



(10) **DE 10 2011 006 574 B4** 2014.11.27

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 006 574.1**
(22) Anmeldetag: **31.03.2011**
(43) Offenlegungstag: **04.10.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.11.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 19/00 (2006.01)**
G06F 19/00 (2011.01)

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

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

**Frank, Dr., 91301 Forchheim, DE; Hoheisel,
Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE; Strobel, Norbert,
91336 Heroldsbach, DE; Vogt, Marco, 90607
Rückersdorf, DE**

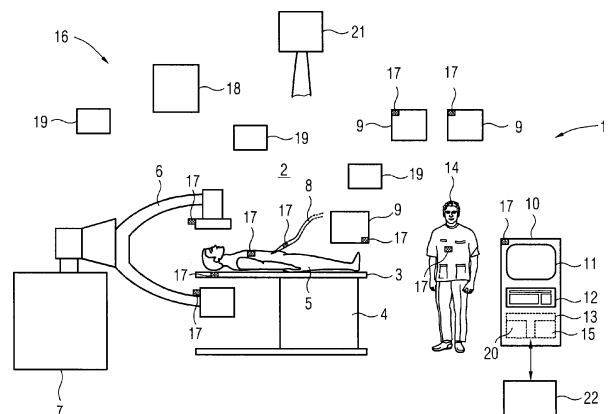
(72) Erfinder:
**Blohm, Lutz, 91096 Möhrendorf, DE;
Dannenmann, Tim, 96047 Bamberg, DE; Schön,
Nikolaus, Dr., 91052 Erlangen, DE; Dennerlein,**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2006 029 122 A1
DE 10 2009 009 549 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer Operationsumgebung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung (2), wobei jede Vorrichtung mit wenigstens einem einen Transponder umfassenden Lokalisierungselement (17) versehen ist, welcher Transponder durch empfangene elektromagnetische Strahlung zum Aussenden eines vorrichtungsspezifischen Funksignals anregbar ist, und wobei eine die Lokalisierungselemente (17) aller Vorrichtungen zur Ermittlung einer Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung nutzende Positionsbestimmungseinrichtung (16) verwendet wird, umfassend folgende Schritte:

- Ermittlung eines aktuell durchzuführenden Arbeitsschritts der Operation,
- automatische Ermittlung einer dem Arbeitsschritt zugeordneten Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung,
- automatische Ermittlung der aktuellen Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung und durch Vergleich der aktuellen Position und/oder Orientierung einer Positionierungsinformation,
- automatisches und/oder manuelles Verbringen wenigstens einer Vorrichtung in die Sollposition und/oder Sollorientierung unter Berücksichtigung der Positionierungsinformation,
- wobei die Position und/oder Orientierung wenigstens einer Vorrichtung kontinuierlich nachverfolgt wird, wobei aus dem sich ergebenden Positionsmuster und/oder Bewegungsmuster der aktuelle Arbeitsschritt und/oder eine aktuelle Funktionalitätsanforderung für wenigstens eine Vorrichtung abgeleitet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung.

[0002] Heutige, insbesondere minimalinvasive chirurgische Operationen (Eingriffe) werden zunehmend komplexer, was die erforderlichen Vorrichtungen, also Geräte und Instrumente, deren Positionierung und deren Verhalten angeht. Hierbei ist man im klinischen Betrieb entweder auf schriftlich festgehaltene Protokolle oder auch auf die Erfahrung und Ausbildung des Personals angewiesen. Nachteilhafterweise kann es hierbei immer wieder zu Fehlern in der Vorbereitung kommen, so dass beispielsweise bestimmte Geräte oder erforderliche Instrumente nicht im Raum sind oder falsch positioniert wurden.

[0003] Häufig existiert eine zentrale Steuereinrichtung mit einer Anzeigevorrichtung, über die dem Benutzer Bedienelemente angeboten werden, Visualisierungen von Bildern und Daten vorgenommen werden, Fehlermeldungen ausgegeben werden und dergleichen. Die Ausgabe und Bedienbarkeit solcher Bedien-, Anzeige- und Steuereinrichtungen genau wie beispielsweise die von weiteren Vorrichtungen zu überwachenden Messgrößen sind in hohem Maße davon abhängig, welcher Arbeitsschritt der klinischen Prozedur gerade durchgeführt wird. Die Steuereinrichtung und gegebenenfalls weitere Vorrichtungen müssen daher über den aktuellen Arbeitsschritt bzw. die entsprechenden Erfordernisse an ihr Verhalten informiert werden.

[0004] Nachdem, wie beschrieben, üblicherweise schriftliche Protokolle und Arbeitsanweisungen genutzt werden oder die Erfahrung und Schulung des Operationspersonals herangezogen wird, ist es bekannt, den aktuellen Arbeitsschritt über geeignete Bedienelemente in eine oder mehrere Vorrichtungen einzugeben. Das gewünschte Verhalten der Vorrichtung wird vom Benutzer entsprechend den Erfordernissen des aktuellen Arbeitsschrittes eingestellt. Dieses Verhalten ist fehlerträchtig, beispielsweise dann, wenn das Personal der Operationsumgebung wechselt, vor allem ist es aber unflexibel.

[0005] Dieser Effekt wird verstärkt durch den zunehmenden Einsatz komplexer Vorrichtungen zur Bildgebung, beispielsweise fest montierter oder mobiler Röntgeneinrichtungen mit einem C-Bogen, Computertomographieeinrichtungen und/oder Magnetresonanzeleinrichtungen, aber auch Systemen zur computerunterstützten Chirurgie.

[0006] DE 10 2006 029 122 A1 beschreibt eine Positionsbestimmungsvorrichtung zur Ermittlung der Position eines medizinischen Instruments, wobei das

medizinische Instrument mit wenigstens einem Lokalisierungselement versehen wird. Das Lokalisierungselement umfasst einen Transponder mit einer Antenne und einem mit der Antenne verbundenen Schaltkreis. Wird nun über eine Sendeeinheit elektromagnetische Strahlung (Anregungsstrahlung) ausgesendet, wird diese von der Antenne empfangen und zum Betrieb des Transponders verwendet, welcher ein insbesondere für das Lokalisierungselement spezifisches Funksignal als Lokalisierungssignal aussendet, welches durch eine Mehrzahl, insbesondere wenigstens drei, Empfangseinheiten empfangen wird. Die Empfangseinheiten sind mit einer Auswertungseinheit verbunden, welche anhand der Phaselage der elektromagnetischen Strahlung der Funksignale am jeweiligen Ort der Empfangseinheiten die Position und/oder Orientierung des medizinischen Instruments berechnet. Insbesondere bei hohen Frequenzen lässt sich dabei eine sehr genau Ortsbestimmung durchführen.

[0007] DE 10 2009 009 549 A1 betrifft die Gerätepositionierung im Operationssaal. Dabei ist vorgesehen, dass medizinische Geräte mit Positionssensoren versehen werden und eine Sollposition des medizinischen Geräts vorgegeben wird. Dann wird die relative Lage des medizinischen Geräts zur Sollposition bestimmt und ein Positionshilfesignal ausgegeben. Die Positionierung in die Sollposition kann auch automatisch erfolgen. Die Bestimmung der Istposition kann über ein Triangulationsverfahren geschehen. Ferner kann bei mehreren medizinischen Geräten vorgesehen sein, dass die jeweiligen medizinischen Geräte eine Kennung aufweisen, sodass das medizinische Gerät erkannt werden kann.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System anzugeben, die den Arbeitsablauf während einer Operation, insbesondere die Vorbereitung einzelner Arbeitsschritte, vereinfachen und die Fehleranfälligkeit verringern.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung vorgesehen, wobei jede Vorrichtung mit wenigstens einem einen Transponder umfassenden Lokalisierungselement versehen ist, welcher Transponder durch empfangene elektromagnetische Strahlung zum Aussenden eines vorrichtungsspezifischen, insbesondere lokalisierungselementspezifischen, Funksignals anregbar ist, und wobei eine die Lokalisierungselemente aller Vorrichtungen zur Ermittlung einer Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung nutzende Positionsbestimmungseinrichtung verwendet wird, umfassend folgende Schritte:

- Ermittlung eines aktuell durchzuführenden Arbeitsschritts der Operation,
- automatische Ermittlung einer dem Arbeitsschritt zugeordneten Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung,
- automatische Ermittlung der aktuellen Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung und durch Vergleich der aktuellen Position und/oder Orientierung mit der Sollposition und/oder Sollorientierung einer Positionierungsinformation,
- automatisches und/oder manuelles Verbringen wenigstens einer Vorrichtung in die Sollposition und/oder Sollorientierung unter Berücksichtigung der Positionierungsinformation,
- wobei die Position und/oder Orientierung wenigstens einer Vorrichtung kontinuierlich nachverfolgt wird, wobei aus dem sich ergebenden Positionsmuster und/oder Bewegungsmuster der aktuelle Arbeitsschritt und/oder eine aktuelle Funktionalitätsanforderung für wenigstens eine Vorrichtung abgeleitet wird.

[0010] Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, die in der DE 10 2006 029 122 A1, die hiermit durch Bezugnahme in den Offenbarungsgehalt dieser Beschreibung aufgenommen wird, beschriebene Art der Positions- und Orientierungsbestimmung vorteilhaft zur Steuerung des Arbeitsablaufs einer Operation bezüglich der verwendeten Vorrichtungen einzusetzen. Hierdurch lassen sich Prozesse im immer komplexer werdenden Umfeld von Operationen flexibler, schneller und sicherer gestalten. Dazu werden zunächst die für die Operation in der Operationsumgebung benötigten Vorrichtungen systematisch erfasst und mit Lokalisierungselementen (RFID-Tags) versehen. Dies kann sich auch auf die benötigten Verbrauchsmaterialien erstrecken. Insbesondere in einer Steuereinrichtung für die Operationsumgebung, welche beispielsweise in einer Bildgebungseinrichtung oder einer zentralen Bedien- und Anzeigevorrichtung vorgesehen sein kann, wird eine Logik („workflow engine“) hinterlegt, die dann steuert, welche Vorrichtungen für welche Operation bzw. welchen Arbeitsschritt im Arbeitsablauf einer Operation benötigt werden. Hierbei ist ebenso, beispielsweise in Form einer Datenbank, hinterlegt, wo und/oder wie genau die zur Verwendung vorgesehenen Vorrichtungen optimalerweise positioniert werden sollen. Dann ist es vollkommen automatisiert möglich, nachdem die aktuelle Position und/oder Orientierung jeder Vorrichtung durch die Positionsbestimmungseinrichtung anhand der Lokalisierungselemente bestimmt werden kann, einen Vergleich der Sollpositionierung mit der tatsächlichen aktuellen Position und/oder Orientierung vorzunehmen und entsprechende Positionierungsinformationen zu erzeugen, die dann entweder, beispielsweise durch entsprechende Ausgabe an eine Anzeigevorrichtung, zur manuellen Durchführung dem Personal vermittelt werden können, aber bevorzugt auch wenigstens teilweise zur automatischen Positionierung

und/oder Orientierung von Vorrichtungen eingesetzt werden kann.

[0011] Zweckmäßigerweise kann auch eine zu operierende und/oder wenigstens eine bei der Operation mitarbeitende Person mit wenigstens einem Lokalisierungselement versehen werden und für wenigstens einen Arbeitsschritt eine Anwesenheit und/oder Position der Person mit einer Sollanwesenheit und/oder Sollposition verglichen werden, wobei eine entsprechende Positionierungsinformation ermittelt und ausgegeben wird. Auch bezüglich der an der Operation beteiligten Personen kann mithin vorgesehen sein, dass sie mit Lokalisierungselementen (RFID-Tags) versehen werden, um zu überprüfen, ob sie korrekt positioniert sind und es kann eine entsprechende Positionierungsinformation ermittelt und ausgegeben werden. Insbesondere kann, beispielsweise wenn mehrere Lokalisierungselemente an einem Patienten verwendet werden, dessen korrekte Lage für den bevorstehenden Eingriff überprüft und durch das Personal aufgrund der Ausgabe einer Positionierungsinformation angepasst werden. Dabei sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Position und/oder Orientierung von Personen auch anderweitig genutzt werden kann, beispielsweise, wenn es um eine geeignete Positionierung eines Patiententisches geht, indem beispielsweise mitberücksichtigt wird, wie der Patient auf dem Patiententisch angeordnet ist oder dergleichen.

[0012] Wie bereits erwähnt, ist es besonders vorteilhaft, wenn für wenigstens eine automatisch positionierbare und/oder orientierbare Vorrichtung eine automatische Positionierung und/oder Orientierung unter Berücksichtigung der Positionierungsinformation erfolgt. Ist also beispielsweise ein Patiententisch und/oder ein C-Bogen einer Röntgeneinrichtung automatisch positionierbar, so können die entsprechenden Stellmittel in Abhängigkeit der Positionierungsinformation derart angesteuert werden, dass die Sollposition und/oder Sollorientierung vollkommen automatisch eingenommen wird, ohne dass ein weiterer Eingriff des Operationspersonals benötigt wird. Damit wird eine sichere und fehlerfreie Einstellung ermöglicht.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung, die ebenso die automatische Ansteuerung verschiedener Vorrichtungen betrifft, kann der Betrieb wenigstens einer Vorrichtung automatisch solange gesperrt werden, bis sich diese in der Sollposition und/oder Sollorientierung befindet. Auf diese Weise wird verhindert, dass eine Vorrichtung in einer fehlerhaften Position und/oder Orientierung eingesetzt wird, so dass eine weitere Erhöhung der Sicherheit gegeben ist. Gewisse Toleranzbereiche um die Sollposition und/oder Sollorientierung können hier jedoch sinnvoll sein, in denen auch bereits eine Freischaltung der Vorrichtung erfolgt; selbstverständlich ist es auch

möglich, ein Bedienelement vorzusehen, in dem das Bedienpersonal die Abweichung von der Sollposition und/oder Sollorientierung bestätigt und eine manuelle Freischaltung ermöglicht.

[0014] Zweckmäßigerweise wird ferner die Positionierungsinformation wenigstens teilweise an einer Anzeigevorrichtung ausgegeben. Diese kann von dem Personal zur Kenntnis genommen werden und es kann eine der Sollposition und/oder Sollorientierung entsprechende Positionierung der Vorrichtung vorgenommen werden. Dabei ist an dieser Stelle zu beachten, dass es besonders vorteilhaft ist, an der Anzeigevorrichtung als Teil der Positionierungsinformation deutlich hervorzuheben, ob sich bereits alle Vorrichtungen in der Sollposition und/oder Sollorientierung, gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Toleranzbereiches, befinden, beispielsweise, indem für diesen Fall ein grünes Signal ausgegeben wird, bei einer zu großen Abweichung wenigstens einer Vorrichtung von der Sollposition und/oder Sollorientierung ein rotes Signal ausgegeben wird. Dies ist insbesondere im Zusammenhang mit der bereits beschriebenen automatischen Sperrung von Vorrichtungen sinnvoll.

[0015] In konkreter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine schematische Darstellung der Operationsumgebung erzeugt und angezeigt wird, die die lagerichtige Darstellung der aktuellen Position und/oder Orientierung und der Sollposition und/oder Sollorientierung für wenigstens eine Vorrichtung, insbesondere alle Vorrichtungen, enthält. Dabei ist es auch denkbar, mehrere schematische Darstellungen, beispielsweise in mehreren Ansichten, zu verwenden, oder eine dreidimensionale Ansicht zu realisieren, die über einen Bediener in ihrer Blickrichtung eingestellt werden kann, um eine möglichst genaue Positionierung zu erreichen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Position und/oder Orientierung der Vorrichtung, insbesondere aller Vorrichtungen, ständig in Echtzeit nachverfolgt wird und die Darstellung in Echtzeit aktualisiert wird. Dann kann ständig überprüft werden, ob die korrekte Position eingenommen ist.

[0016] Ferner kann anhand der Positionierungsinformation wenigstens eine Positionierungsanweisung an eine Bedienperson ermittelt und ausgegeben werden. So kann beispielsweise eine optische und/oder akustische Ausgabe einer Positionierungsanweisung erfolgen, beispielsweise der Art „Bewegen Sie die EKG-Messeinrichtung um einen Meter entlang des Patiententisches nach links“ oder dergleichen. Bildlich kann eine solche Positionierungsanweisung beispielsweise in Form von Pfeilen oder dergleichen dargestellt werden. Möglich ist es auch, ein Kollisionswarnungssystem mit in die Ermittlung der Positionierungsanweisungen einzubeziehen.

[0017] In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung wenigstens einer Vorrichtung mittels einer Laserprojektionseinrichtung in der Operationsumgebung angezeigt wird. Eine derartige Laserprojektionseinrichtung ist dann idealerweise mit der Positionsbestimmungseinrichtung registriert, so dass unmittelbar Steuerdaten, die aus der Positionierungsinformation abgeleitet werden, an die Laserprojektionseinrichtung gesendet werden können, so dass diese, insbesondere durch geeignete Markierungen, die Sollposition und/oder die Sollorientierung wenigstens einer Vorrichtung für den aktuellen Arbeitsschritt anzeigt, beispielsweise, indem eine Stelle auf dem Boden in der Operationsumgebung markiert wird oder dergleichen. Laserprojektionseinrichtungen dieser Art sind im Stand der Technik weit hin bekannt und müssen hier nicht näher beschrieben werden.

[0018] Wie bereits erwähnt wurde, können die Sollposition und/oder die Sollorientierung in einer Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für mehrere Arbeitsschritte umfassenden Datenbank gespeichert sein. Dort können sie dann, sobald der Arbeitsschritt ermittelt wurde, abgerufen und entsprechend zum Vergleich herangezogen werden. Die Datenbank kann dabei lokal in der Operationsumgebung gespeichert sein, beispielsweise in einer das Verfahren durchführenden Steuereinrichtung, möglich ist es jedoch auch, dass auf die Datenbank über eine Netzwerkverbindung zugegriffen wird, beispielsweise eine Intranet- oder einer Internetverbindung. So können die Sollpositionen und/oder Sollorientierungen beispielsweise in einem Radiologieinformationssystem und/oder einem Krankenhausinformationssystem abgelegt werden.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn wenigstens eine Ablafliste während einer Operation auftretender Arbeitsschritte bei der Ermittlung des Arbeitsschritts berücksichtigt wird. Derartige Ablaflisten sind beispielsweise im DICOM-Standard bereits bekannt, und zwar unter dem Namen „DICOM Modality Work List“. Eine derartige Ablafliste enthält Informationen über die Art des geplanten Eingriffs (scheduled procedure) und gegebenenfalls auch des Arztes, der den Eingriff durchführen wird (scheduled performing physician). Beispielsweise kann nun vorgesehen sein, dass automatisch und/oder manuell die Arbeitsschritte der Ablafliste durchgegangen werden und entsprechend automatisch jeweils die Positionierung von Vorrichtungen überprüft wird.

[0020] In diesem Zusammenhang ist es besonders bevorzugt, wenn die Ablafliste einer bestimmten Operation vor Beginn der Operation automatisch ermittelt wird. Dies ist beispielsweise dann möglich, wenn die zu operierende Person, der Patient, selbst mit einem Lokalisierungselement versehen ist, wel-

ches bestimmte Informationen enthält, die die Identifikation des Patienten und die richtige Zuordnung der getroffenen Diagnose zur intendierten Therapie erlauben, wodurch die entsprechende Ablaufliste automatisch ausgewählt und aufgerufen werden kann. Beispielsweise kann ein entsprechender Abgleich mit einem Informationssystem, insbesondere einem Krankenhausinformationssystem oder einem Radiologieinformationssystem, erfolgen. Es kann also vorgesehen sein, dass die Ermittlung der Ablaufliste unter Berücksichtigung von Identifikationsdaten der zu operierenden Person ermittelt wird, wobei die Identifikationsdaten aus den Signalen wenigstens eines an der Person angeordneten Lokalisierungselements ermittelt werden. Auf diese Weise ist also gleich mit Beginn der Operation die passende Ablaufliste bekannt.

[0021] In weiterer, besonders vorteilhafter Ausgestaltung bei Verwendung einer solchen Ablaufliste kann vorgesehen sein, dass vor Beginn der Operation und/oder eines Arbeitsschrittes aus der Ablaufliste benötigte Vorrichtungen für die oder alle Arbeitsschritte der Operation ermittelt werden, wobei anhand der Lokalisierungselemente die Anwesenheit der benötigten Vorrichtungen in der Operationsumgebung überprüft wird und bei Abwesenheit eine Abwesenheitsinformation an eine Bedienperson ausgegeben wird. Es kann also vor Beginn der Operation zunächst überprüft werden, ob alle notwendigen Vorrichtungen im Raum bzw. in der Operationsumgebung vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall, kann über die Lokalisierungselemente (RFID-Tags) bestimmt werden, selbstverständlich abhängig von der Reichweite, wo sich die fehlenden Vorrichtungen befinden. Das System kann dann entweder eine Liste mit den gewünschten Positionen und/oder Orientierungen der Vorrichtungen ausgeben, oder mittels der bereits beschriebenen Laserprojektion im Raum anzeigen, wo die Vorrichtungen positioniert, beispielsweise aufgestellt, werden sollen. Ist eine benötigte Vorrichtung nicht lokalisierbar, wird dies als Abwesenheitsinformation an die Bedienperson ausgegeben, die die Vorrichtung beschaffen kann. Wurde dabei festgestellt, dass sich die fehlende Vorrichtung im Erfassungsbereich der Positionsbestimmungseinrichtung befindet, so kann der aktuelle Ort der Vorrichtung Teil der Abwesenheitsinformation sein.

[0022] Im erfindungsgemäßen Verfahren wird die Position und/oder Orientierung wenigstens einer Vorrichtung kontinuierlich nachverfolgt, wobei aus dem sich ergebenden Positionsmuster und/oder Bewegungsmuster der aktuelle Arbeitsschritt und/oder eine aktuelle Funktionalitätsanforderung für wenigstens eine Vorrichtung abgeleitet wird. Dabei sei zunächst angemerkt, dass insbesondere bei einer automatisch bestimmten Ablaufliste der erste Arbeitsschritt der Operation ohnehin bekannt ist und nicht unbedingt noch abgeleitet werden muss. Umgekehrt ist es jedoch auch denkbar, anhand wenigstens ei-

nes durch ein Bewegungsmuster und/oder Positionsmuster abgeleiteten Arbeitsschrittes eine Ablaufliste ebenso automatisch zu bestimmen. Von diesen speziellen Ausgestaltungen abgesehen ist es also grundsätzlich möglich, auch eine automatische Bestimmung des aktuellen Arbeitsschrittes aus Daten des Positionsbestimmungssystems abzuleiten. Durch eine laufende Analyse von Bewegungs- und/oder Positionsmustern möglichst vieler, insbesondere aller, beteiligten Vorrichtungen können für jede Vorrichtung die für ihre Funktion relevanten Aspekte des aktuellen Arbeitsschrittes und insgesamt der Arbeitsschritt selber automatisch erkannt werden. In einem Beispiel bedeutet bei der Navigation an der Wirbelsäule beispielsweise die Bewegung der Ahle in Richtung des Patienten, dass nun eine Planung erfolgen soll, oder, falls diese bereits durchgeführt wurde, die Eröffnung des Pedikels. Dazu ist beispielsweise eine Ahle und die Zielführung an einem Bildschirm anzuzeigen. Bei Bewegung des Schraubendrehers sind hingegen ein Schraubendreher und eine Schraube anzuzeigen sowie Bedienelemente, welche die Einstellung der Schraubendimensionen ermöglichen. Allgemein formuliert ist es also grundsätzlich möglich, dass aufgrund der Funktionalitätsanforderung der Betrieb wenigstens einer Bedieneinrichtung und/oder einer Steuereinrichtung für die Vorrichtung automatisch angepasst wird. Zudem erlaubt es die automatische Bestimmung des Arbeitsschrittes offensichtlich, ohne weitere Eingaben des Bedieners die korrekten Sollpositionen und/oder Sollorientierungen, insbesondere aus der Datenbank, abzufragen.

[0023] Insgesamt kann man bezüglich der beschriebenen Arbeitsschrittanalyse also sagen, dass sich eine besonders vorteilhafte Kombination der durch die Lokalisierungselemente gewonnenen Ortsinformationen mit einer Analyse des aktuellen Arbeitsschrittes und der bereits erwähnten Logik (work flow engine), die wiederum durch standardisierte Protokolle (Ablauflisten – DICOM modality worklists) und die Ergebnisse der Arbeitsschrittanalyse aktiviert wird, eine äußerst zielgerichtete Unterstützung von Bedienpersonal in komplexen Operationsumgebungen ergibt.

[0024] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn die Positionsmuster und/oder Bewegungsmuster im Hinblick auf die mögliche Nutzung von Vorrichtungen ausgewertet werden. Es wird demnach letztlich antizipiert, welche Aufgabe mit welcher Vorrichtung als nächstes ausgeführt wird, indem ihre Bewegung oder ihre Position betrachtet wird. Dann kann die Vorrichtung selbst und/oder eine geeignete Bedieneinrichtung, Anzeigevorrichtung und/oder Steuervorrichtung angesteuert werden, beispielsweise die entsprechenden Funktionalitäten anzubieten, zum Beispiel sinnvolle Bildaufnahmeparametersätze für eine Röntgen-einrichtung, eine bestimmte Darstellung von Bilddaten, die Aufnahme spezieller Messwerte durch ei-

ne Vorrichtung und dergleichen, wie im Beispiel der Ahle bereits angedeutet wurde, nachdem ja auch Anzeigen und Bedienmöglichkeiten auf die anstehenden Aufgaben angeglichen werden. So ist allein durch die im Rahmen von einfach zu handhabenden und günstigen RFID-Tags als Lokalisierungselemente und eine entsprechende Nachverfolgung der Positionen und/oder Orientierungen eine hervorragend auf die aktuellen Bedürfnisse des Personals abgestimmte Unterstützung des Operationsablaufs gegeben.

[0025] In vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann ferner vorgesehen sein, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung spezifisch für wenigstens eine die Operation leitende Person ermittelt und/oder gespeichert wird. Es lässt sich also die gesamte Logik anwenderspezifisch auslegen. So bevorzugt beispielsweise ein erster Arzt eine um 30° nach links gedrehte Position eines Patiententisches, ein zweiter Arzt dagegen für dieselbe Operation einen Tisch in einer 0°-Position. Daraus folgt, dass auch die übrigen Geräte, beispielsweise Anästhesievorrichtungen, entsprechend anders gestellt werden. Eine die Operation leitend durchführende Person, insbesondere also ein Arzt, kann mithin Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für sich spezifisch nach Art eines Profils modifizieren und anpassen oder das Gerät „lernt“, wie im Folgenden noch näher erläutert wird, die Sollpositionen und/oder Sollorientierungen auf anwenderspezifische Art.

[0026] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung unter Berücksichtigung von insbesondere in einer Datenbank gespeicherten ärztlichen Leitlinien ermittelt werden. Derartige ärztliche Leitlinien geben im Wesentlichen vor, wie eine Operation ablaufen sollte und können beispielsweise in Form einer Datenbank realisiert werden, in der dann auch entsprechende Sollpositionen und/oder Sollorientierungen abgespeichert sind. Es sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass in einer derartigen Datenbank selbstverständlich auch weitere Informationen, die im Laufe des Operationsablaufs genutzt werden können, enthalten sein können, beispielsweise bestimmte den Arbeitsschritten zugeordnete Funktionalitäten und dergleichen, die von einem Operationsleitsystem wie einer zentralen Steuereinrichtung genutzt werden können.

[0027] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung aus dem Ablauf wenigstens einer vorangehenden Operation, bei der die Position und/oder Orientierung der wenigstens einen Vorrichtung mittels der Positionsbestimmungseinrichtung nachverfolgt werden, bestimmt und zur späteren automatischen Ermittlung, insbesondere in der Datenbank, gespeichert werden. Es ist also möglich, dass das vorliegend be-

schriebene System als ein lernendes System ausgestaltet wird, welches durch die Beobachtung von Operationsabläufen Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für verschiedene Arbeitsschritte ableitet. Dabei kann selbstverständlich auch eine Analyse vorgesehen sein, wie schnell und effektiv die verwendeten Positionen und/oder Orientierungen im Vergleich zu anderen, bereits aufgezeichneten Operationsabläufen sind und es kann auch dahingehend mit der Zeit eine Optimierung stattfinden. Allgemein formuliert kann also bei Betrachtung mehrerer gleicher Arbeitsschritte vorangehender Informationen mittels eines lernenden Systems auf Basis wenigstens eines Kriteriums eine optimale Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung bestimmt werden. Eine Datenbank kann mithin ständig aktuell gehalten werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, eine derartige Analyse vorangehender Operationen anwenderspezifisch durchzuführen.

[0028] Vorteilhaft ist es, wenn das Verfahren für jeden Arbeitsschritt einer Operation durchgeführt wird, insbesondere jeden Arbeitsschritt einer Ablaufliste. Somit existiert die durch das erfindungsgemäße Verfahren gelieferte Unterstützung über die gesamte Operation hinweg.

[0029] Ferner kann, wie bereits angedeutet, vorgesehen sein, dass wenigstens eine Bedieneinrichtung und/oder Steuereinrichtung und/oder Anzeigevorrichtung unter Berücksichtigung des ermittelten aktuellen Arbeitsschrittes betrieben werden. Derartige Systeme, die abhängig vom aktuellen Arbeitsschritt unterschiedliche Bedienmöglichkeiten anbieten, unterschiedliche Informationen ausgeben und/oder einzelne Vorrichtungen unterschiedlich betreiben, beispielsweise im Hinblick auf die aufzunehmenden Messwerte, sind im Stand der Technik bereits grundsätzlich bekannt, so dass deren Funktionalität besonders vorteilhaft mit der erfindungsgemäßen Verwendung und Nutzung der Positionsbestimmungseinrichtung in Einklang gebracht werden können, um eine möglichst weitgehende Unterstützung des Personals bei hochkomplexen Operationen zu erreichen. Beispielsweise können in Abhängigkeit des aktuellen Arbeitsschrittes, der bevorzugt automatisch bestimmt wurde, bestimmte Organprogramme festgelegt oder zur Auswahl angeboten werden, Allgemeinbildaufnahmeparameter einer bildgebenden Einrichtung angepasst werden, Messwerte von Sensoren können entsprechend angepasst werden und dergleichen. Ersichtlich besteht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung des Ablaufs einer Operation.

[0030] Die Operationsumgebung kann als Vorrichtung wenigstens eine bildgebende Einrichtung, insbesondere eine Röntgeneinrichtung mit einem C-Bogen, und/oder wenigstens ein Eingriffsinstrument umfassen. Gerade dann, wenn bildgebende Einrichtun-

gen, insbesondere solche mit komplex beweglichen Teilen wie einem C-Bogen, verwendet werden, steigt die Komplexität einer Operationsumgebung enorm und das erfindungsgemäße Verfahren kann die korrekte Positionierung der beteiligten Vorrichtungen deutlich weniger fehleranfällig und einfacher sowie sicherer gestalten. Positionsinformationen und Positionierungsinformationen sind auch bei minimalinvasiven Eingriffen wichtig und überaus nützlich, so dass sich das Verfahren auch besonders vorteilhaft auf Operationsumgebungen anwenden lässt, die als Eingriffsinstrumente beispielsweise Laparoskope, Endoskope, Katheter, Punktionsnadeln oder dergleichen umfassen, deren Position dann auch entsprechend nachverfolgt werden kann.

[0031] Wie bereits erwähnt wurde, ist es auch möglich, Verbrauchsmaterial einer Operation als Vorrichtung zu betrachten, beispielsweise also in und/oder an einem Patienten einzusetzende Vorrichtungen genauso wie beispielsweise Spritzen, Verbände oder dergleichen, die ebenso nachverfolgt und korrekt positioniert werden können.

[0032] Neben dem Verfahren betrifft die Erfindung auch ein System zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung, das eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildete Steuereinrichtung umfasst. Sämtliche Ausführungen bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich analog auf das erfindungsgemäße Unterstützungssystem übertragen, welches mithin zur Erlangung derselben Vorteile eingesetzt werden kann.

[0033] Insgesamt ermöglichen also die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße System eine weitgehend automatisierbare und verbesserte Unterstützung der Positionierung von während hochkomplexen Operationen eingesetzten Vorrichtungen.

[0034] Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

[0035] Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Systems,

[0036] Fig. 2 einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

[0037] Fig. 3 eine Skizze mit Beiträgen zur Datenbank.

[0038] Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Systems **1** in einer Operationsumgebung **2**. Ersichtlich ist ein Patiententisch **3** auf einer

Säule **4** vorgesehen, der automatisch über entsprechende Stellmittel verstellbar ist. Auf dem Patiententisch **3** kann der zu operierende Patient **5** angeordnet werden.

[0039] Um die Patientenliege **3** schwenkbar angeordnet ist ferner der C-Bogen **6** einer Röntgeneinrichtung **7** vorgesehen. Um den minimalinvasiven, hochkomplexen Eingriff durchführen zu können, wird ein medizinisches Instrument **8** verwendet, das in den Körper des Patienten **5** eingeführt werden soll. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Laparoskop, ein Endoskop, einen Katheter oder eine Punktionsnadel handeln. Insbesondere können auch mehrere derartige Instrumente vorgesehen sein. Weitere im Rahmen von Operationen zu verwendende Vorrichtungen **9** sind nur schematisch angedeutet. Bei ihnen kann es sich beispielsweise um Messgeräte, Sensoren, eine EKG-Einrichtung, weitere bildgebende Einrichtungen, Verbrauchsgegenstände, Werkzeuge und dergleichen handeln.

[0040] Zur Gesamtsteuerung der steuerbaren bzw. auslesbaren Vorrichtungen, **3, 6, 7, 8, 9** ist als weitere Vorrichtung eine Bedien- und Anzeigevorrichtung **10** mit einem Anzeigemittel **11** und einem Eingabemittel **12** vorgesehen. Ferner enthält die Bedien- und Anzeigevorrichtung **10** eine Steuereinrichtung **13**, die zur Durchführung des im Folgenden genauer erklärten erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist.

[0041] Ferner ist eine Person **14** gezeigt, die zum Operationspersonal gehört.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht nun letztlich vor, nach der Ermittlung eines aktuell durchzuführenden Arbeitsschritts einer Operation, welche automatisch und/oder manuell erfolgen kann, vollautomatisch die Positionen der Vorrichtungen bzw. ihrer bewegbaren Komponenten, beispielsweise des C-Bogens **6**, zu ermitteln und jeweils mit einer für den aktuellen Arbeitsschritt aus einer Datenbank **15** abgerufenen Sollpositionen und Sollorientierungen zu vergleichen. Ergebnis des Vergleichs ist eine Positionierungsinformation, die ein automatisches und/oder manuelles Verbringen der entsprechenden Vorrichtungen **3, 6, 7, 8, 9, 10** in die Sollposition und/oder Sollorientierung ermöglicht.

[0043] Zur Positionsbestimmung umfasst das Unterstützungssystem **1** eine Positionsbestimmungseinrichtung **16** mit einer Vielzahl zusammenwirkender Komponenten.

[0044] So sind zunächst die Vorrichtungen bzw. ihre Komponenten jeweils mit wenigstens einem Lokalisierungselement **17** versehen, wobei unabhängig von der schematischen Darstellung in Fig. 1 jede Vorrichtung bzw. Komponente auch mit mehr als einem Lokalisierungselement **17** versehen sein

kann. Diese Lokalisierungselemente **17** umfassen jeweils einen Transponder, der wiederum eine Antenne und einen mit der Antenne verbundenen Schaltkreis umfasst. Die Antenne empfängt Strahlung, konkret Anregungssignale, die von einer Sendeeinheit **18** ausgesendet werden. Durch die empfangene Strahlung kann die Schaltung betrieben werden und sorgt ihrerseits dafür, dass über die Antenne des Lokalisierungselements **17** als Lokalisierungssignal ein Funksignal, also hochfrequente elektromagnetische Strahlung, ausgesendet wird. Die entsprechenden Lokalisierungssignale werden von drei an definierten Positionen im Raum befindlichen Empfangseinheiten **19** empfangen. Die Empfangseinheiten **19** wiederum sind mit einer hier in der Steuereinrichtung **13** verbauten Auswertungseinheit **20** verbunden, die anhand der Phasenlage der elektromagnetischen Strahlung der Lokalisierungssignale am jeweiligen Ort der Empfangseinheiten **19** die Position und/oder Orientierung der jeweiligen Vorrichtung, beispielsweise des C-Bogens **6** oder des Instruments **8**, bestimmt. Dies geschieht auf die grundsätzlich bekannte, durch die DE 10 2006 029 122 A1 beschriebene Art und Weise.

[0045] Neben den entsprechenden Vorrichtungen weisen vorliegend auch der Patient **5** sowie die Person **14** wenigstens ein Lokalisierungselement auf.

[0046] Das System **1** umfasst schließlich neben dem Anzeigemittel **11** noch eine Laserprojektionseinrichtung **21**, die ebenso durch die Steuereinrichtung **13** angesteuert werden kann. Zudem ist die Steuereinrichtung **13** mit einem Informationssystem **22**, beispielsweise einem Krankenhausinformationssystem oder einem Radiologieinformationssystem, verbunden.

[0047] Fig. 2 zeigt nun einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand eines Beispiels.

[0048] Dabei wird im Folgenden davon ausgegangen, dass sich der Operationsablauf einer bestimmten Operation durch eine Ablauffliste beschreiben lässt, die einen oder mehrere nacheinander ablaufende Arbeitsschritte enthält. In der Datenbank **15** sind Ablaufflisten für mehrere Arten von Operationen mit ihren Arbeitsschritten genauso gespeichert wie Sollpositionen und Sollorientierungen der Vorrichtungen für die Arbeitsschritte. Selbstverständlich können zu den Arbeitsschritten auch weitere Informationen in der Datenbank **15** gespeichert sein, beispielsweise bestimmte Funktionalitäten, Eingabemöglichkeiten, auszugebende Informationen und dergleichen, worauf im Folgenden noch näher eingegangen werden wird.

[0049] In einem optionalen Schritt S1 des in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiels wird der Ablauf wenigstens einer vorangehenden Operation, bei der die Position und/oder Orientierung der Vorrichtung

gen mittels der Positionsbestimmungseinrichtung **16** nachverfolgt wird, bestimmt. Beispielsweise kann der Ablauf in der Datenbank **15** oder anderweitig in der Steuereinrichtung **13** abgespeichert werden. Die Steuereinrichtung **13** ist nun in der Lage, diese Daten zu verarbeiten, um sie bei der Vorgabe von Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für wenigstens einen Arbeitsschritt zu berücksichtigen, wobei auch beispielsweise betrachtet werden kann, in welchen Operationen schneller und/oder effizienter gearbeitet wird. Allgemein gesagt ist in der Steuereinrichtung **13** ein lernendes System vorgesehen, das gleiche Arbeitsschritte vorangegangener Operationen aufgrund wenigstens eines Kriteriums auswertet und somit eine optimale Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung bestimmt.

[0050] Fig. 3 zeigt schematisch, welche Informationen bzw. Informationsquellen beim Aufbau der Datenbank **15** berücksichtigt werden können. Neben den bereits erwähnten Positionsdaten **23** früherer Operationen können auch ärztliche Leitlinien **24** berücksichtigt werden. Schließlich ist es auch denkbar, Personendaten **25** über die die Operation leitende Person in dem Sinne zu berücksichtigen, dass die Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für die Arbeitsschritte spezifisch für die die Operation leitenden Personen ermittelt und gespeichert werden. Damit können die Vorlieben mancher Ärzte, beispielsweise bezüglich der Stellung des Patiententischs **3** oder dergleichen, ebenso mit berücksichtigt werden und es kann der die Operation leitenden Person eine geeignete Positionierung zugeordnet werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass eine Bedienperson **26** die in der Datenbank **15** gespeicherten Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für die Vorrichtungen modifiziert oder eingibt.

[0051] Es existiert also, bevor eine konkrete Operation in Schritt S2 begonnen wird, bereits die Datenbank **15** mit den Ablaufflisten, den darin gespeicherten Arbeitsschritten und den den Arbeitsschritten zugeordneten Sollpositionen und/oder Sollorientierungen für die jeweiligen Vorrichtungen.

[0052] Soll nun eine neue Operation begonnen werden, so wird in diesem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zunächst das Lokalisierungselement **17**, welches letztlich wie ein RFID-Tag wirkt, durch das Positionsbestimmungssystem **16** ausgelesen, so dass der Patient identifiziert werden kann. Unter Rückgriff auf das Informationssystem **22** lässt sich nun feststellen, welche Diagnose bei dem Patienten **5** vorliegt und welche Operation durchgeführt werden muss. Entsprechend wird eine Ablauffliste mit den entsprechenden Arbeitsschritten aus der Datenbank **15** abgerufen.

[0053] In einem Schritt S3 wird zunächst anhand der Ablauffliste und den Arbeitsschritten ermittelt,

welche Vorrichtungen für die Operation zwangsläufig notwendig sind. Sodann wird überprüft, ob die vorrichtungsspezifischen Lokalisierungselemente **17** und mithin die benötigten Vorrichtungen in der Operationsumgebung **2** vorhanden sind. Fehlen Vorrichtungen, so wird eine Abwesenheitsinformation über das Anzeigemittel **11** ausgegeben. Dabei kann auch überprüft werden, ob sich eine nicht in der Operationsumgebung **2** befindliche Vorrichtung dennoch im Erfassungsbereich der Positionsbestimmungseinrichtung **16** befindet, wobei die aktuelle Position der Vorrichtung mit als Abwesenheitsinformation dargestellt werden kann, so dass eine die Operation vorbereitende Person diese vereinfacht vorfinden kann.

[0054] In einem Schritt S4 wird sodann der erste Arbeitsschritt ermittelt. Dies ist vorliegend problemlos automatisch möglich, nachdem die Operation gerade beginnt und somit der erste Arbeitsschritt der Ablaufliste zuerst durchgeführt werden sollte, wobei auch eine andere Art der Ermittlung dieses Arbeitsschritts im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar ist. Grundsätzlich verfolgt die Positionsbestimmungseinrichtung die Position und/oder Orientierung der Vorrichtungen kontinuierlich nach, so dass sich ein Positionsmuster und ein Bewegungsmuster ergeben. Ein derartiges Positionsmuster bzw. Bewegungsmuster kann automatisch ausgewertet werden, um festzustellen, welcher Arbeitsschritt vorliegen kann. Es kann also eine Art Arbeitsschrittanalyse stattfinden, die auf den Daten der Positionsbestimmungseinrichtung **16** beruht.

[0055] Diese Arbeitsschrittanalyse kann auch weitergehend genutzt werden, um, insbesondere auch während eines Arbeitsschritts, aktuell benötigte Funktionalitäten wenigstens einer Vorrichtung festzustellen, beispielsweise die Notwendigkeit einer Aufnahme mit einem bestimmten Untersuchungsprotokoll mit der Röntgeneinrichtung **7** oder dergleichen. Wird durch die Steuereinrichtung **13** eine derartige Funktionalitätsanforderung festgestellt, so kann aufgrund der Funktionalitätsanforderung vollautomatisch der Betrieb der Vorrichtung bzw. einer Steuereinrichtung für die Vorrichtung oder einer Bedieneinrichtung für die Vorrichtung automatisch angepasst werden. Dient vorliegend beispielsweise die Bedien- und Anzeigevorrichtung **10** als zentrales Bedienorgan für die Vorrichtungen, insbesondere also auch die Röntgeneinrichtung **7**, kann dort angezeigt werden, dass die Bilddatenaufnahme vorbereitet ist und lediglich noch gestartet werden muss bzw. aus einem von mehreren Sätzen von Bildaufnahmeparametern ausgewählt werden kann oder dergleichen. Mit anderen Worten wird durch die Analyse der Positionsmuster und Bewegungsmuster antizipiert, welche Vorrichtungen voraussichtlich wie verwendet werden, so dass eine perfekt angepasste Bedienumgebung für das Operationspersonal automatisch realisiert werden kann. Diese Analyse der Positionsmuster und

Bewegungsmuster läuft während des gesamten Verfahrensablaufs parallel ab und zieht selbstverständlich auch den aktuellen Arbeitsschritt und die Ablaufliste in Betracht, gegebenenfalls auch Daten über den Patienten **5**, die beispielsweise in einer elektronischen Patientenakte auf dem Informationssystem **22** vorliegen können.

[0056] In einem Schritt S5 werden sodann die aktuellen Positionen der dem Arbeitsschritt benötigten Vorrichtungen automatisch durch die Positionsbestimmungseinrichtung **16** ermittelt. Dies ist möglich, nachdem vorteilhafterweise alle Vorrichtungen mit Lokalisierungselementen **17** versehen sind.

[0057] In einem Schritt S6 werden die aktuellen Positionen und Orientierungen der Vorrichtungen dann mit Sollpositionen und Sollorientierungen für diesen Arbeitsschritt, die aus der Datenbank **15** abgerufen wurden, verglichen, um eine Positionierungsinformation abzuleiten. Die Positionierungsinformation gibt dabei im Wesentlichen an, ob eine Positionsabweichung vorliegt und/oder wie diese überwunden werden kann. Danach wird je nach Vorrichtung einer der Schritte S7a und S7b durchgeführt.

[0058] In einem Schritt S7a wird die Positionierungsinformation genutzt, um automatisch verstellbare Vorrichtungen, beispielsweise den Patiententisch **3** und den C-Bogen **6**, anzusteuern, um die Sollposition und/oder die Sollorientierung selbsttätig einzunehmen. Die entsprechenden Stellmittel der Vorrichtungen werden hierfür durch die Steuereinrichtung **13** angesteuert. Parallel werden für die Vorrichtungen, welche nicht oder nicht gänzlich automatisch positionierbar sind, Positionierungsanweisungen an das Operationspersonal ausgegeben, insbesondere optisch und/oder akustisch über die Bedien- und Anzeigevorrichtung **10**, zusätzlich jedoch für wenigstens einen Teil der Vorrichtungen auch über die Laserprojektionseinrichtung **21**, die die Sollposition und/oder die Sollorientierung für wenigstens eine Vorrichtung anzeigt.

[0059] Konkret wird auch eine schematische Darstellung der Operationsumgebung **2** für das Anzeigemittel **11**, welches beispielsweise ein Monitor sein kann, generiert. In dieser schematischen Darstellung der Operationsumgebung wird sowohl die aktuelle Position und/oder Orientierung der Vorrichtungen wie auch die Sollposition und/oder Sollorientierung der Vorrichtungen, gegebenenfalls um eine Positionierungsanweisung ergänzt, dargestellt.

[0060] In einem Schritt S8 wird dann überprüft, ob, gegebenenfalls unter Berücksichtigung eines Toleranzbereiches, alle für den Arbeitsschritt benötigten Vorrichtungen korrekt positioniert sind, das bedeutet, dass ihre Sollposition und/oder Sollorientierung wenigstens bis auf einen Toleranzbereich eingenom-

men wurde. Dies kann im Übrigen auch dem Bediener zur Anzeige gebracht werden, beispielsweise, indem der Hintergrund der schematischen Darstellung so lange rot ist, bis die korrekte Positionierung gegeben ist, um dann grün zu werden. Ist die Positionierung noch nicht hinreichend gut, wird die Überprüfung gemäß dem Pfeil **27** ab Schritt S5 kontinuierlich fortgeführt. Dabei kann als optionaler Schritt S9 vorgesehen sein, dass wenigstens eine Vorrichtung, die noch nicht korrekt positioniert ist, für ihren Betrieb noch gesperrt bleibt. Das bedeutet, die Steuereinrichtung **13** sendet ein entsprechendes Signal zur wenigstens teilweisen Sperrung der Funktionen der entsprechenden Vorrichtungen. Auf diese Weise wird nicht versehentlich eine ungünstig positionierte Vorrichtung verwendet.

[0061] Eine derartige Sperrung einer Vorrichtung wird aufgehoben, wenn diese wenigstens innerhalb eines Toleranzbereiches die Sollposition und/oder die Sollorientierung eingenommen hat oder wenn eine Bedienperson ein entsprechendes Bedienelement zur manuellen Freigabe betätigt und somit letztlich bestätigt, dass die abweichende Position tatsächlich gewollt ist.

[0062] In einem Schritt S10 werden dann, zu Beginn und während der tatsächlichen Durchführung des Arbeitsschrittes, wie grundsätzlich bekannt, weitere Funktionen einer solchen zentralen Unterstützung einer Operation durchgeführt, so dass die Bedien- und Anzeigevorrichtung **10** und/oder wenigstens eine Vorrichtung unter Berücksichtigung des ermittelten aktuellen Arbeitsschrittes betrieben werden, beispielsweise also bestimmte Auswahlmöglichkeiten für verschiedene Vorrichtungen zur Auswahl angeboten werden, bestimmte für einen Arbeitsschritt relevante Informationen angezeigt werden, Messwerte aufgenommen werden, die sich auf den aktuellen Arbeitsschritt beziehen und dergleichen. Zudem findet, wie bereits oben beschrieben, kontinuierlich die Überwachung der Positionsmuster und Bewegungsmuster statt, um hieraus weitere Schlussfolgerungen auf benötigte Funktionalitäten abzuleiten.

[0063] Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass, nachdem auch das Operationspersonal, stellvertretend als die Person **14** in **Fig. 1** dargestellt, mit Lokalisierungselementen **17** versehen ist, Personen bezüglich ihrer Position nachverfolgt werden kann. So kann parallel vorgesehen sein, dass für den aktuellen Arbeitsschritt eine Anwesenheit und/oder Position der Person **14** mit einer Sollanwesenheit und/oder Sollposition verglichen wird, wobei ebenso eine entsprechende Positionierungsinformation ermittelt und ausgegeben werden kann. Beispielsweise haben sich bestimmte Positionen zur Assistenz als günstiger erwiesen und es kann so überwacht werden, ob das gesamte benötigte Personal in der Operationsumgebung **2** anwesend ist.

[0064] In einem Schritt S11 wird schließlich überprüft, ob der nächste Arbeitsschritt ansteht oder gar der letzte Arbeitsschritt bereits abgeschlossen ist. Ist der aktuelle Arbeitsschritt noch nicht abgeschlossen, so wird die Überwachung, Pfeil **28**, fortgesetzt. Wird festgestellt, mit besonderem Vorteil automatisch durch eine Analyse der Positionsmuster und Bewegungsmuster, dass der nächste Arbeitsschritt beginnt, wird bezüglich der wiederum anstehenden Positionierung der benötigten Vorrichtungen mit dem Schritt S5 für den nächsten Arbeitsschritt fortgeföhren, Pfeil **29**. Das Verfahren wird mithin für jeden Arbeitsschritt einer Ablauffliste, also einer Information, durchgeführt.

[0065] Ist der letzte Arbeitsschritt abgeschlossen, wurde die Operation also beendet, so wird in einem Schritt S12 auch das Verfahren abgeschlossen. Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass es selbstverständlich auch denkbar ist, Sollpositionen und/oder Orientierungen für die verschiedenen Vorrichtungen für einen Zeitpunkt zu definieren, wenn gerade keine Operation durchgeführt wird, letztlich also Park- oder Ablagepositionen, deren Einnahme dann selbstverständlich auch mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens überprüft und unterstützt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung (**2**), wobei jede Vorrichtung mit wenigstens einem einen Transponder umfassenden Lokalisierungselement (**17**) versehen ist, welcher Transponder durch empfangene elektromagnetische Strahlung zum Aussenden eines vorrichtungsspezifischen Funksignals anregbar ist, und wobei eine die Lokalisierungselemente (**17**) aller Vorrichtungen zur Ermittlung einer Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung nutzende Positionsbestimmungseinrichtung (**16**) verwendet wird, umfassend folgende Schritte:

- Ermittlung eines aktuell durchzuföhrenden Arbeitsschrittes der Operation,
- automatische Ermittlung einer dem Arbeitsschritt zugeordneten Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung,
- automatische Ermittlung der aktuellen Position und/oder Orientierung für jede Vorrichtung und durch Vergleich der aktuellen Position und/oder Orientierung einer Positionierungsinformation,
- automatisches und/oder manuelles Verbringen wenigstens einer Vorrichtung in die Sollposition und/oder Sollorientierung unter Berücksichtigung der Positionierungsinformation,
- wobei die Position und/oder Orientierung wenigstens einer Vorrichtung kontinuierlich nachverfolgt wird, wobei aus dem sich ergebenden Positionsmus-

ter und/oder Bewegungsmuster der aktuelle Arbeitsschritt und/oder eine aktuelle Funktionalitätsanforderung für wenigstens eine Vorrichtung abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass auch eine zu operierende und/oder wenigstens eine bei der Operation mitarbeitende Person (14) mit wenigstens einem personenspezifischen Lokalisierungselement (17) versehen wird und für einen Arbeitsschritt eine Anwesenheit und/oder Position der Person (14) mit einer Sollanwesenheit und/oder Sollposition verglichen wird, wobei eine entsprechende Positionierungsinformation ermittelt und ausgegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass für wenigstens eine automatisch positionierbare und/oder orientierbare Vorrichtung eine automatische Positionierung und/oder Orientierung unter Berücksichtigung der Positionierungsinformation erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positionierungsinformation wenigstens teilweise an einer Anzeigevorrichtung (11) ausgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung wenigstens einer Vorrichtung mittels einer Laserprojektionseinrichtung (21) in der Operationsumgebung (2) angezeigt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Ablauffliste während einer Operation auftretender Arbeitsschritte bei der Ermittlung des Arbeitsschritts berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablauffliste einer bestimmten Operation vor Beginn der Operation automatisch ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlung der Ablauffliste unter Berücksichtigung von Identifikationsdaten der zu operierenden Person (5) ermittelt wird, wobei die Identifikationsdaten aus den Signalen wenigstens eines an der Person (5) angeordneten Lokalisierungselements (17) ermittelt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Beginn der Operation und/oder eines Arbeitsschritts aus der Ablauffliste die benötigten Vorrichtungen für den oder alle Arbeitsschritte der Operation ermittelt werden, wobei anhand der Lokalisierungselemente (17) die Anwesenheit der benötigten Vorrichtungen in der Operationsumgebung (2) überprüft wird und bei Abwesenheit eine Abwe-

senheitsinformation an eine Bedienperson ausgegeben wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aufgrund der Funktionalitätsanforderung der Betrieb wenigstens einer Bedieneinrichtung und/oder einer Steuereinrichtung für die Vorrichtung automatisch angepasst wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung spezifisch für wenigstens eine die Operation leitende Person ermittelt und/oder gespeichert werden.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollposition und/oder die Sollorientierung aus dem Ablauf wenigstens einer vorangehenden Operation, bei der die Position und/oder Orientierung der wenigstens einen Vorrichtung mittels der Positionsbestimmungseinrichtung (16) nachverfolgt werden, bestimmt und zur späteren automatischen Ermittlung, insbesondere in einer Datenbank (15), gespeichert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Betrachtung mehrerer gleicher Arbeitsschritte vorangehender Operationen mittels eines lernenden Systems auf Basis wenigstens eines Kriteriums eine optimale Sollposition und/oder Sollorientierung für jede Vorrichtung bestimmt werden.

14. System (1) zur Unterstützung des Arbeitsablaufs in einer wenigstens eine während einer Operation genutzte Vorrichtung umfassenden Operationsumgebung (2), umfassend eine zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildete Steuereinrichtung (13).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

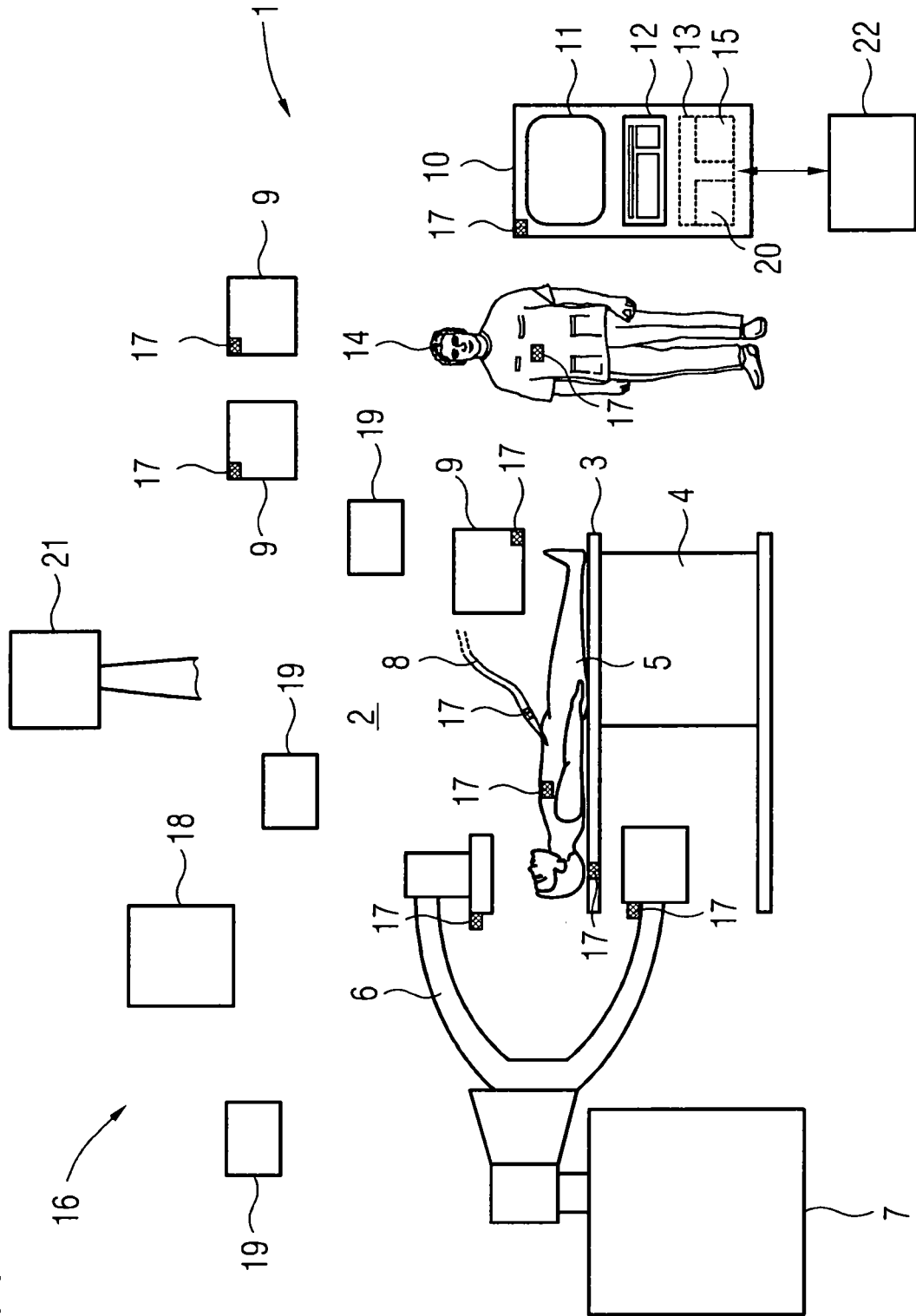


FIG 2

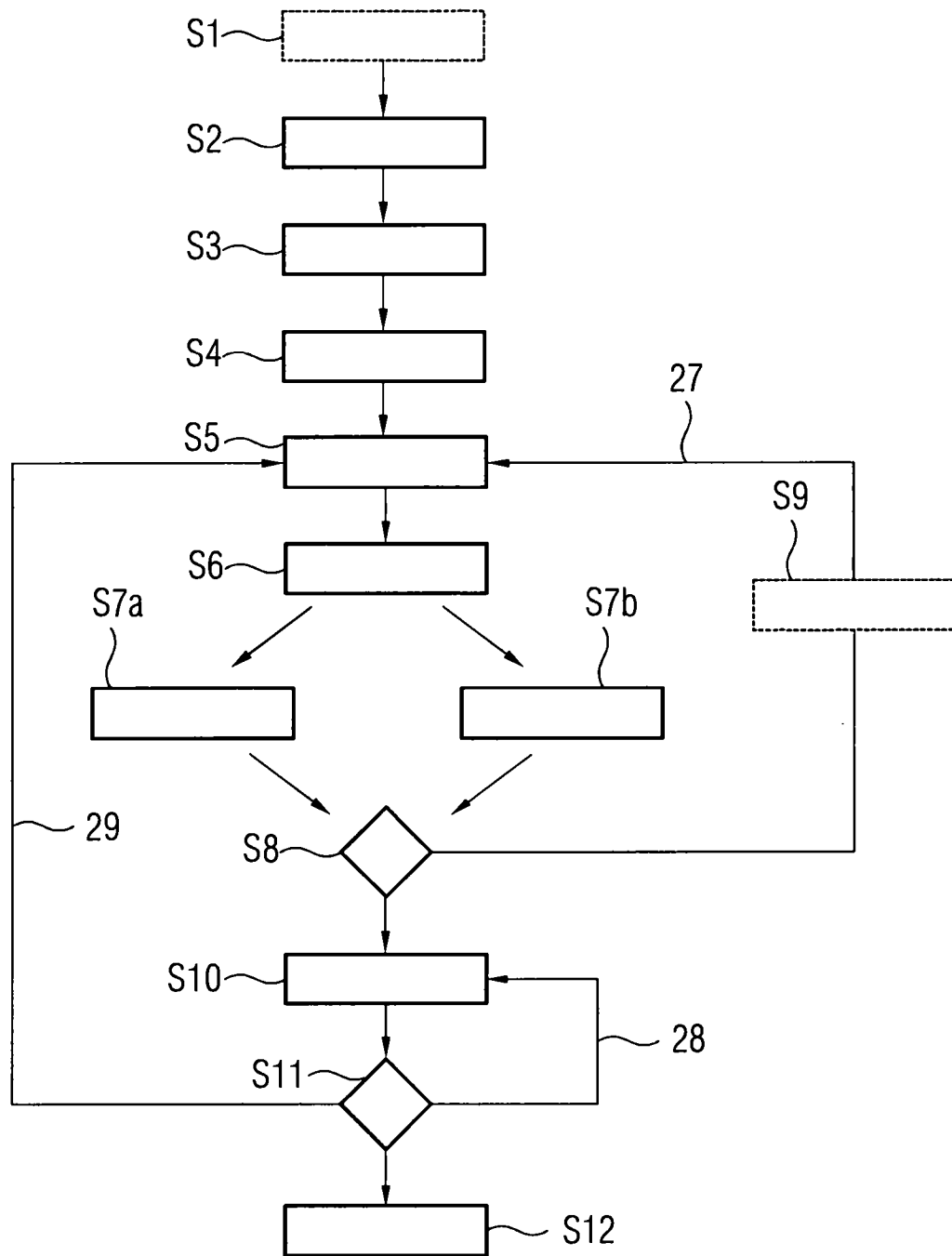


FIG 3

