



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 044 874.2

(51) Int Cl.: **A61B 6/03 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: 20.09.2007

**A61B 5/055 (2006.01)**

(43) Offenlegungstag: 16.04.2009

**A61B 19/00 (2006.01)**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21.08.2014

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**

(72) Erfinder:

**Martin, Diana, 91074, Herzogenaurach, DE;  
Platsch, Günther, Dr., 90552, Röthenbach, DE;  
Schmidt, Sebastian, Dr., 91085, Weisendorf,  
DE; Szimtenings, Michael, Dr., 91052, Erlangen,  
DE; Requardt, Martin, Dr., 90480, Nürnberg, DE;  
Schmiedehausen, Kristin, Dr., 91054, Buckenhof,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2005 / 0 253 584	A1
WO	02/ 089 902	A2
WO	2005/ 026 748	A2
WO	2006/ 026 402	A2
WO	2007/ 092 696	A2

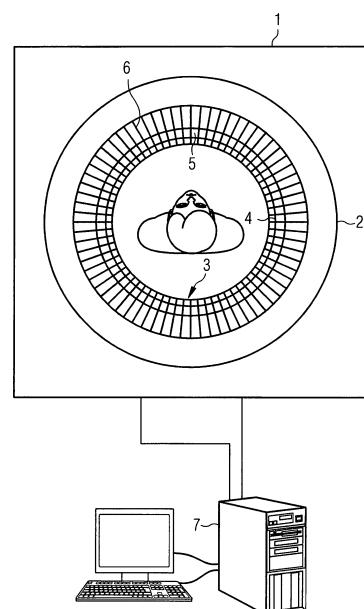
**RAHMER, J. u.a.: Tendon Imaging Using 3D  
Ultrashort TE Scanning. In: Proc. Intl. Soc. Mag.  
Reson. Med. 14. 2006, S. 1723**

**ZAIDI, H. u.a.: Magnetic resonance imaging-  
guided attenuation and scatter corrections  
in three-dimensional brain positron emission  
tomography. In: Med. Phys. 2003, Vol. 30, No. 5, S.  
937 - 948**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung von Schwächungswerten für PET-Daten eines Patienten**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Ermittlung von Schwächungswerten für PET-Daten eines Patienten, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Erfassen wenigstens eines Zubehörteils eines Magnetresonanzgeräts mittels einer bildgebenden Messmethode, wobei die Position und Ausrichtung des Zubehörteils erfasst werden oder nur die Position des Zubehörteils erfasst wird,
- Vergleich des erfassten Zubehörteils mit Daten einer Datenbank und
- Zuordnung einer in der Datenbank enthaltenen Schwächungskarte mit Schwächungswerten zu dem erfassten Zubehörteil, wobei die Schwächungskarte an die erfasste Position und Ausrichtung bzw. nur an die erfasste Position des Zubehörteils angepasst wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Schwächungswerten für PET-Daten eines Patienten.

**[0002]** Neben der Magnetresonanztomographie (MR) findet in den letzten Jahren auch die Positronenemissionstomographie (PET) zunehmend weitere Verbreitung in der medizinischen Diagnose. Während es sich bei der MRI um ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung von Strukturen und Schnittbildern im Inneren des Körpers handelt, ermöglicht die PET eine Visualisierung und Quantifizierung von Stoffwechselaktivitäten in-vivo.

**[0003]** Die PET nutzt die besonderen Eigenschaften der Positronenstrahler und der Positronen-Annihilation aus, um quantitativ die Funktion von Organen oder Zellbereichen zu bestimmen. Dem Patienten werden dabei vor der Untersuchung entsprechende Radiopharmaka verabreicht, die mit Radionukliden markiert sind. Die Radionuklide senden beim Zerfall Positronen aus, die nach kurzer Distanz mit einem Elektron in Wechselwirkung treten, wodurch eine so genannte Annihilation eintritt. Dabei entstehen zwei Photonen, die in entgegen gesetzter Richtung (um 180° versetzt) auseinander fliegen. Diese Photonen werden von zwei gegenüberliegenden PET-Detektormodulen innerhalb eines bestimmten Zeitfensters erfasst (Koinzidenz-Messung), wodurch der Ort der Annihilation auf eine Position auf der Verbindungslinie zwischen diesen beiden Detektormodulen bestimmt wird.

**[0004]** Zum Nachweis muss das Detektormodul bei der PET im Allgemeinen einen Großteil der Gantry-Bogenlänge bedecken. Es ist in Detektorelemente von wenigen Millimetern Seitenlänge unterteilt. Jedes Detektorelement generiert bei Detektion eines Photons eine Ereignisaufzeichnung, die die Zeit sowie den Nachweisort, d. h. das entsprechende Detektorelement angibt.

**[0005]** Diese Informationen werden an eine schnelle Logik übermittelt und verglichen. Fallen zwei Ereignisse in einem zeitlichen Maximalabstand zusammen, so wird von einem Paarvernichtungsprozess auf der Verbindungslinie zwischen den beiden zugehörigen Detektorelementen ausgegangen. Die Rekonstruktion des PET Bildes erfolgt mit einem Tomographiealgorithmus, d. h. der sog. Rückprojektion.

**[0006]** Insbesondere bei der Aufnahme von PET-Daten in Kombinationsgeräten (beispielsweise MR-PET-Geräten) befinden sich bewegliche Objekte, z. B. MR-Spulen und Lagerungshilfen, sowie unbewegliche Objekte, z. B. die Patientenliege zwischen dem zu untersuchenden Patienten und den PET-Detektoren. Neben der stets auftretenden Abschwächung

des PET-Signals durch das Gewebe des Patienten, dass die Vernichtungsstrahlung von ihrem Ursprungsort bis zum PET-Detektor passieren muss, führen auch die oben genannten Objekte zu einer Abschwächung des PET-Signals. Dies führt zu Artefakten in den resultierenden PET-Bildern. Bei MR-Geräten gibt es so genannte Lokalspulen, die vom Untersucher am Körper des Patienten positionierbar sind, um den Abstand zum Ursprung des MR-Signals möglichst gering zu halten. Während sich die Abschwächungswerte für das Patientengewebe größtenteils aus den parallel zu den PET-Daten aufgenommenen MR-Daten berechnen lassen, ist dies für die oben genannten Objekte außerhalb des Patienten nicht ohne weiteres möglich. Die beschriebene Problematik tritt erst seit der Entwicklung der MR-PET-Geräte auf, da hier mit diversen Objekten im Strahlengang des PET-Signals gearbeitet wird. Grundsätzlich ist die Anzahl von Objekten im Strahlengang des MR-PET-Geräts möglichst gering zu halten, um den Einfluss von Absorption und Streustrahlung zu minimieren.

**[0007]** Es ist bekannt, bei PET-Systemen eine Normalisierung durchzuführen, die einerseits die verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Detektorelemente des PET-Detektionssystems ausgleicht. Dabei kann zum anderen der Einfluss von stationären Objekten korrigiert werden, da sich diese sowohl bei der Normalisierung, als auch bei der später stattfindenden Messung des Patienten an derselben Stelle befinden. Prinzipiell lässt sich von allen während einer Messung verwendeten Objekten eine solche Korrektur erstellen. Diese erfolgt durch eine gesondert stattfindende Transmissionsmessung mittels einer radioaktiven Quelle oder einer PET-CT-Messung. Aus dieser Transmissionsmessung wird eine Karte der Abschwächungswerte ( $\mu$ -Map) ermittelt. In der eigentlichen Messung eines Patienten sind diese Daten jedoch kaum von Nutzen, da sich insbesondere die Position und Ausrichtung von beweglichen Objekten wie Lokalspulen bei jeder Messung ändert.

**[0008]** Aus der WO 2007/092696 A2 ist eine Methode zur Generierung einer Schwächungskarte für ein PET-CT System bekannt. Die Lehre dieser Druckschrift enthält, ein rekonstruiertes CT Bild in mehrere Bildbereiche zu segmentieren und die einzelnen Bildbereiche anhand unterschiedlicher Vorschriften in eine Schwächungskarte umzuwandeln. Dabei schlägt diese Druckschrift vor, in einem Körper des Untersuchungsobjekts vorliegende Implantate oder Fremdkörper automatisch, beispielsweise anhand ihrer Form, zu erkennen und eine auf die Implantate oder Fremdkörper abgestimmte Schwächungskorrektur durchzuführen.

**[0009]** Aus der WO 02/089902 A2 ist es bekannt, mittels einer Schwächungskorrektur die von einer Spule verursachte Abschwächung von PET Photonen zu korrigieren.

**[0010]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Ermittlung von Abschwächungswerten anzugeben, durch das Zubehörteile eines bildgebenden Untersuchungsgerätes berücksichtigt werden können.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 1 gelöst.

**[0012]** Das genannte Verfahren lässt sich beispielsweise vor der Messung von PET-Daten des Patienten einsetzen. Werden Zubehörteile zur Messung verwendet, so werden diese im ersten Verfahrensschritt mittels einer bildgebenden Messmethode zur Identifikation erfasst. Im zweiten und dritten Verfahrensschritt werden Schwächungswerte für das erfasste Zubehörteil aus einer Datenbank ausgelesen und dem Zubehörteil zugeordnet. Die ausgelesenen Schwächungswerte können in einer Schwächungskorrektur der PET-Daten verwendet werden.

**[0013]** Dadurch ist eine bisher nicht mögliche Schwächungskorrektur für bewegliche (und feste) Zubehörteile mit jeder Messung möglich. Bevorzugt werden die ermittelten Schwächungswerte mit den unabhängig davon ermittelten Schwächungswerten des Patienten zu einer  $\mu$ -Map zusammengefügt, so dass die gesamte Schwächung der Photonen berechenbar ist.

**[0014]** In einem vorteilhaften Verfahren umfasst das Erfassen des Zubehörteils die Erfassung der Position und Ausrichtung des Zubehörteils und die Zuordnung das Anpassen von in der Datenbank enthaltenen Schwächungswerten für das erfasste Zubehörteil an die erfasste Position und Ausrichtung. Diese Methode ist besonders effizient, da in der Datenbank, wie bereits oben erläutert, aus Transmissionsmessungen ermittelte Schwächungswerte für die Zubehörteile hinterlegt sind. Dann ist es für die jeweilige Ermittlung der Schwächungswerte des Zubehörteils bei einer durchzuführenden Messung von PET-Daten des Patienten lediglich erforderlich, die bereits bekannten Schwächungswerte aus der Datenbank an die vorliegende Position und Ausrichtung des Zubehörteils anzupassen. Vorteilhaft an dieser Methode ist das vereinfachte und auf die Erfassung der Position und Ausrichtung des Zubehörteils reduzierte Aufnahme des Zubehörteils.

**[0015]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die bildgebende Messmethode eine MR-Messmethode. Insbesondere bei MR-PET-Geräten ist eine Erfassung der Zubehörteile mittels einer MR-Methode von Vorteil, da keine zusätzlichen Erfassungssysteme für das Zubehörteil erforderlich sind. Alternativ ist es möglich, das Zubehörteil mittels eines optischen Bildgebungssystems zu erfassen.

**[0016]** Handelt es sich bei dem Zubehörteil um eine Empfangsspule des MR-Geräts, so umfasst eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung das Erfassen der Empfangsspule durch Messen eines Magnetresonanzbildes mit der Empfangsspule. Es wird eine Analyse des Ausleuchtungsprofils der Empfangsspule durchgeführt, aus der die Position und Ausrichtung der Empfangsspule resultiert. Die Analyse des Ausleuchtungsprofils ist eine bewährte Methode, um die Position und Ausrichtung von Empfangsspulen von MR-Geräten zu bestimmen. Eine derartige Methode ist aus der US 2005/253584 bekannt.

**[0017]** In einer alternativen, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst die Erfassung des Zubehörteils eine Aufnahme eines Bildes des Zubehörteils. Die Position und Ausrichtung des Zubehörteils werden durch eine Korrelationsanalyse mit einem Referenzbild des Zubehörteils ermittelt. Ein derartiger Bildvergleich mit zuvor aufgenommenen Referenzbildern des Zubehörteils durch grafische Bildverarbeitung ist eine einfache Möglichkeit die Position und Ausrichtung des Zubehörteils zu bestimmen. Dieses Verfahren ist nicht auf Empfangsspulen beschränkt, sondern kann für jegliche Zubehörteile, also beispielsweise Lagerungshilfen angewendet werden.

**[0018]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Zubehörteil durch mindestens drei Markierungen eindeutig identifiziert. Diese Markierungen werden erfasst und die Position und Ausrichtung des Zubehörteils durch Analyse der räumlichen Lage der mindestens drei Markierungen ermittelt. Durch die Ausgestaltung der Markierungen an sich oder ihre relativen Positionen zueinander ist die Position und Ausrichtung des Zubehörteils im Raum einfach bestimmbar. Zusätzlich ist es möglich, über die Ausgestaltung und Orientierung der Markierungen das Zubehörteil eindeutig zu identifizieren. So können beispielsweise die drei Markierungen auf jedem zu erfassenden Zubehörteil in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet sein.

**[0019]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich in den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen in Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigen:

**[0020]** **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines MR-PET-Kombigeräts und

**[0021]** **Fig. 2** ein schematisches Ablaufdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des Verfahrens.

**[0022]** Die Ausführungsbeispiele der Erfindung lassen sich bevorzugt mit einem kombinierten MR-PET-Gerät verwenden. Ein kombiniertes Gerät hat den Vorteil, dass sowohl MR- als auch PET-Daten isozentrisch gewonnen werden können. Dies ermög-

licht, das Untersuchungsvolumen innerhalb der interessierenden Region mit den Daten der ersten Modalität (PET) genau zu definieren und diese Informationen in der weiteren Modalität (z. B. Magnetresonanz) zu nutzen. Eine Übertragung der Volumeninformation der interessierenden Region von einem externen PET- auf ein MR-Gerät ist zwar möglich, jedoch ist ein erhöhter Aufwand für die Registrierung der Daten gegeben. Im Allgemeinen lassen sich an der auf dem PET-Datensatz ausgewählten interessierenden Region sämtliche mit Magnetresonanz oder sonstigen bildgebenden Verfahren bestimmbaren Daten ermitteln. Beispielsweise können statt der Spektroskopiedaten auch fMRI-Daten, Diffusions-Karten, T1 oder T2 gewichtete Bilder oder quantitative Parameter-Karten mittels Magnetresonanzuntersuchungen in der interessierenden Region gewonnen werden. Ebenfalls können Methoden der Computertomographie (z. B. Perfusionsmessung, Mehrfachenergiebildgebung) oder Röntgen eingesetzt werden. Vorteilhaft an dem beschriebenen Verfahren ist jeweils, dass sich die interessierende Region mittels des PET-Datensatzes sehr gezielt auf eine spezifisch vorliegende Pathologie des Patienten einengen lässt.

**[0023]** Ergänzend ist jedoch auch möglich, durch Verwendung mehrerer so genannter Tracer verschiedene biologische Eigenschaften im PET-Datensatz darzustellen und so die interessierende Region und das dadurch festgelegte Volumen noch weiter zu optimieren oder mehrere verschiedene Untersuchungsvolumina auf einmal auszuwählen, die dann in nachfolgenden Untersuchungen analysiert werden.

**[0024]** Die **Fig. 1** zeigt eine bekannte Vorrichtung **1** zur überlagerten MR- und PET-Bilddarstellung. Die Vorrichtung **1** besteht aus einer bekannten MRI-Röhre **2**. Die MR-Röhre **2** definiert eine Längsrichtung **z**, die sich orthogonal zur Zeichnungsebene der **Fig. 1** erstreckt.

**[0025]** Wie dies in der **Fig. 1** gezeigt ist, sind koaxial innerhalb der MR-Röhre **2** mehrere, um die Längsrichtung **z** paarweise gegenüberliegend angeordnete PET-Detektionseinheiten **3** angeordnet. Die PET-Detektionseinheiten **3** bestehen vorzugsweise aus einem APD-Fotodiodenarray **5** mit einem vorgeschalteten Array aus LSO-Kristallen **4** und einer elektrischen Verstärkerschaltung (AMP) **6**. Die Erfindung ist aber nicht auf die PET-Detektionseinheiten **3** mit dem APD-Fotodiodenarray **5** und dem vorgeschalteten Array aus LSO-Kristallen **4** beschränkt, sondern zur Detektion können gleichsam auch anders geartete Fotodioden, Kristalle und Vorrichtungen verwendet werden.

**[0026]** Die Bildverarbeitung zur überlagerten MR- und PET-Bilddarstellung erfolgt durch einen Rechner **7**.

**[0027]** Entlang ihrer Längsrichtung **z** definiert die MR-Röhre **2** ein zylindrisches, erstes Gesichtsfeld. Die Vielzahl der PET-Detektionseinheiten **3** definiert entlang der Längsrichtung **z** ein zylindrisches, zweites Gesichtsfeld. Erfindungsgemäß stimmt das zweite Gesichtsfeld der PET-Detektionseinheiten **3** im wesentlichen mit dem ersten Gesichtsfeld der MR-Röhre **2** überein. Realisiert wird dies durch eine entsprechende Anpassung der Anordnungsdichte der PET-Detektionseinheiten **3** entlang der Längsrichtung **z**.

**[0028]** Im Allgemeinen ist es üblich, eine Schwächungskarte ( $\mu$ -Map) zu berechnen, die die Abschwächung der Photonen durch den Patienten korrigiert. In dieser  $\mu$ -Map wird für jeden Raumpunkt der Schwächungswert des dort vorhandenen Materials hinterlegt. Die Schwächungswerte werden dann entsprechend der Trajektorie der Photonen für eine Abschwächungskorrektur verwendet. Mittels der im Folgenden beschriebenen Verfahren wird bei der Erstellung solcher  $\mu$ -Maps nicht nur der Patient selbst, sondern auch vorhandene Zubehörteile, die zur Messung verwendet werden, berücksichtigt. Dabei handelt es sich beispielsweise um den Patiententisch, Lagerungshilfen und die im Allgemeinen verwendeten und variabel positionierbaren Empfangsspulen (Lokalspulen) des MR-Geräts. In jedem Fall ist es zunächst erforderlich, die Schwächungswerte der einzelnen Zubehörteile selbst mittels Transmissionsmessungen einer radioaktiven Quelle ohne Patient zu messen und daraus eine Schwächungskarte für das jeweilige Zubehörteil zu erstellen. Die Schwächungskarten der gemessenen Objekte werden in einer Datenbank hinterlegt.

**[0029]** Es ist dann vor jeder Messung zu ermitteln, welche Zubehörteile für die Messung verwendet werden. Beispielsweise wird der Patiententisch bei jeder Messung verwendet. Im Allgemeinen wird sich jedoch die Position des Patiententisches von Messung zu Messung unterscheiden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn in einer Messung der Kopf des Patienten am vorderen Ende des Patiententisches gemessen wird und in einer folgenden Messung der Abdomen eines Patienten im Mittelbereich des Patiententisches. Die Schwächungswerte des Patiententisches werden sich im Allgemeinen abhängig von der Position des Patiententisches unterscheiden. Da jedoch die Position des Patiententisches relativ zum PET-Detektionssystem über das Koordinatensystem des MR-PET-Geräts bekannt ist, kann entsprechend der zuvor ermittelten Schwächungskarte der korrekte Schwächungswert der jeweiligen Position des Patiententisches ausgewählt und für die Schwächungskorrektur verwendet werden.

**[0030]** Bei relativ zum MR-PET-Gerät frei positionierbaren Zubehörteilen, z. B. Lagerungshilfen und Empfangsspulen muss zusätzlich zu der Schwächungskarte für jede Messung die Position und Aus-

richtung des jeweiligen Zubehörteils im Koordinatensystem des MR-PET-Geräts erfasst werden. Sobald Position und Ausrichtung des Zubehörteils bekannt sind, können die Schwächungskarten aus der Datenbank verwendet werden, um diese an die jeweilige Position und Ausrichtung des Zubehörteils anzupassen. Diese Werte werden dann mit der  $\mu$ -Map des Patienten und der fest installierten Objekte zu einer gesamten  $\mu$ -Map vereinigt.

**[0031]** Zur Bestimmung der Position und Ausrichtung von Zubehörteilen werden im Folgenden mehrere Ausführungsbeispiele beschrieben. Einige der Ausführungsbeispiele sind universell für alle möglichen Arten von Zubehörteilen einsetzbar. Andere Ausführungsbeispiele sind speziell für die Bestimmung der Ausrichtung und Position von Empfangsspulen vorgesehen.

**[0032]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit einer Empfangsspule, deren Position und Ausrichtung zu detektieren ist, ein Magnetresonanztbild aufgenommen. In der Auswertung des Magnetresonanztbildes wird das Ausleuchtungsprofil der Spule bestimmt. Aus diesem Ausleuchtungsprofil lässt sich die Spulenposition und -ausrichtung errechnen, wie aus der US 2005/253584 bekannt ist.

**[0033]** In einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mittels einer MR-Sequenz, die mit sehr kurzen Echozeiten arbeitet (z. B. UTE, bekannt aus WO 2006/26402 und WO 2005/026748) ein Bild des Gehäuses des Zubehörteils aufgenommen. Mittels Bildverarbeitungsmethoden lässt sich auf dem aufgenommenen MR-Bild die Spulenposition und -ausrichtung berechnen. Zum einen ist es möglich, durch eine Korrelationsanalyse mit einem Referenzbild der entsprechenden Spule, die Spulenposition und deren Ausrichtung zu bestimmen. Dabei werden eine Rotationsmatrix und ein Translationsvektor berechnet. Diese definieren eine Drehung und Verschiebung des Referenzspulenbildes, die das Referenzbild der Spule mit dem aktuell aufgenommenen Bild zur Deckung bringen. Verfahren zur Berechnung dieser Transformation ist unter dem Begriff rigide Bildregistrierung bekannt.

**[0034]** Zum anderen ist es möglich, das aufgenommene MR-Bild ohne die Verwendung eines Referenzbildes zu segmentieren. Durch die Segmentierung wird das Bild der Spule in verschiedene Bereiche unterschiedlicher Materialien zerlegt, deren Abschwächungskoeffizienten in der Datenbank hinterlegt sind. Damit lassen sich Abschwächungskarten der Zubehörteile flexibel aus der Datenbank auslesen und die Abschwächungswerte in die  $\mu$ -Map übernehmen.

**[0035]** In einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel werden die Zubehörteile mit wenigstens drei punktförmigen Markierungen versehen, die im MR-

Bild einfach und automatisch detektiert werden können. Als Markierungssubstanzen eignen sich sämtliche Substanzen, die im MR-Bild ein starkes Kontrastverhalten zeigen. Beispiele hierfür sind Eisen, Fluor, Gadolinium o. ä. Mittels einer MR-Messung zu Anfang der Untersuchung wird die Lage dieser drei Punkte im Raum bestimmt. Soll die Position einer Empfangsspule des MR-Geräts ermittelt werden, so ist der Typ der verwendeten Empfangsspule der Software des MR-Geräts bekannt. Diese Information ist für den Betrieb der Empfangsspule erforderlich und wird im Allgemeinen durch elektrische Kontaktierung der Empfangsspule mit dem MR-Gerät automatisch bekannt. Insofern ist es der entsprechenden Software des MR-Geräts möglich, die entsprechende Abschwächungskarte für die verwendete Empfangsspule aus der Datenbank zuzuordnen. Mittels der Position und Ausrichtung, die durch die Lage der drei Markierungen im Raum ermittelt wurde, lässt sich diese Abschwächungskarte entsprechend drehen und in die  $\mu$ -Map einfügen.

**[0036]** Sollen auch sonstige Zubehörteile mittels Markierungen identifiziert werden, so können die Markierungen zu einer eindeutigen Identifizierung verwendet werden. Beispielsweise ist es möglich, dass der Typ des Zubehörteils in die Markierungen kodiert ist. Dies kann beispielsweise durch unterschiedliche Abstände der Markierungen oder eine individuelle Formgebung erfolgen.

**[0037]** Eine weitere Alternative ist die Verwendung von Barcodes oder RFID-Tags zur Identifizierung des Zubehörteils. Zum Auslesen des Barcodes oder RFID-Tags ist ein entsprechender Scanner am Messgerät anzubringen.

**[0038]** In **Fig. 2** ist ein schematisches Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Es soll am Beispiel einer am Patienten angebrachten Empfangsspule zeigen, wie eine Abschwächungskarte des Patienten und der Empfangsspule errechnet werden kann. In einem Verfahrensschritt S1 werden zwei 3D-Datensätze mit Hilfe der MR-Sequenz UTE bei zwei verschiedenen Echozeiten aufgenommen. Eine Beschreibung des Verfahrens wird bei J. Rahmer, et. al.; „Tendon Imaging Using 3D Ultrashort TE Scanning“; Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 14 (2006) gegeben. Auf den beiden 3D-Datensätzen ist die am Patienten angebrachte Empfangsspule zu erkennen. Zur Verbesserung der Darstellung wird in einem zweiten Verfahrensschritt S3 die Differenz der beiden 3D-Datensätze gebildet. Es resultiert ein Bild, das lediglich vom Signal der Protonen mit sehr kurzen Relaxationszeiten herrührt. Um die Abschwächungswerte des Patienten selbst zu bestimmen wird in einem dritten Verfahrensschritt S5 ein MR-Datensatz des Patienten aufgenommen. Dieser MR-Datensatz wird in einem vierten Verfahrensschritt S7 nach bekannten Verfah-

ren ausgewertet (vgl. H. Zaidi, et. al.; „Magnetic resonance imaging-guided attenuation and scatter corrections in three-dimensional brain positron emission tomography”; Med. Phys. 30 (5), May 2003), so dass hier Schwächungswerte des Patientengewebes resultieren. Die Abschwächungswerte werden in eine  $\mu$ -Map des Patienten eingetragen. In einem fünften Verfahrensschritt S9 wird der 3D-Datensatz der Spule segmentiert. Dadurch ist eine Identifizierung der Empfangsspule auf dem 3D-Datensatz möglich. In dem UTE-Differenzbild ist nur noch Signal aus dem Patienten und von der Spule vorhanden. Da die Patientenposition im Verfahrensschritt S7 schon bestimmt worden ist, kann alles weitere Signal der Spule zugeordnet werden. Da bekannt ist, welche Spulen während der Untersuchung verwendet werden, können die entsprechenden Abschwächungswerte der segmentierten Spule den entsprechenden Ortspunkten aus der Segmentierung zugewiesen werden. Eine Unterscheidung der Empfangsspule und des Patienten im 3D-Datensatz kann einerseits durch die verschiedenen Signalintensitäten, andererseits durch die im Allgemeinen bekannte Position von Empfangsspule und Patient unterschieden werden. In einem sechsten Verfahrensschritt S11 werden die Abschwächungswerte der Empfangsspule der  $\mu$ -Map des Patienten hinzugefügt. In einem siebten Verfahrensschritt S13 wird die so bestimmte  $\mu$ -Map nach bekannten Verfahren zur Abschwächungskorrektur eines aufgenommenen PET-Datensatzes verwendet.

**[0039]** Der Verfahrensschritt S7 der Bestimmung der  $\mu$ -Map des Patienten aus den MR-Daten ist im Wesentlichen unabhängig von der Bestimmung der Abschwächungswerte für die Empfangsspule und kann daher an anderer Stelle des oben beschriebenen Verfahrens eingesetzt werden.

**[0040]** Das beschriebene Verfahren ist nicht auf die Detektion der Position und Ausrichtung von Spulen beschränkt. Vielmehr können auch andere Objekte, wie z. B. Lagerungshilfen oder Kopfhörer mittels dieses Verfahrens zur Abschwächungskorrektur herangezogen werden.

**[0041]** In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wird im fünften Verfahrensschritt S9 die Bestimmung der Position der Spulen oder der sonstigen Objekte durch Vergleich mit Referenzbildern und grafische Analyse durchgeführt. Ebenfalls ist es möglich hier eine Korrelationsanalyse mit Referenzbildern durchzuführen.

**[0042]** In einer weiteren alternativen Ausführungsform wird die Position von Empfangsspulen durch eine Analyse des Empfindlichkeitsprofils der Empfangsspule in einem mit dieser Spule aufgenommenen MR-Übersichtsbild bestimmt. In dieser Ausführungsform können lediglich Empfangsspulen bestimmt werden. Hier ist es möglich, zusätzliche La-

gerungshilfen oder sonstige Objekte mit den bereits angegebenen Verfahren, also beispielsweise durch Segmentierung dieser Objekte zu bestimmen.

**[0043]** Die beschriebenen Verfahren sind nicht auf PET-MR-Geräte beschränkt. Grundsätzlich lassen sich auch in anderen bildgebenden Geräten, die zusammen mit PET eingesetzt werden und bei denen im Strahlengang abschwächende Objekte vorhanden sind, Objekte entsprechend erfasst werden. Hierzu sind entsprechend der verwendeten Modalität geeignete Verfahren zur Bestimmung der Position und Ausrichtung der Objekte zu verwenden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Schwächungswerten für PET-Daten eines Patienten, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Erfassen wenigstens eines Zubehörteils eines Magnetresonanzgeräts mittels einer bildgebenden Messmethode, wobei die Position und Ausrichtung des Zubehörteils erfasst werden oder nur die Position des Zubehörteils erfasst wird,
- Vergleich des erfassten Zubehörteils mit Daten einer Datenbank und
- Zuordnung einer in der Datenbank enthaltenen Schwächungskarte mit Schwächungswerten zu dem erfassten Zubehörteil, wobei die Schwächungskarte an die erfasste Position und Ausrichtung bzw. nur an die erfasste Position des Zubehörteils angepasst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bildgebende Messmethode eine Magnetresonanzmethode ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das wenigstens eine Zubehörteil eine Empfangsspule ist und das Erfassen der Empfangsspule durch Messen eines Magnetresonanzbildes mit der Empfangsspule umfasst und eine Analyse des Ausleuchtungsprofils der Empfangsspule durchgeführt wird, aus der die Position und Ausrichtung der Empfangsspule resultiert.

4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Erfassung des Zubehörteils eine Aufnahme eines Bilds des Zubehörteils umfasst und die Position und Ausrichtung des Zubehörteils durch eine Korrelationsanalyse mit einem Referenzbild des Zubehörteils ermittelt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Erfassung des Zubehörteils eine Aufnahme eines Bilds des Zubehörteils umfasst und die Position und Ausrichtung des Zubehörteils durch eine Segmentierung des Bilds des Zubehörteils ermittelt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Erfassung des Zubehörteils durch Erfassung von mindestens drei, das Zubehörteil eindeutig identifizierenden Markierungen erfolgt und die Position und Ausrichtung des Zubehörteils durch Analyse der räumlichen Lage der mindestens drei Markierungen ermittelt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Markierungen als Barcode ausgeführt sind.

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Markierungen als RFID-Tags ausgeführt sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das erfasste Zubehörteil ein relativ zu einem bildgebenden Untersuchungsgerät ortsungebundenes Zubehörteil des bildgebenden Untersuchungsgeräts ist und die zugeordneten Schwächungswerte erste Schwächungswerte sind, weiter umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Zuordnung von zweiten Schwächungswerten aus der Datenbank zu relativ zum bildgebenden Untersuchungsgerät ortsgebundenen Zubehörteilen und
- Kombination der ersten und zweiten Schwächungswerte zu einer Schwächungswertkarte des Patienten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das ortsgebundene Zubehörteil eine Patientenliege ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, weiter umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Aufnahme eines Datensatzes des Patienten mit einer bildgebenden Untersuchungsmethode des bildgebenden Untersuchungsgeräts,
- Berechnung von dritten Schwächungswerten aus Daten des Datensatzes und
- Hinzufügen der dritten Schwächungswerte zur Schwächungswertkarte des Patienten.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

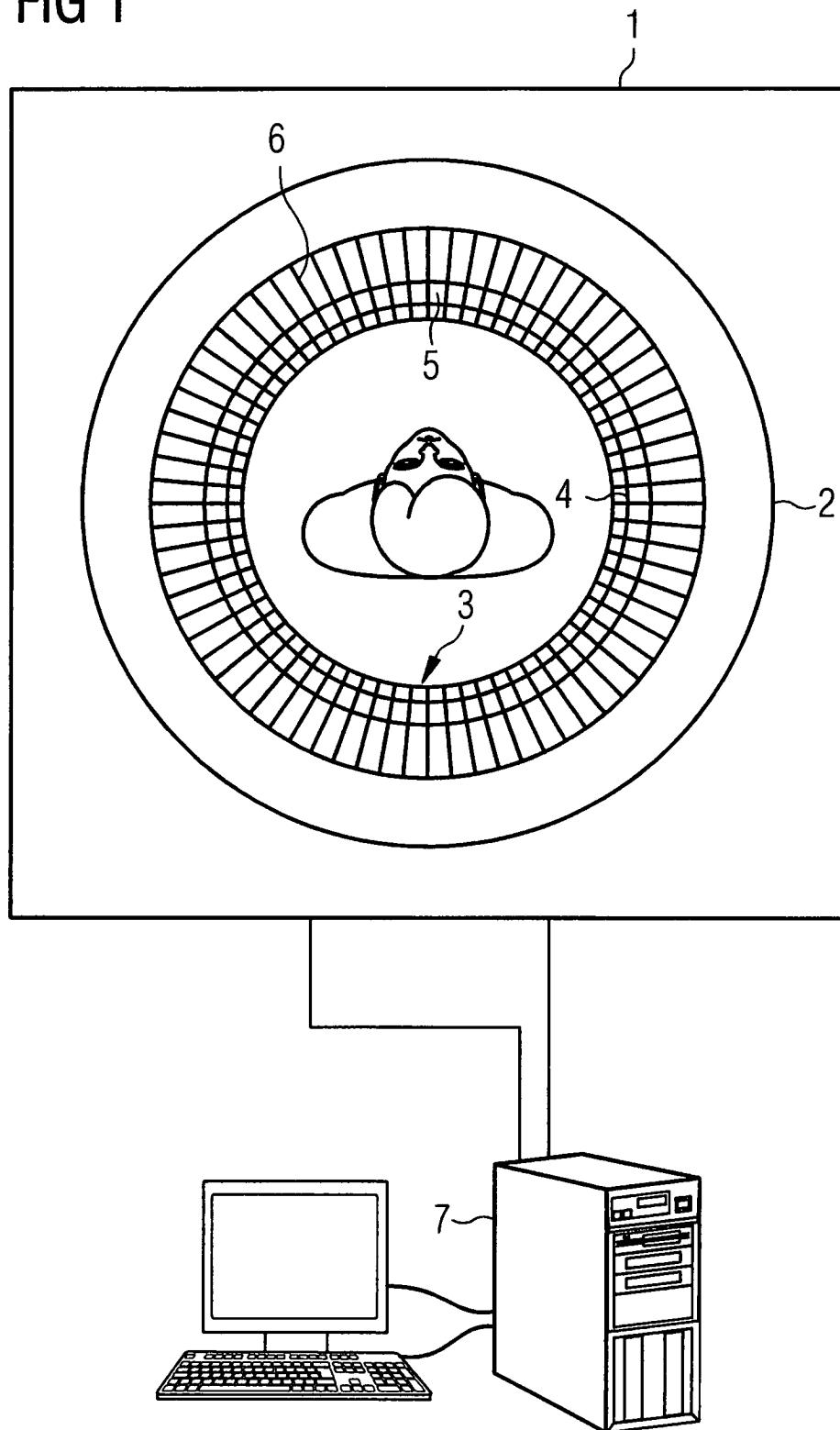


FIG 2

