ebenen sichtbar zu machen, wie beispielsweise Querschnittsansichten (wo die Ebene senkrecht zu einem Richtungsvektor ist, der auf der Mittellinie des Gefäßes angeordnet ist) und Längsschnittansichten (wo die Ebene parallel zu und ein Segment des Gefäßes einschließend ist). Die Nachverarbeitungs-Software sorgt auch für "gewinkelte" Ansichten von dem CS, die eine gekrümmte Reformatansicht (wo die Gefäßnachführungsinformation auf eine einzige Ansicht projiziert wird) und eine "Lumen-Ansicht" enthalten (wo das Gefäß begradigt und in einer Ebene zu Meß/Analyse-Zwecken gezeigt ist). Die Gefäßnachführungs-Nachverarbeitungs-Software enthält auch die Möglichkeit, einen geometrischen Marker an der Mittellinie von dem CS anzuordnen und eine vektorielle Nachführung durch das Gefäß entlang der Mittellinie des Gefäßes auszuführen.

[0024] Die Nachverarbeitungs-Software enthält auch einen Algorithmus zum automatischen Einstellen des dynamischen Segmentierungs-Schwellenwertes, der bei der Gefäßnachführungs-Segmentierung verwendet wird, so dass der Koronarsinus sowohl für Arterien- als auch Venenphasen-Kontrast-verstärkte Untersuchungen verwendet werden kann. Da die Intensität der Voxel innerhalb des Koronarsinus für Bilder aus einer Arterienphasen-Datengewinnung kleiner sein würde, aufgrund des Einflusses, den Blut auf die Bildintensität hat, muss der Segmentierungs-Schwellenwert in geeigneter Weise eingestellt werden, um eine richtige Segmentierungs-Bildgebung zu erhalten. Bildhelligkeit wird vor der Segmentierung festgelegt und gemäß dem Vorhandensein von einer Arterien- oder Venenphasen-Untersuchung. Die Fähigkeit der Nachverarbeitungs-Software, automatisch zwischen den unterschiedlichen Bildkontrasten von einer Arterien- oder Venenphasen-Untersuchung zu unterscheiden, wird als Kontrast-verstärkte Segmentierungsanalyse bezeichnet, die später unter Bezugnahme auf **Fig. 3** erläutert wird.

[0025] **Fig. 2** zeigt ein Fließbild von einem Beispiel eines Prozesses **300**, durch den Bilddaten, die auf ei-

nem Herz-CT hervorgerufen sind, zur medizinischen Eingriffsplanung, und insbesondere zur bi-ventrikulären Schrittmacherplanung, verwendet werden. Der als Beispiel gezeigte Prozess **300** kann in Verbindung mit der Verwendung des Bildgebungssystems **100** benutzt werden.

[0026] Der Prozess **300** beginnt am Schritt 305, wo ein Datenvolumen auf dem CT Scanner **118** des Herzens unter Verwendung eines Protokolls gewonnen wird, das für den rechten Vorhof und/oder dem Koronarsinus optimiert ist. Ein Beispiel von einem Protokoll, das verwendet werden könnte, ist ein Gefäß-Bildgebungsprotokoll, das eine wendelförmige Scan-Gewinnungstechnik mit gesteuerter Rekonstruktion benutzt. In einem Ausführungsbeispiel könnten Parameter, die durch das Gefäß-Bildgebungsprotokoll verwendet werden, 0,5 Sekunden Gantry-Perioden mit 0,375 Wendelsteigungsfaktoren enthalten, die eine Einzel- oder Vielsektor-Herzrekonstruktion verwenden. Parameter könnten auch 120 Kilovolt, 250 Milliampere und 1,25 Millimeter Bilddicke auf einem Vielscheiben-CT Scanner enthalten. Die Erzeugung eines Datenvolumens wird dadurch erreicht, dass viele Zeitfolgescheiben von abgetasteten Daten kombiniert werden.

[0027] Am Schritt 310 wird ein Management bzw. eine Verwaltung des Bild-Datensatzes erreicht durch Segmentieren der Daten unter Verwendung von Nachverarbeitungs-Software, die ein 3D Protokoll enthält, das zum Extrahieren von Daten ausgelegt ist, die sich auf die Innenfläche von dem rechten Atrium und/oder Koronarsinus beziehen. Die Segmentierung von Daten aus einem Datensatz bezieht sich auf die Extraktion von einem speziellen Abschnitt von dem Datensatz, der sich auf eine anatomische Markierung von Interesse bezieht, wie beispielsweise das rechte Atrium, den Koronarsinus oder einen externen anatomischen Marker (z.B. einen Marker außerhalb des Patienten). Eine Eingabe von einem Operator, über ein Operator-Interfacesystem **160**, das in Verbindung mit **Fig. 1** erläutert wurde, liefert die nötige Information, ob der Datensatz gemäß einem Algorithmus für das rechte Atrium oder den Koronarsinus verwaltet werden sollte. In einem Ausführungsbeispiel können die Funktionen der Nachverarbeitungs-Software Gefäßnachführungsanalyse und die Wahl von Bildhelligkeits-Schwellenwerten enthalten. Der Datenmanagementprozess am Schritt 310 kann eine oder mehrere Schleifen von dem Operator erfordern, und während dieser Zeit kann der Operator schrittweise durch den Prozess laufen. Üblicherweise enthalten diese SW-Schleifen beispielsweise Anbringen eines Punktes am Ursprung von dem CS und am entfernten Ende von jedem Zweig des CS, um eine Gefäßnachführung zu erleichtern. Das 3D Protokoll enthält Standardansichten für das abgetastete Objekt und Standard-Verarbeitungsschritte, die auf die Bilddaten ausgeführt werden können, wodurch eine automatisierte Prozedur für die 3D Segmentierung, Sichtbarmachung, Analyse und den Export ge-

liefert wird. Die Verwendung des automatisierten Prozesses wird an dem Operator-Interfacesystem **160** gemanagt, wo ein Operator die geeignete automatisierte Prozedur, die befolgt werden soll, wählt, beispielsweise ob das rechte Atrium oder der Koronarsinus analysiert werden soll.

[0028] Am Schritt 315 wird eine Bearbeitung der Bilddaten zur Betrachtung ausgeführt und ein 3D Modell erzeugt.

[0029] Am Schritt 320 wird das rechte Atrium und/oder der Koronarsinus betrachtet oder sichtbar gemacht unter Verwendung von Multiplanar-Volumen-Reformat (MPVR), Maximal-Intensität-Projektion (MIP), 3D Oberflächenwiedergabe oder Volumenwiedergabe (VR), die eine Tauchsicht (d.h. Ansicht von innen) enthalten können. Es steht eine Vielzahl von 3D Softwarepaketen zur Herzvolumenanalyse und Herzbild-Qualitätsanalyse zur Verfügung.

[0030] Am Schritt 325 fügt der Operator einen geometrischen Marker (beispielsweise eine Kugel) in das Volumen an einer anatomischen Markierung für eine anschließende Sichtbarmachung oder Analyse ein. Es können viele geometrische Marker und geometrische Markierungen (Landmarks) zur gleichen Zeit eingefügt und sichtbar gemacht werden. Geometrische Markierungen können in einem unterschiedlichen Farbschema als die Innenfläche von einer anatomischen Markierung, beispielsweise dem Koronarsinus, sichtbar gemacht werden. Alternativ können geometrische Marker in das Volumen an den geometrischen Markierungen eingefügt werden, und der Koronarsinus kann in einer durchsichtigen Weise sichtbar gemacht werden, wobei die geometrischen Markierungen in einer undurchsichtigen Weise gesehen werden. Weiterhin können unterschiedliche geometrische Marker verwendet werden, um unterschiedliche anatomische Markierungen zu identifizieren, wodurch gestattet wird, dass viele Volumina bei unterschiedlichen Durchsichtigkeitsgraden wiedergegeben werden. Beispielsweise kann ein Modell von dem Herzen in einer durchsichtigen Weise wiedergegeben werden, und ein Modell von dem CS kann in einer undurchsichtigen Weise wiedergegeben werden, wodurch gestattet wird, dass das CS im Kontext von dem gesamten Herzen betrachtet wird. Ein Werkzeug zur Volumenwiedergabe, wie beispielsweise dasjenige, das zuvor unter Bezugnahme auf den Schritt 315 beschrieben wurde, kann zum Ausführen dieses Schrittes verwendet werden. In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der Operator schrittweise durch die Sichtbarmachungs- und Markierungsidentifikationsprozedur geleitet.

[0031] Am Schritt 330 wählt der Operator einen sichtbaren Parameter, der gemessen oder betrachtet werden soll, wie beispielsweise den Durchmesser von dem Koronarsinus, die Bahnlänge von dem Koronarsinus, die Betrachtung von signifikanten Verzweigungen des Koronarsinus, die Größe der Krümmung (Biegungsgrad) des Koronarsinus, die Größe des Grades der Verstopfung, Stenosis, innerhalb des

Koronarsinus, indem eine geometrische Markierung gewählt wird, die einer am Schritt 325 eingefügten anatomischen Markierung zugeordnet ist, wodurch die Nachverarbeitungs-Software dann den gewählten Parameter berechnet und eine Anzeige der Messung oder des Bildes liefert. Geeignete **3D** Wiedergaben für diese Analyse enthalten gekrümmte Reformat- und Lumen- bzw. Hohlraumansichten.

[0032] Am Schritt 335 werden spezielle 3D Modelle oder Wiedergaben (**3D** Ansichten), die für eine visuelle Bezugnahme während des medizinischen Eingriffsplanungsverfahrens angefordert wurden, gespeichert. Diese **3D** Ansichten können ein sichtbares Herzbild, eine anatomische Markierung oder einen gemessenen sichtbaren Parameter aufweisen. Die 3D Ansichten können auf verschiedene Art und Weise gespeichert werden, wozu medizinische digitale Bilder mit Industriestandard, Filme oder ein Multimedia-Format gehören. Diese **3D** Ansichten könnten auch mit dem Projektionsbild auf einem Fluoreszenzsystem gemischt sein. Ein Fluoreszenzsystem kann enthalten, dass eine Röntgenröhre an einer präzisen Stelle in Bezug auf den Patienten und ein Detektor auf der anderen Seite von dem Patienten angeordnet werden, um Röntgenbilder in Realzeit zu erhalten. Die richtige Orientierung basiert auf den 3D Sichtwinkeln, die während der Nachverarbeitungsanalyse ermittelt sind, wobei die Sichtwinkel-Orientierungsinformation in den 3D Wiedergaben oder in dem 3D Modell selbst spezifiziert ist. Ein Fluoreszenzsystem ist ein Beispiel von einem Weg, um einen Katheter während einer Prozedur zu führen.

[0033] Am Schritt 340 wird ein 3D Modell von der rechten Vorkammer und/oder Koronarsinus unter Verwendung eines Formates nach Wahl zu einer Bilddatenbank exportiert. Mögliche Formate enthalten: ein geometrisches Drahtgittermodell, ein geometrisches Festkörpermodell, eine Reihe von Konturen, die jeder Bildscheibe zugeordnet sind, ein segmentiertes Volumen von binären Bildern, eine Lauflängenkodierte binäre Segmentierungsmaske und ein medizinisches digitales Bildgebungsobjekt, wie beispielsweise das medizinische digitale Bildgebungsobjekt bei der Strahlungstherapie, das unter medizinischen digitalen Bildgebungs-Industriestandards bei der Strahlungstherapie verwendet wird. In einem Ausführungsbeispiel werden alle nicht-relevanten Daten in den binären Bildern auf Null gesetzt, und das segmentierte Volumen der binären Bilder enthält nur die Information ungleich Null. Der Wert der Voxel entspricht der CT Schwächung, und die Dichte von einem Gewebe, ausgedrückt in Hounsfield Einheiten bildet das segmentierte Volumen der binären Bilder. In einem anderen Ausführungsbeispiel spezifiziert eine binäre Segmentierungsmaske die Lage von allen relevanten Voxeln in dem ursprünglichen Volumen selbst.

[0034] Am Schritt 345 wird das 3D Modell, das exportiert worden ist, in das Bediener-Interfacesystem eingegeben.

[0035] Am Schritt 350 wird das 3D Modell **184** mit den entsprechenden Markierungen in Übereinstimmung (registriert) gebracht, die im Schritt 325 identifiziert wurden. Das 3D Modell **184** kann in das Koordinatensystem von dem Bediener-Interface eingetragen werden, wobei harte oder nicht-harte Registrierungstechniken verwendet werden. Eine harte bzw. starre Registrierungstechnik erfordert üblicherweise die Identifikation von wenigstens drei anatomischen Markierungen, wogegen eine nicht-harte Registrierungstechnik die Identifikation von mehr als drei anatomischen Markierungen erfordern kann. Bei harter Registrierung kann das 3D Modell **184** während einer Eingriffsprozedur verschoben oder gedreht werden, um mit lokalisierten Markierungen zusammenzupassen, die durch das Eingriffssystem abgebildet oder identifiziert sind. Zusätzliche Markierungen können ebenfalls verwendet werden, so dass eine Transformation der besten Passung (in einem Sinne mittlerer quadratischer Fehler) berechnet wird. Die Mittellinie der Gefäßnachführung, beispielsweise nahe dem Ostium von dem CS, kann ebenfalls verwendet werden, um die Registrierung des 3D Modells in dem Koordinatensystem des Eingriffssystems zu erleichtern. Bei nicht-harter Registrierung kann das 3D Modell **184** auch gedehnt und gekrümmt oder gewunden sein.

[0036] Am Schritt 355 wird das Modell über das Bediener-Interfacesystem sichtbar gemacht, und gewählte sichtbare Parameter werden auf dem Modell kartiert. Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein 3D Modell. Es kann jedoch auf jede Zahl von 3D Modellen ausgedehnt werden, die durch das Herz-Bildgebungssystem exportiert und in das Bediener-Interfacesystem importiert werden.

[0037] Es wird nun auf **Fig. 3** Bezug genommen, wo ein Fließbild von einem Prozess **370** zum automatischen Festlegen des dynamischen Segmentierungsschwellenwertes für eine Gefäßnachführung des Koronarsinus für Kontrastverstärkte sowohl Arterien- als auch Venenphasenuntersuchungen gemäß einem Ausführungsbeispiel gezeigt ist. Der Algorithmus gemäß **Fig. 3** ist in der Nachverarbeitungs-Software des Nachverarbeitungssystems **180** enthalten.

[0038] Der Prozess **370** beginnt am Schritt 375, wo die ursprünglichen Verfahrensplanungs-CT-Volumendaten (Volumen von Herzbilddaten) von der Bild-Datenbank **150** empfangen werden. Am Schritt 380 wird ermittelt, entweder durch Vergleichsmessung, Bildkopfinformation oder Benutzereingabe, ob eine arterielle oder eine Venenphasen-Kontrastuntersuchung durchgeführt wird.

[0039] Wenn eine Venenphasen-Kontrastuntersuchung durchgeführt wird, läuft die Prozesslogik zum Schritt 385, wo die Volumendaten zunächst gefiltert werden, um Blutansammlungen der Herzkammer zu beseitigen. Am Schritt 390 wird der Benutzer zu Gefäßabtapunkten geleitet, beispielsweise einen Punkt an der Quelle von dem CS und einen oder mehrere entfernten Punkten. Am Schritt 395 führt die

Nachverarbeitungs-Software eine Gefäßabtastungsprozedur an dem CS aus, wobei hier beschriebene Gefäßabtastverfahren verwendet werden. Am Schritt 400 wird das abgetastete bzw. nachgeführte CS sichtbar gemacht, wobei beispielsweise gekrümmte Reformatierung, Lumen-Ansicht, Navigator-Ansicht verwendet werden. Am Schritt 405 wird der rechte Vorhof, der zuvor im Schritt 385 entfernt wurde, optional wiederhergestellt für eine weitere Sichtbarmachung und Analyse. Am Schritt 410 werden Messungen an dem Gefäß oder Gefäßsegment ausgeführt, und Modelldaten werden auf Wunsch exportiert.

[0040] Wenn am Schritt 380 eine Arterienphasen-Kontrastuntersuchung ausgeführt wird, läuft die Prozesslogik zum Schritt 415, wo, beispielsweise durch Benutzereingabe, ermittelt wird, ob eine Abtastung bzw. Nachführung hoher Qualität ausgeführt werden soll. Wenn keine Abtastung mit hoher Qualität ausgeführt werden soll, läuft die Prozesslogik zum Schritt 420, wo eine niedrige Intensitätsschwelle für die CS Abtastung gewählt wird. Nach dem Schritt 420 läuft die Prozesslogik zu dem Block des Schrittes 385 und fährt fort, wie es oben beschrieben ist.

[0041] Wenn am Schritt 415 ermittelt wird, dass eine Abtastung hoher Qualität ausgeführt werden soll, läuft die Prozesslogik zum Schritt 425, wo die Volumendaten zunächst gefiltert werden, um die Blutansammlungen der Herzkammer zu beseitigen. Am Schritt 430 wird der Benutzer zu Gefäßabtastpunkten für die Koronararterien geleitet, wie beispielsweise einen Punkt an der Quelle von der linken Hauptarterie und optional zu einem oder mehreren entfernten Punkten für LAD und LCx. Am Schritt 435 führt die Nachverarbeitungs-Software eine Gefäßabtastprozedur für die Koronararterien aus, wobei hier beschriebene Gefäßabtastverfahren verwendet werden. Am Schritt 440 werden die Koronararterien hoher Intensität aus dem Volumen entfernt. Nach dem Schritt 440 läuft die Prozesslogik zum Block des Schrittes 390 und fährt fort, wie es oben beschrieben ist.

[0042] Wie oben erläutert und in dem Fließbild 450 gemäß Fig. 4 allgemein gezeigt ist, kann das Volumen von Herzbilddaten von einem Patienten, die während einer Eingriffsplanungsprozedur gewonnen sind, während einer Eingriffsprozedur an dem Patienten geladen, bildlich dargestellt und verwendet werden. Während der Eingriffsprozedur wird eine Sonde, beispielsweise ein Katheter, in den Koronarsinus des Patienten eingeführt und verwendet, um die Gefäßabtastung von dem Koronarsinusmodell zu steuern. Um diese Realzeit-Gefäßabtastung auszuführen, wird zunächst ein Volumen von Herzbilddaten aus der Eingriffsplanungsprozedur bei 460 aus der Bild-Datenbank geladen und dann segmentiert (um beispielsweise den Koronarsinus zu zeigen) und bei 470 angezeigt. Als nächstes wird ein Katheter bei 480 in den Koronarsinus des Patienten eingeführt, und dann wird eine Markierung, wie beispielsweise der Ursprung des Koronarsinus, aus der Eingriffspro-

zedur bei 490 identifiziert, wodurch ein Registrieren 500 der zwei Koordinatensysteme gestattet wird (d.h. der Koordinatensysteme der Eingriffsverfahrensplanung und des Eingriffsverfahrens). Die Registrierung 500 enthält eine Mittellinien-Registrierung, wo die Mittellinie von einem Gefäß, beispielsweise das CS, als eine geometrische Markierung verwendet werden kann. Nach der Registrierung wird das Verfahrensplanungsbild (beispielsweise Tauchansicht von dem Koronarsinus) bei 510 bildlich dargestellt als Antwort auf die Position der angewendeten Sonde, wodurch eine Realzeit-Gefäßabtastung von dem Koronarsinus gestattet wird. Während der Gefäßabtastungs-Eingriffsprozedur in Realzeit kann die Lage von dem Punkt des Katheters ebenfalls bildlich dargestellt werden zusammen mit dem Prozedurplanungsbild, wobei Tauchansicht, Navigationsansicht, Volumenwiedergabeansicht oder jede andere Ansicht verwendet wird, die hier erläutert ist, wodurch eine Navigation in Realzeit durch das Gefäß (beispielsweise Koronarsinus) erleichtert wird. Die Projektion des 3D Bildes einschließlich der gegenwärtigen Katheterlage kann auf und in Kombination mit dem 3D Fluoreszenzbild unter dem gleichen Sichtwinkel projiziert werden.

[0043] In den Fig. 5 und 6 sind eine Navigatoransicht für den Ursprung von dem CS 240 von innerhalb des RA bzw. eine Navigatoransicht innerhalb des CS 240 nahe dem Schnitt des CS und dem Zirkumflex gezeigt. Fig. 5 und 6 stellen nur zwei Beispiele aus einer Anzahl von Bildern dar, die während einer Gefäßabtastanalyse erzeugt werden können und wurden gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in der folgenden Weise generiert. Unter Verwendung des Bildgebungssystems 100 gemäß Fig. 1 wurde ein Volumen von Herzbilddaten bei 305 gewonnen durch ein medizinisches Scannersystem 110, wodurch das nachfolgend erläuterte Gewinnungsprotokoll verwendet wurde. Die Bilddaten wurden dann bei 310 segmentiert, um das CS 240 zu extrahieren, und dann bei 315 verarbeitet für eine 3D Modellbildung und -betrachtung. Die Gefäßabtastung des CS 240 wurde nach dem Prozess gemäß Fig. 3 ausgeführt, die die erforderlichen Schritte für eine geeignete Gefäßabtastung in Abhängigkeit davon zeigt, ob eine Venenphasen- oder Arterienphasen-Untersuchung mit Kontrastverstärkung analysiert werden soll. Die entstehenden Gefäßabtastbilder, in den Fig. 5 und 6 sind zwei gezeigt, geben der Bedienungsperson oder dem Arzt ein medizinisches Werkzeug, das die Betrachtung der tatsächlichen Herzanatomie des Patienten für eine Verwendung während einer Herzverfahrensplanung ermöglicht.

Bedienungsprotokoll

[0044] Bei den Fig. 5 und 6 wurde eine wendelförmige Herzdatengewinnung mit einer retrospektiv EKG-gesteuerten Rekonstruktion auf einem 4/8/16/32+ Detektorreihen-Vielscheibenscanner ver-

wendet. Die Scannerparameter wurden auf 120 kV, 300 mA, 0,5 Sek. Rotationsperiode, 0,35 Wendelsteigungsfaktor, 1,25 oder 0,625mm Scheibendicke mit einer segmentierten Rekonstruktion bei 75% Herzphasenlage verwendet. Die Scanorientierung war von der Unterseite des Herzens und von dem Boden des Herzens nach oben, um die kritischeren Daten frühzeitig bei der Gewinnung zu erhalten (unter Berücksichtigung von beispielsweise Patientenbewegung, Atmen). Vor dem wendelförmigen Herzscan wurde eine Gewinnung durch einen Zeitsteuerungsballon nahe dem Ursprung von dem Koronarsinus ausgeführt, um die optimale Vorbereitungszeit zu ermitteln (die Zeit zwischen dem Beginn der Kontrastinjektion und dem Start des wendelförmigen Herzscans). Nach dem Scan und der Rekonstruktion der Herzbilder und wo Bewegungs-Artefakte in den Bildern gesehen wurden, wurde eine Mehrphasen-Rekonstruktion über dem vollen Herzzyklus vorgeschrieben. Die Phasenlage wurde bei rund 45% gewählt, wo der Patient Herzrhythmusstörungen während des Scans erfuhr. Eine Mehrsektor-Rekonstruktion wurde dort verwendet, wo Bewegungs-Artefakte noch zu sehen waren. Die Wahl von einer Mehrsektor-Rekonstruktionsprozedur kann erleichtert werden, wenn eine Mehrphasen-Nachbearbeitungs-3D Betrachter verwendet wird. Es wurden die optimalen Bildsätze (beispielsweise beste Phase, bester Rekonstruktionstyp) verwendet, und dann wurde die Nachverarbeitungs-Segmentierung ausgeführt, wie sie durch das spezielle 3D Protokoll für die bei der Untersuchung verwendete anatomische Markierung definiert ist (beispielsweise rechter Vorhof, Koronarsinus).

[0045] Alternativ stehen zwei andere Optionen für die Gewinnung zur Verfügung. Erstens können prospektiv gesteuerte Filmgewinnungen verwendet werden oder zweitens kann eine entspannte Herz-gesteuerte Rekonstruktionstechnik (die eine Phasenlagetoleranz von beispielsweise $\pm 10\%$ verwendet) mit einer Herzgesteuerten Wendelabtastung verwendet werden, so dass die Wendelsteigung nicht größer als 0,50 ist. Beide alternativen Lösungen gestatten eine kleinere Strahlungsdosis für den Patienten, aber sie können die Bildqualität aufgrund von beispielsweise Rhythmusstörungen beeinflussen.

[0046] Durch die bi-ventrikuläre Schrittmacherplanung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die invasive bi-ventrikuläre Schrittmachtherapie vor dem tatsächlichen Eingriffsverfahren geplant werden, und die Bilder, die während des Planungsverfahrens erhalten werden, können während des tatsächlichen Eingriffsverfahrens verwendet werden. Indem der handelnden Person Kenntnis über die CS Anatomie vor dem Eingriff gegeben wird, kann ein geeignetes Eingriffsverfahren, das für den jeweiligen Patienten geeignet ist, herausgefunden werden, wodurch die Wirksamkeit des Eingriffsverfahrens verbessert wird.

[0047] Das 3D Modell kann auch für die Linksventri-

kel (LV)-Leiteranordnung während des Eingriffsverfahrens verwendet werden. Wenn das 3D Modell von dem CS mit dem Koordinatensystem des Eingriffssystems in Übereinstimmung gebracht (registriert) worden ist, kann das System für eine Realzeit-Navigation des LV Leiters zu der geeigneten Verzweigung des CS sorgen, wobei 3D und Tauch (Navigatorähnliche)-Ansichten des Modells und die Realzeit-Lokalisierung von dem LV Leiter während des Platzierungsverfahrens verwendet werden. Bei dem Realzeit-Navigationsverfahren werden die Gefäßabtastbilder, zwei sind in den **Fig. 5** und **6** gezeigt, als Antwort auf die Sonde, oder Katheter, betrachtet, die während des Eingriffsverfahrens manövriert wird. Es wird deutlich, dass die Erfindung nicht auf die Analyse des CS beschränkt ist, sondern auch andere Volumina von Herzbilddaten anwendbar ist.

[0048] Die Erfindung wurde zwar unter Bezugnahme auf ein Ausführungsbeispiel beschrieben, es ist aber für den Fachmann klar, dass verschiedene Änderungen gemacht und ihre Elemente durch äquivalente ersetzt werden können, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Zusätzlich können viele Modifikationen gemacht werden, um eine bestimmte Situation oder ein Material gemäß den Lehren der Erfindung anzupassen, ohne von ihrem Erfindungsgedanken abzuweichen. Deshalb soll die Erfindung nicht auf das bestimmte Ausführungsbeispiel beschränkt sein, das als die beste Art zum Ausführen dieser Erfindung offenbart ist, sondern die Erfindung soll alle Ausführungsbeispiele einschließen, die in den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Bildgebungssystem (**100**) zur Verwendung in einer medizinischen Eingriffsverfahrensplanung, enthaltend:

ein medizinisches Scannersystem (**110**) zum Generieren eines Volumens von Herzbilddaten, ein Datengewinnungssystem (**120**) zum Gewinnen des Volumens von Herzbilddaten, ein Bilderzeugungssystem (**140**) zum Erzeugen von wenigstens einem sichtbaren Bild aus dem Volumen von Herzbilddaten, eine Datenbank (**130, 150**) zum Speichern von Information aus den Datengewinnungs- (**120**) und Bilderzeugungssystemen (**140**), ein Bediener-Interfacesystem (**160**) zum Bedienen von wenigstens einem von dem medizinischen Scannersystem (**110**), dem Datengewinnungssystem (**120**), dem Bilderzeugungssystem (**140**) und der Datenbank (**130, 150**), ein Nachverarbeitungssystem (**180**) zum Analysieren des Volumens von Herzbilddaten und zum Darstellen von wenigstens einem sichtbaren Bild und das auf das Bediener-Interfacesystem (**160**) anspricht, und wobei das Bediener-Interfacesystem (**160**) Befehle enthält zum Verwenden des Volumens von Herzbilddaten

und des wenigstens einen sichtbaren Bildes bei einer bi-ventrikulären Schrittmacherplanung, einer arteriellen Fibrillationsplanung und/oder einem atrialem Flat-terplanungsverfahren.

2. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 1, wobei das medizinische Scannersystem **(110)** ein CT System, ein MR System, ein Ultraschallsystem, ein 3D Fluoreszenzsystem und/oder ein PET System enthält.

3. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 1, wobei die Datenbank **(130, 150)** einen Speicher zum Speichern von Bilddaten von dem rechten Atrium und/oder dem Koronarsinus **(240)** enthält.

4. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 1, wobei die Datenbank **(130, 150)** einen Speicher zum Speichern von wenigstens einem sichtbaren Bild von dem rechten Atrium und/oder dem Koronarsinus **(240)** enthält.

5. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 1, wobei das Bediener-Interfacesystem **(160)** Befehle enthält zum Segmentieren des Volumens von Herzbilddaten zum Sichtbarmachen von dem rechten Atrium und/oder dem Koronarsinus **(240)**.

6. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 5, wobei das Bediener-Interface **(160)** Befehle enthält zum Sichtbarmachen von wenigstens einem sichtbaren Bild in unterschiedlichen Ebenen.

7. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 5, wobei das Bildgebungssystem **(180)** Befehle enthält zum Ausführen einer Gefäßabtastung des Koronarsinus **(240)** aus dem Volumen von Herzbilddaten.

8. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 7, wobei die Befehle ferner Befehle enthalten zum Ausführen einer vektoriellen Gefäßabtastung entlang der Mittellinie von dem sichtbaren Bild des Koronarsinus **(240)**.

9. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 1, wobei das Nachverarbeitungssystem **(180)** eingerichtet ist zum bildlichen Darstellen des wenigstens einen sichtbaren Bildes in wenigstens einer von einer dreidimensionalen Oberflächenwiedergabe, einer dreidimensionalen Innenflächenwiedergabe, einer dreidimensionalen Volumenwiedergabe, MPVR, MIP, gekrümmtes Reformat, Lumen bzw. Hohlraumansicht und einer Tauchansicht.

10. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 9, wobei das Nachverarbeitungssystem **(100)** ferner eingerichtet ist zum bildlichen Darstellen eines sichtbaren Bildes von dem Herzen, dem Koronarsinus **(240)** und/oder dem rechten Atrium.

11. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 10, wobei das Nachverarbeitungssystem **(180)** ferner eingerichtet ist zum bildlichen Darstellen eines geometrischen Markers an einer anatomischen oder externen Markierung.

12. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 11, wobei das Nachverarbeitungssystem **(180)** ferner eingerichtet ist zum bildlichen Darstellen eines sichtbaren Bildes des Koronarsinus **(240)** in einer durchsichtigen Weise und der geometrischen Markierung in einer undurchsichtigen Weise.

13. Bildgebungssystem **(100)** nach Anspruch 10, wobei das Nachverarbeitungssystem **(180)** ferner eingerichtet ist zum bildlichen Darstellen eines ersten Bildes von dem Herzen in einer durchsichtigen Weise und eines zweiten Bildes von dem Koronarsinus **(240)**.

14. Computersystem zur Verwendung in einem medizinischen Eingriffsverfahren enthaltend: einen Datenport **(205)** zum Empfangen von Sondeninformation von dem medizinischen Eingriffsverfahren, eine Datenbank **(130, 150)** zum Speichern von Information, die aus einer Eingriffsverfahrens-Planungssitzung gewonnen ist, einen Speicher **(200)**, der Befehle enthält zum Verwalten der Sondeninformation, die an dem Datenport empfangen ist, und der in der Datenbank **(130, 150)** gespeicherten Information, einen Prozessor **(170)** zum Analysieren der Information an dem Datenport in Verbindung mit der gespeicherten Information in der Datenbank **(130, 150)**, ein Bediener-Interfacesystem **(160)** zum Verwalten des Speichers **(200)** und des Prozessors **(170)** und einen Bildschirm **(164, 166, 186)**, der auf das Bediener-Interface **(160)** anspricht, zum Sichtbarmachen der Information in der Datenbank **(130, 150)** in Kombination mit der Information an den Datenport.

15. Computersystem nach Anspruch 14, ferner enthaltend: einen Bildschirm **(164, 166, 186)**, der auf das Bediener-Interface **(160)** anspricht, zum Sichtbarmachen einer Realzeit-Gefäßabtastung von einem Koronarsinus **(240)** und/oder einer Koronararterie.

16. Verfahren **(300)** zum Erzeugen eines Bildes zur Verwendung in einer medizinischen Eingriffsverfahrensplanung, enthaltend: Gewinnen **(305)** eines Volumens von Herzbilddaten von einem medizinischen Scanner **(110)**, Verwalten **(310)** des Volumens von Herzbilddaten durch Segmentierung, Verarbeiten **(315)** der Herzbilddaten zur Sichtbarmachung, Betrachten **(320)** der Herzbilddaten in wenigstens einem sichtbaren Bild,

Einfügen **(325)** eines geometrischen Markers in das Volumen von Herzbilddaten an einer anatomischen Markierung für eine nachfolgende Sichtbarmachung, Analyse und Registrierung,
Wählen **(330)** eines sichtbaren Parameters als Antwort auf den geometrischen Marker an der anatomischen Markierung und
Speichern **(335)** des sichtbaren Bildes, einer anatomischen Markierung und/oder eines gemessenen sichtbaren Parameters in einer Bilddatenbank **(130, 150)**.

17. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, ferner enthaltend:
Exportieren **(340)** von wenigstens einem 3D Modell, das die gespeicherte Information enthält, in eine Bilddatenbank **(130, 150)**,
Importieren **(345)** des wenigstens einen 3D Modells in ein Bediener-Interfacesystem **(160)**,
Registrieren **(350)** des wenigstens einen 3D Modells mit der entsprechenden gewählten anatomischen Markierung und dem gemessenen sichtbaren Parameter und
Sichtbarmachen **(355)** des wenigstens einen 3D Modells an dem Bediener-Interfacesystem **(160)** mit dem gewählten sichtbaren Parametern, die darauf kartiert sind.

18. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Gewinnen **(305)** eines Volumens von Herzbilddaten ferner enthält:
Gewinnen eines Volumens von Herzbilddaten, wobei ein CT System, ein MR System, ein Ultraschallsystem, ein 3D Fluoreszenzsystem und/oder ein PET System verwendet wird.

19. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Verwalten **(310)** des Volumens von Herzbilddaten ferner enthält:
Segmentieren des Volumens von Herzbilddaten zur Sichtbarmachung von einem rechten Atrium und/oder Koronarsinus **(240)**.

20. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Verarbeiten **(315)** der Herzbilddaten ferner enthält:
Verarbeiten der Herzbilddaten zum Sichtbarmachen von einem dreidimensionalen Modell, einer dreidimensionalen Oberflächenwiedergabe, einer dreidimensionalen Innenflächenwiedergabe, einer dreidimensionalen Volumenwiedergabe, MPVR, MIP, gekrümmtes Reformat, Lumen- bzw. Hohlraumansicht und einer Tauchansicht.

21. Verfahren **(300)** nach Anspruch 20, wobei das Verarbeiten **(315)** der Herzbilddaten ferner enthält:
Verarbeiten der Herzbilddaten zum Sichtbarmachen von einem Koronarsinus **(240)** und/oder einem rechten Atrium.

22. Verfahren **(300)** nach Anspruch 21, ferner enthaltend:
Ausführen **(395)** einer Gefäßabtastung des Koronarsinus **(240)** aus dem Volumen von Herzbilddaten.

23. Verfahren **(300)** nach Anspruch 22, ferner enthaltend:
Ausführen **(395)** einer vektoriellen Gefäßabtastung entlang der Mittellinie von der Tauchansicht des Koronarsinus **(240)**.

24. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Einführen **(325)** eines geometrischen Markers in das Volumen von Herzbilddaten ferner enthält:
Einführen eines geometrischen Markers an einer anatomischen Markierung, die wenigstens eine Substruktur von einem Koronarsinus **(240)** und einen rechten Atrium identifiziert.

25. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Wählen **(330)** eines sichtbaren Parameters ferner enthält:
Wählen eines sichtbaren Parameters des Gefäßes des Koronarsinus **(240)**, wobei der sichtbare Parameter einen Gefäßdurchmesser, eine Segmentbahnlänge des Gefäßes und/oder einen Krümmungsgrad des Gefäßes aufweist.

26. Verfahren **(300)** nach Anspruch 25, ferner enthaltend:
Messen des sichtbaren Parameters.

27. Verfahren **(300)** nach Anspruch 24, wobei das Sichtbarmachen **(320)** der Herzbilddaten ferner enthält:
Sichtbarmachen des wenigstens einen Bildes von dem Koronarsinus **(240)** in einer durchsichtigen Weise und Sichtbarmachen der geometrischen Markierung in einer undurchsichtigen Weise.

28. Verfahren **(300)** nach Anspruch 16, wobei das Sichtbarmachen der Herzbilddaten ferner enthält:
Sichtbarmachen eines Bildes von dem Herzen in einer durchsichtigen Weise und Sichtbarmachen eines Bildes des Koronarsinus **(240)** in einer undurchsichtigen Weise.

29. Verfahren **(300)** nach Anspruch 17, wobei das Exportieren **(340)** von einem 3D Modell ferner enthält:
Exportieren eines 3D Modells in einem geometrischen Drahtgittermodell, einem geometrischen Festkörpermodell, einem Satz von Konturen, die jeder Bildscheibe zugeordnet sind, einem segmentierten Volumen von binären Bildern, einer Lauflängen-kodierten binären Segmentierungsmaske und/oder einem DICOM Objekt, das den Strahlungstherapie (RT) DICOM Objektstandard verwendet.

30. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das Sichtbarmachen **(335)** des 3D Modells ferner enthält: Sichtbarmachen des 3D Modells in unterschiedlichen Ebenen.

31. Verfahren **(450)** zum Verwenden eines Volumens von Herzbilddaten während eines medizinischen Eingriffsverfahrens, enthaltend:
Laden **(460)** von wenigstens einem Verfahrensplanungsbild aus einer Bilddatenbank **(130)**, **(150)**,
Sichtbarmachen **(470)** des wenigstens einen Verfahrensbildes,
Einbringen **(480)** einer Sonde in ein Gefäß von einem Patienten während des Eingriffsverfahrens,
Identifizieren **(490)** einer Markierung des mit einer Sonde versehenen Gefäßes von dem Eingriffsverfahren,
Registrieren **(500)** des Koordinatensystems des Eingriffsverfahrens mit dem Koordinatensystem von wenigstens einem Verfahrensplanungsbild und
bildliches Darstellen **(510)** des Verfahrensplanungsbildes als Antwort auf die Position der aufgebrachten Sonde zum Ausführen einer Realzeit-Gefäßabtastung und eines Navigationsverfahrens auf das mit einer Sonde versehene Gefäß.

32. Verfahren **(450)** nach Anspruch 1, wobei das bildliche Darstellen **(510)** von dem Verfahrensplanungsbild ferner enthält:
bildliches Darstellen einer Realzeit-Gefäßabtastung von einem Koronarsinus **(240)** und/oder einer Koronararterie.

33. Verfahren **(450)** nach Anspruch 32, wobei das Aufbringen **(480)** einer Sonde das Aufbringen eines Katheters aufweist und
das bildliche Darstellen **(510)** des Verfahrensplanungsbildes ferner enthält, dass die Lage von dem Katheter bildlich dargestellt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

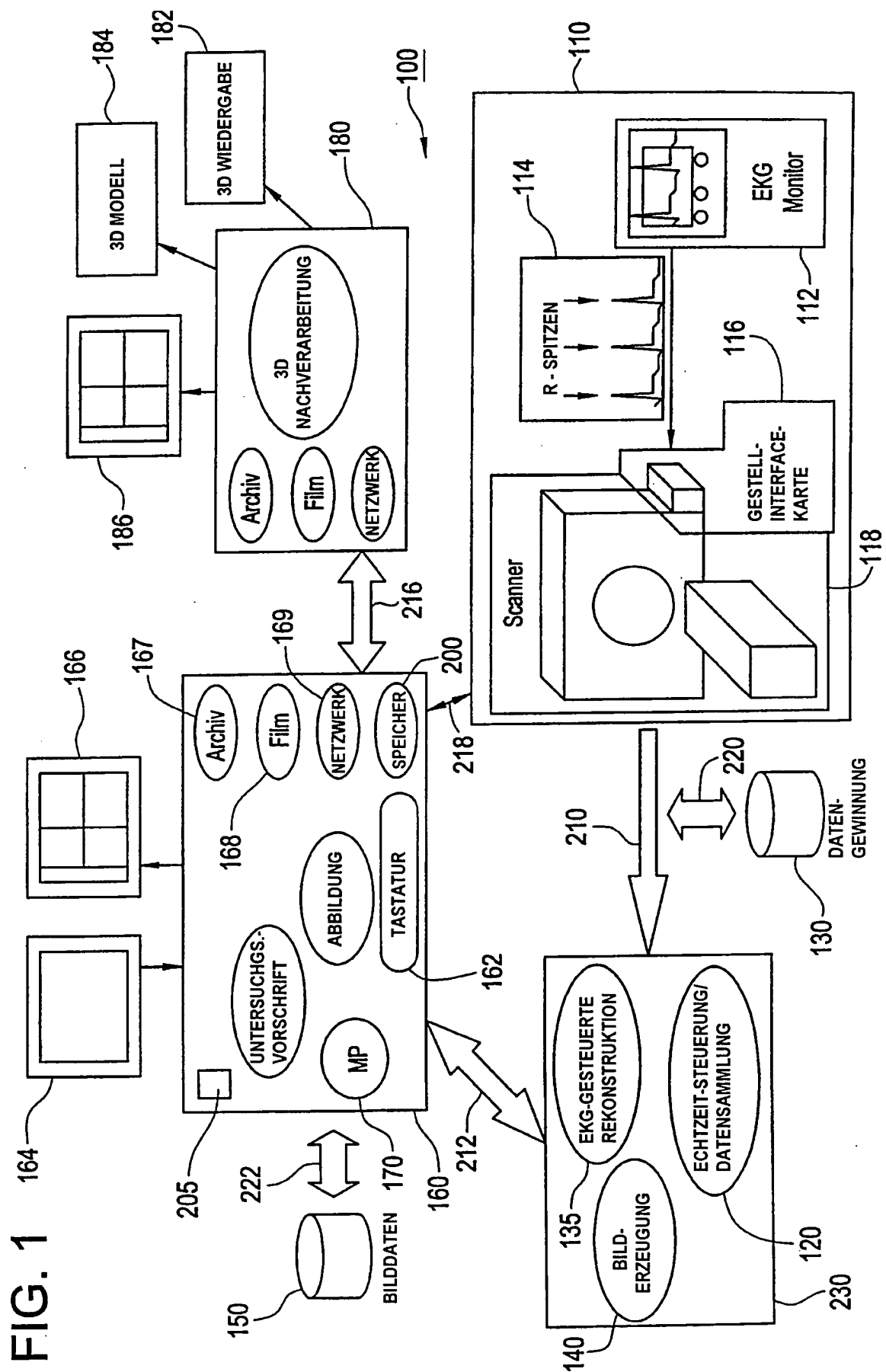


FIG. 2

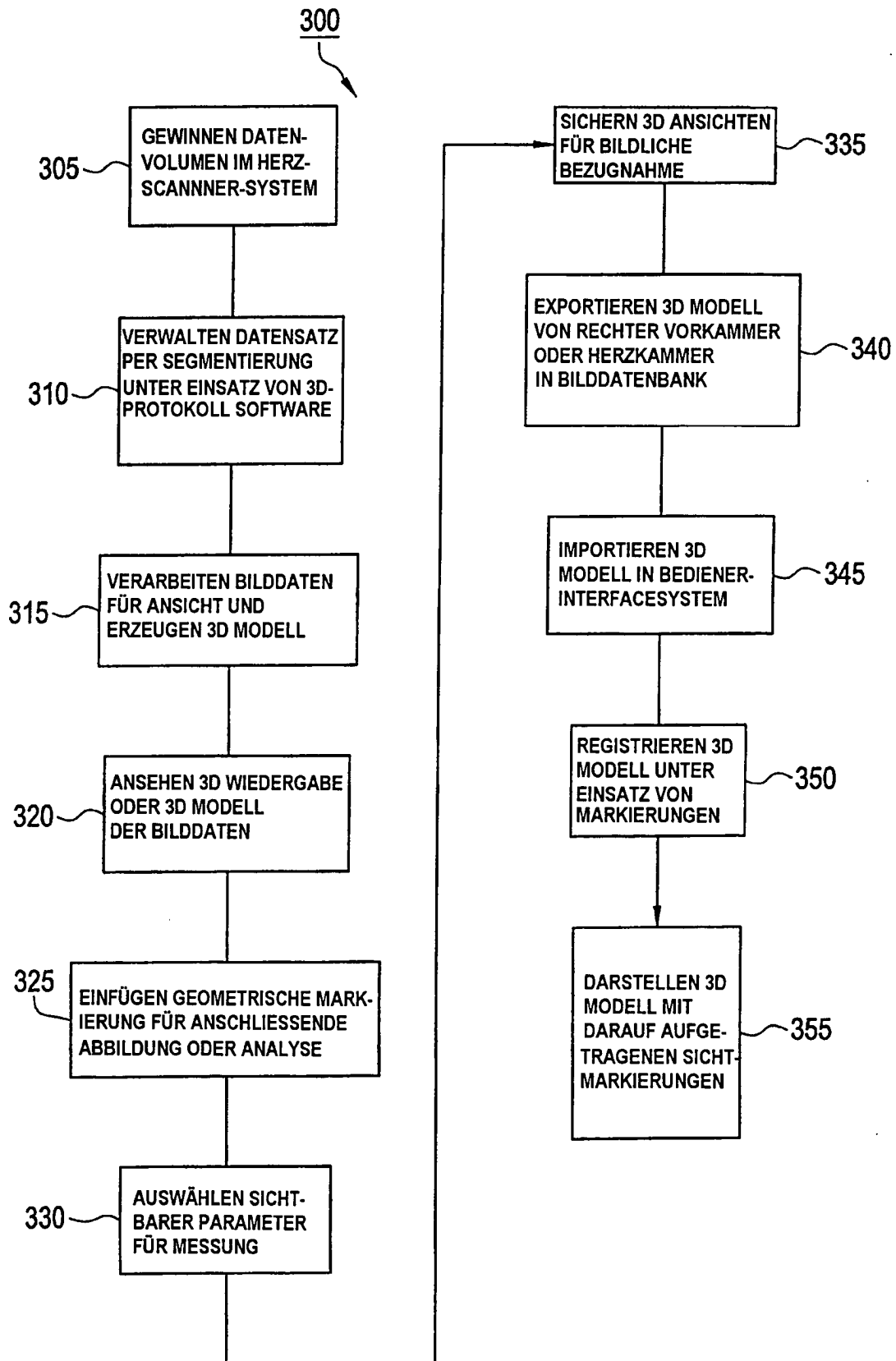


FIG. 3

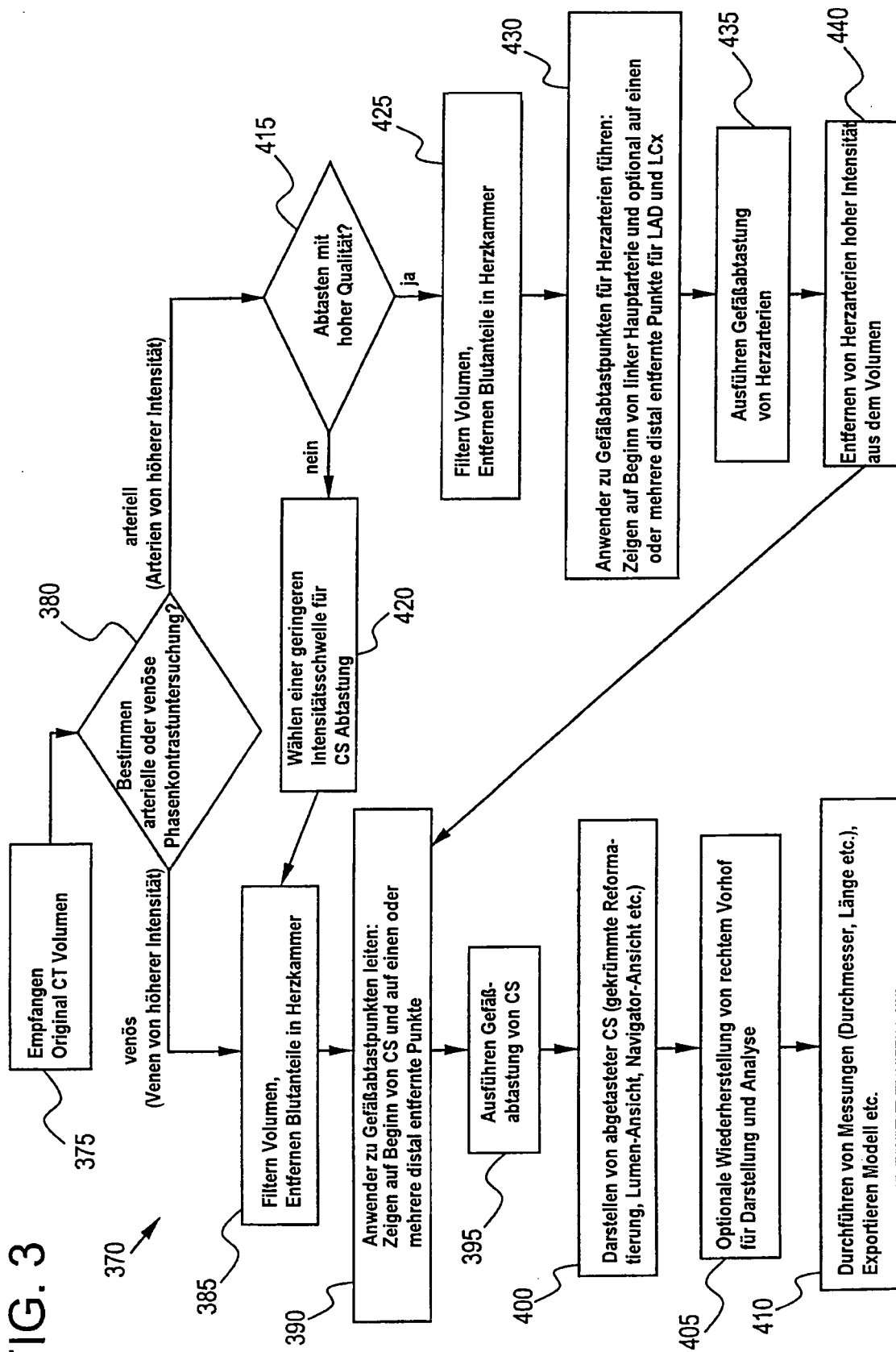


FIG. 4

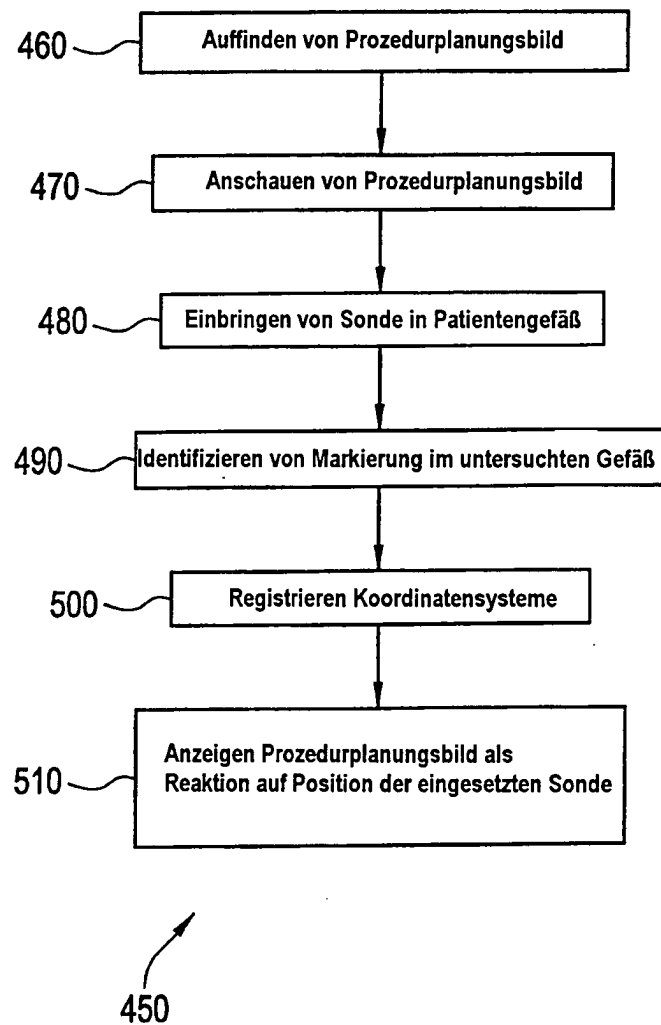


FIG. 5

Navigator-Ansicht von CS Beginn in rechter Vorkammer

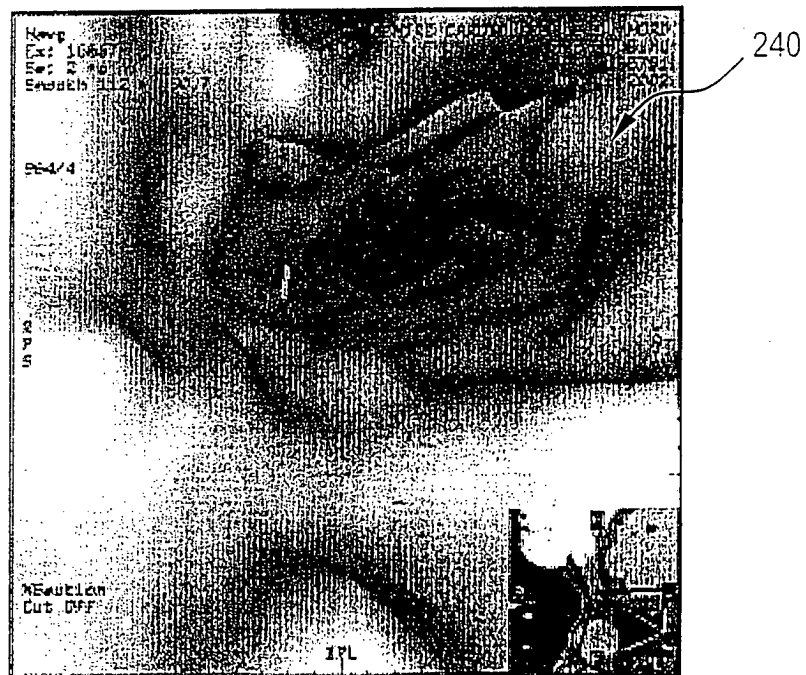


FIG. 6

Navigator-Ansicht in CS nahe Schnitt von CS und Zirkumflex

