



(10) **DE 10 2008 020 670 B4** 2016.05.04

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 020 670.9**  
(22) Anmeldetag: **24.04.2008**  
(43) Offenlegungstag: **05.11.2009**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.05.2016**

(51) Int Cl.: **A61B 6/00 (2006.01)**  
**A61B 6/04 (2006.01)**

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**

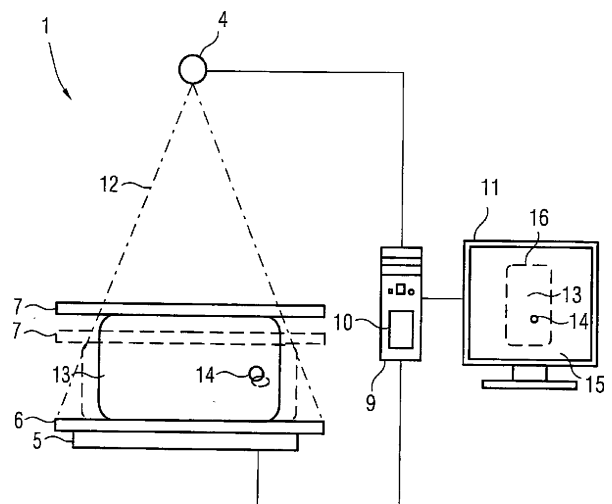
(56) Ermittelter Stand der Technik:

**FR 27 33 142 A1**  
**EP 0 564 843 B1**

(72) Erfinder:  
**Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erzeugung eines Bildes mit einem Mammographiegerät**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Erzeugung eines Bildes mit einem Mammographiegerät, umfassend eine Röntgenstrahlungsquelle, einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor, eine Auflageplatte und eine Kompressionsplatte, zwischen denen die Mamma, die über die Kompressionsplatte komprimiert wird, aufgenommen ist, mit folgenden Schritten:  
– Aufnahme eines die Mamma abbildenden ersten Röntgenbilddatensatzes bei einem ersten Kompressionsgrad der Mamma,  
– Einstellung eines zweiten Kompressionsgrads der Mamma und Aufnahme eines die Mamma abbildenden zweiten Röntgenbilddatensatzes und  
– rechnerische Verknüpfung des ersten und des zweiten Röntgenbilddatensatzes zur Erzeugung des Bildes.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Bildes mit einem Mammographiegerät umfassend eine Röntgenstrahlungsquelle, einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor, eine Auflageplatte und eine Kompressionsplatte, zwischen denen die Mamma, die über die Kompressionsplatte komprimiert wird, aufgenommen ist.

**[0002]** Das erfolgreichste Verfahren zur Untersuchung der weiblichen Brust zur Ermittlung etwaiger verdächtiger Läsionen ist die Mammographie, sei es im Rahmen eines verdachtsunabhängigen Screenings oder bei bereits gegebenem Verdacht auf Brustkrebs. Hierzu wird bekanntlich ein Mammographiegerät eingesetzt, umfassend eine Röntgenstrahlungsquelle und einen digitalen Strahlungsdetektor sowie eine Auflageplatte und eine Kompressionsplatte, zwischen welchen Platten die Brust aufgenommen wird, die über die vertikal verstellbare Kompressionsplatte komprimiert wird. Sie befindet sich dann zwischen der Strahlungsquelle und dem digitalen Strahlungsdetektor, so dass hierüber ein Strahlungsbild der Brust aufgenommen werden kann. Dabei ist die Sensitivität des Verfahrens hoch. Üblicherweise erfolgt, wenn ein verdächtiger Bereich im aufgenommenen Mammographiebild erkannt wird, eine weitere Abklärung durch Entnahme einer Biopsie, es erfolgt also ein chirurgischer Eingriff. Dies ist jedoch für die Patientin eine problematische Belastung, ferner sind beachtliche Kosten damit verbunden. Um deshalb die Spezifität des Verfahrens respektive der vorgenommenen Diagnose anhand des Mammographiebildes zu verbessern und eine gutartige Läsion von einer malignen Läsion zu unterscheiden, werden in Zweifelsfällen häufig verschiedene zusätzliche Verfahren eingesetzt wie beispielsweise Ultraschalluntersuchungen, eine optische Durchleuchtung oder eine Magnetresonanzuntersuchung. Diese Verfahren haben jedoch ebenfalls Nachteile. So sind Ultraschalluntersuchungen zeitaufwändig und müssen vom Arzt selbst durchgeführt werden. Die optische Durchleuchtung ist als Verfahren noch wenig etabliert und nicht ausreichend spezifisch, während Magnetresonanzuntersuchungen sehr kosten- und zeitaufwändig sind.

**[0003]** Die Druckschrift FR 2 733 142 A1 beschreibt ein Mammographiegerät, das zur Röntgenbildaufnahme dient. Es umfasst eine Röntgenstrahlungsquelle und einen Röntgenstrahlungsdetektor, über die in bekannter Weise Durchleuchtungsbilder aufgenommen werden können. Diese Mammographievorrichtung wird durch eine Ultraschallvorrichtung ergänzt, die an der Kompressionsplatte des Mammographiegeräts aufgesetzt wird.

**[0004]** Aus der Druckschrift EP 0 564 843 D1 ist ein Mammographiegerät bekannt, welches die Kompres-

sionskraft in Abhängigkeit einer erfassten Brustdicke steuert, so dass die Erhöhung des Kompressionsdruckes abgebrochen wird, wenn die Dicke der komprimierten Brust nicht mehr nennenswert verändert wird.

**[0005]** Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein Verfahren zur Erzeugung eines Mammographiebildes anzugeben, das gegenüber einer einfachen Mammographiebildaufnahme einen höheren Grad an Spezifität ermöglicht.

**[0006]** Zur Lösung dieses Problems ist ein Verfahren der eingangs genannten Art mit folgenden Schritten vorgesehen:

- Aufnahme eines die Mamma abbildenden ersten Röntgenbilddatensatzes mit einem ersten Kompressionsgrad der Mamma,
- Einstellung eines zweiten Kompressionsgrads der Mamma und Aufnahme eines die Mamma abbildenden zweiten Röntgenbilddatensatzes und
- rechnerische Verknüpfung des ersten und des zweiten Röntgenbilddatensatzes zur Erzeugung des Bildes.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren integriert eine Elastographie in das Verfahren der Mammographie. Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden zwei separate Röntgenbilddatensätze respektive Bilder der komprimierten Mamma aufgenommen, wobei die Mamma jedoch jeweils unterschiedlich stark komprimiert, mithin verformt ist. Infolge der Veränderung des Kompressionsgrads vom ersten Bild zum zweiten Bild kommt es zwangsläufig zu einer geometrischen Gewebeveränderung, das heißt, dass sich das Gewebe, ausgehend von der gegebenen Geometrie respektive Gewebeverteilung während der ersten Bildaufnahme, lagemäßig verändert, es verschiebt sich kompressionsänderungsbedingt im Raum. Nach Einstellung des zweiten Kompressionsgrads wird nun ein zweites Bild aufgenommen. Diese beiden Bilder werden anschließend rechnerisch miteinander verknüpft, um ein Endbild zu erzeugen, das dann, gegebenenfalls auch zusammen mit den beiden aufgenommenen Einzelbildern, an einen Monitor ausgegeben werden kann.

**[0008]** Der Elastographie liegt grundsätzlich die Erkenntnis zugrunde, dass das elastische Verhalten verschiedener Gewebestrukturen unterschiedlich ist. Weiches, gesundes Gewebe bewegt sich bei Ausübung eines Drucks auf das Gewebe anders als hartes, krankes Gewebe. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt nun die Überlegung zugrunde, dass sich eine gutartige Läsion elastographisch gesehen anders verhält, mithin also bei Druckbeaufschlagung im Raum bewegt, als eine maligne Läsion, also ein cancerogenes Gewebe. Solange die Mamma also ein im Wesentlichen homogenes, plastisches Gewebe darstellt, erfolgt die Verformung im Wesentlichen gleich-

förmig und vorhandene Gewebeteile, Drüsen, Lipome etc verschieben sich im Wesentlichen gleichmäßig und homogen im Raum. Maligne Läsionen sind dagegen wesentlich geringer verformbar, so dass sie sich in dem sie umgebenden homogenen Gewebe auf abweichende Weise verschieben und verformen. Diesen aus der unterschiedlichen Elastizität resultierenden Unterschied nutzt nun das erfindungsgemäße Verfahren, indem die beiden zu verknüpfenden Bilder beziehungsweise Röntgenbilddatensätze bei unterschiedlichen Mammakompressionen aufgenommen werden und rechnerisch miteinander verknüpft werden, um das auszugebende, diagnostisch auszuwertende Bild zu erzeugen. In diesem lassen sich aufgrund der rechnerischen Verknüpfung sodann aus dem unterschiedlichen Elastizitätsverhalten, also aus der Elastographie resultierende Bildinformationen entnehmen und diagnostisch auswerten, das heißt, dass sich eine etwaige maligne Läsion wesentlich genauer erkennen lässt, als anhand nur einer einzelnen Mammographie-Durchleuchtungsaufnahme.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren kombiniert also die hohe Sensitivität des Röntgen-Durchleuchtungsverfahrens der Mammographie mit den Vorteilen einer Elastographie, wodurch sich die Spezifität des Verfahrens eklatant verbessert, nachdem nicht nur mammographische Informationen, sondern auch elastographische Informationen in das auszugebende, rechnerisch erstellte Endbild einfließen.

**[0010]** Nach einer besonders zweckmäßigen Erfindungsausgestaltung ist vorgesehen, dass einer der beiden Röntgenbilddatensätze vor der Verknüpfung unter Berücksichtigung beziehungsweise Annahme eines homogenen elastischen Verhaltens der Mamma derart transformiert wird, dass die aus der Veränderung des Kompressionsgrads resultierende elastische Veränderung der abgebildeten Mamma kompensiert wird. Es erfolgt hier also eine rechnerische Kompensation der mittleren, gleichförmigen Verformung der Mamma, die aus der Veränderung des Kompressionsgrads erfolgt. Über diese Rückrechnung wird quasi z. B. das zweite aufgenommene Bild beziehungsweise der zweite aufgenommene Röntgenbilddatensatz so transformiert, dass dem transformierten Bild näherungsweise der gleiche Kompressionsgrad zugrunde liegt, wie dem zuerst aufgenommenen Bild beziehungsweise Röntgenbilddatensatz. Im Ergebnis ist die summarische Ausdehnung der Mamma im transformierten zweiten Röntgenbilddatensatz beziehungsweise zweiten Bild gleich der Ausdehnung der Mamma im unbearbeiteten ersten Bild beziehungsweise ersten Röntgenbilddatensatz, beide sind also im Endeffekt gleich groß. Diese Rückrechnung geht wie bereits einleitend beschrieben von einem im Wesentlichen homogenen Elastizitätsverhalten des gesamten Mammagewebes aus, um im Rahmen der Rücktransformation die einzelnen Bild-

punkte entsprechend rechnerisch unter Berücksichtigung des Änderungsgrads der Kompression zu transformieren. Hier sind unterschiedliche rechnerische Rücktransformationsweisen denkbar, beispielsweise ist es möglich, im Rahmen der rechnerischen Transformation zunächst die Transformation ausgezeichneter Punkte im Bild, beispielsweise der die Mamma begrenzenden Randlinie, auf die entsprechenden Vergleichspunkte im Vergleichsbild, also im ersten aufgenommenen Bild, zu bestimmen, und dann ausgehend von diesem Rücktransformationsgrad den Rücktransformationsgrad für alle anderen Bildpunkte zu ermitteln, etc. Auch eine Rückrechnung des ersten Röntgenbilddatensatzes auf den zweiten Röntgenbilddatensatz ist denkbar.

**[0011]** Der rechnerischen Verknüpfung liegen dann von der dargestellten Mammagröße her näherungsweise gleiche Bilder zugrunde, was die rechnerische Verknüpfung vereinfacht.

**[0012]** Diese rechnerische Verknüpfung kann beispielsweise durch Bildung eines Differenzbilddatensatzes aus den beiden Röntgenbilddatensätzen und Ermittlung eines Differenzbildes aus dem Differenzbilddatensatz erfolgen. Das heißt, dass das vorzugsweise transformierte zweite Bild oder der transformierte zweite Röntgenbilddatensatz vom ersten Bild beziehungsweise ersten Röntgenbilddatensatz subtrahiert wird. Soweit das Gewebe einheitlich homogen ist, wird das Differenzbild im Idealfall weitestgehend konturlos sein, nachdem sich das gesunde Gewebe homogen verschiebt und infolge der Rückrechnung letztlich das zweite Bild beziehungsweise der zweite Röntgenbilddatensatz das gleiche zeigt beziehungsweise beinhaltet wie das erste Bild beziehungsweise der erste Röntgenbilddatensatz. Ist allerdings eine oder sind mehrere maligne Läsionen vorhanden, die sich bei der kompressionsbedingten Verformung unterschiedlich verschoben haben, so treten diese im Differenzbetrieb deutlich hervor, da für sie die Annahme eines homogenen elastischen Verhaltens, die der Rücktransformation zugrunde gelegt wurde, nicht zutrifft und es mithin im Bereich dieses Bildabschnitts zu einer tatsächlichen Signaldifferenz innerhalb der betroffenen Pixel kommt. Die reine Subtraktion im Rahmen der Differenzbilddatensatzerzeugung ist nur ein Beispiel, es sind unterschiedlichste Rechenformeln oder Wichtungformeln im Rahmen der rechnerischen Verknüpfung denkbar. So ist es möglich, im Rahmen der Verknüpfung die beiden Röntgenbilddatensätze ungleich zu wichten, um so sicherzustellen, dass die Mamma aus einem Bild, vorzugsweise natürlich dem nicht transformierten Bild, im rechnerisch ermittelten auszugebenden Endbild noch leicht sichtbar bleibt, was die Orientierung für den Arzt erleichtert, wenn er das Bild auswertet. Auch kann dem Bediener die Möglichkeit gegeben werden, beispielsweise durch Grauwertfensterungen oder sonstige Bildverarbeitungstools Parameter für die rechnerische

rische Verknüpfung einzustellen, die die Bildinhalte der einzelnen zu verknüpfenden Röntgenbilddatensätze unterschiedlich berücksichtigt beziehungsweise wichtet. Das heißt, dass der Bediener bedarfsabhängige Einstellungen vornehmen kann, wie die rechnerische Verknüpfung nun konkret erfolgen soll, so dass er im Rahmen der Bildverarbeitung die Verarbeitungsparameter so einstellen kann, dass ein für ihn optimales, diagnostisch auswertbares Endbild, beispielsweise ein Differenzbild erzeugt wird.

**[0013]** Wie bereits beschrieben, besteht die Möglichkeit, beispielsweise durch unterschiedliche Wichtung der Röntgenbilddatensätze die Verknüpfung so vorzunehmen, dass die Mamma eines Bildes noch leicht sichtbar bleibt. Denkbar ist es aber auch, die Röntgenbilddatensätze derart zu verknüpfen, dass lediglich der Verlauf des Randes der in einem der beiden Röntgenbilddatensätze, insbesondere in dem nicht transformierten Röntgenbilddatensatz, gezeigten Mamma im Bild, gegebenenfalls im Differenzbild, dargestellt wird. Auch dies ermöglicht es dem Arzt, die genaue Lage eines möglichen Befundes bestimmen zu können. Zur Ermittlung des Rands in dem einen Röntgenbilddatensatz kann beispielsweise ein Kantendetektionsalgorithmus herangezogen werden.

**[0014]** Im Rahmen der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es für eine möglichst zügige Verfahrensabwicklung zweckmäßig, wenn unmittelbar nach Aufnahme des ersten Röntgenbilddatensatzes automatisch durch Verstellen der Kompressionsplatte der zweite Kompressionsgrad eingestellt wird, wonach unmittelbar der zweite Röntgenbilddatensatz aufgenommen wird und anschließend, gegebenenfalls nach vorheriger Transformation, die Verknüpfung und danach auch die Ausgabe des ermittelten Bildes, beispielsweise des Differenzbildes, erfolgt. Die Änderung des Kompressionsgrads kann in beide Richtungen erfolgen, das heißt, die Mamma kann im Rahmen der Aufnahme des ersten Bildes stärker komprimiert und zur Aufnahme des zweiten Bildes entlastet werden, oder umgekehrt. Denn in jedem Fall kommt es zu einer elastischen Gewebewegung, woraus die Gewinnung der elastographischen Informationen resultiert.

**[0015]** Neben dem Verfahren selbst betrifft die Erfindung ferner ein Mammographiegerät umfassend eine Röntgenstrahlungsquelle, einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor, eine Auflageplatte und eine Kompressionsplatte, zwischen denen die Mamma, die über die Kompressionsplatte komprimiert wird, aufgenommen wird, sowie eine Steuerungseinrichtung mit einer Bildverarbeitungseinrichtung, wobei die Steuerungseinrichtung dazu ausgebildet ist, den gesamten Betrieb des Röntgengeräts wie auch den Bildaufnahme- und Bildauswertebetrieb zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu steu-

ern, wobei durch die Steuerungseinrichtung die Aufnahme des die Mamma abbildenden ersten Röntgenbilddatensatzes bei dem ersten Kompressionsgrad der Mamma, die Einstellung des zweiten Kompressionsgrads der Mamma und die Aufnahme des die Mamma abbildenden zweiten Röntgenbilddatensatzes steuerbar sind und durch die Bildverarbeitungseinrichtung der erste und der zweite Röntgenbilddatensatz zur Erzeugung des Bildes rechnerisch verknüpfbar sind.

**[0016]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

**[0017]** Fig. 1 eine Ansicht eines Mammographiegeräts, und

**[0018]** Fig. 2 eine Prinzipdarstellung des Mammographiegeräts aus Fig. 1 zur Erläuterung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0019]** Fig. 1 zeigt ein an sich bekanntes Mammographiegerät **1**, umfassend eine Vertikalsäule **2**, an der vertikal und bewegbar die Bildaufnahmeeinheit **3** angeordnet ist. Diese umfasst eine Röntgenstrahlungsquelle **4** sowie einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor **5**, der unterhalb einer Auflageplatte **6** für die weibliche Brust angeordnet ist. Oberhalb der Auflageplatte **6** ist eine Kompressionsplatte **7** vorgesehen, die ebenfalls an einem Vertikalträger **8** vertikal verstellbar geführt ist. Über diese Kompressionsplatte **7** kann die Brust in an sich bekannter Weise zur Bildaufnahme komprimiert werden. Vorgesehen ist ferner eine Steuerungseinrichtung **9**, die den gesamten Betrieb des Röntgengeräts wie auch den Bildaufnahme- und Bildauswertebetrieb steuert, wozu eine geeignete Bildverarbeitungseinrichtung **10** vorgesehen ist. Aufgenommene Bilder werden an einem Monitor **11** ausgegeben.

**[0020]** Fig. 2 zeigt in Form einer Prinzipdarstellung das Mammographiegerät **1** aus Fig. 1, um das erfindungsgemäße Verfahren näher zu erläutern. Gezeigt ist die Röntgenstrahlungsquelle **4**, die ein Röntgenstrahlungsbündel **12** emittiert. Dargestellt ist ferner die Auflageplatte **6** mit dem darunter befindlichen Röntgenstrahlungsdetektor **5** sowie die Kompressionsplatte **7**. Gezeigt ist weiterhin als Prinzipdarstellung die Mamma **13**, die hier offensichtlich nicht in ihrer natürlichen Form dargestellt ist. Die Mamma **13** enthält angenommenermaßen eine maligne Läsion **14**, also beispielsweise ein Krebsgeschwür. Die Mamma **13** ist zwischen der Auflageplatte **6** und der Kompressionsplatte **7** gehalten und wird zwischen beiden komprimiert, der Kompressionsgrad kann durch den Grad der vertikalen Verschiebung der Kompressionsplatte **7** eingestellt werden.

**[0021]** Zu Beginn des Verfahrens befindet sich die Kompressionsplatte **7** in einer ersten Stellung, die hier durchgezogen dargestellt ist. Hierüber wurde ein erster Kompressionsgrad der Mamma **13** eingestellt. Im ersten Kompressionsgrad ist die Mamma **13** sowie die Läsion **14** ebenfalls durchgezogen dargestellt. Das Strahlungsbündel **12** durchstrahlt die Mamma **13** nebst Läsion **14**, ein entsprechender Röntgenbilddatensatz, der die Ausgabe eines ersten Bildes ermöglicht, wird am Röntgenstrahlungsdetektor **5** aufgenommen und in der Bildverarbeitungseinrichtung **10** der Steuerungseinrichtung **9** abgelegt.

**[0022]** Sodann wird im zweiten Verfahrensschritt die Kompressionsplatte **7** verstellt, im gezeigten Beispiel wird sie weiter zur Auflageplatte **6** hinbewegt, was dazu führt, dass der Druck auf die Mamma **13** und die Läsion **14** erhöht wird, die Mamma **13** wird also zwangsläufig stärker komprimiert. Diese zweite Position der Kompressionsplatte **7** ist gestrichelt gezeigt, auch der zweite Kompressionsgrad der Mamma **13** wie auch der Läsion **14** ist gestrichelt dargestellt. Diese Druckerhöhung beziehungsweise Verstärkung der Kompression führt nun dazu, dass die Mamma **13** verformt wird, das heißt, sie wird stärker zusammengedrückt und dehnt sich seitlich im Raum aus, wie **Fig. 2** zeigt. Die Veränderung des Kompressionsgrads führt ebenfalls zu einer lateralen Verschiebung der Läsion **14**. Die Verformung der Läsion **14** ausgehend von dem ersten Kompressionsgrad, wo sie also ausgezogen dargestellt ist, hin zur Lage wie sie gestrichelt dargestellt ist hängt stark von den elastischen Eigenschaften der Läsion ab. Diese sind für gutartige und maligne Läsionen deutlich unterschiedlich. Während eine gutartige Läsion ein elastisches Verhalten zeigt, das näherungsweise dem des gesunden Gewebes, das die Mamma **13** ansonsten umfasst, entspricht, ist eine maligne Läsion deutlich härter, sie verhält sich also in ihrer Ausweichbewegung bei einer Änderung des Kompressionsdrucks deutlich anders als eine gutartige Läsion. Handelt es sich also bei der Läsion **14** um eine gutartige Läsion, so würde sie an einer anderen Stelle liegen als gestrichelt dargestellt ist. Die gestrichelte Darstellung der Läsion **14** zeigt die Lage einer malignen Läsion an.

**[0023]** In jedem Fall wird nun auch in der zweiten Kompressionsstellung ein zweiter Bilddatensatz aufgenommen, die Bildsignale des Strahlungsdetektors **5** werden wiederum in der Bildverarbeitungseinrichtung **10** abgelegt.

**[0024]** Sodann wird der zweite Bilddatensatz rechnerisch derart transformiert, dass die durch die elastische Verformung auftretenden Größen- und Ortsveränderungen kompensiert werden. Es erfolgt also eine Rückrechnung der Bildsignale auf den Ausgangszustand, den die Mamma im Rahmen der ersten Bildaufnahme hatte. Das zweite Bild beziehungsweise der zweite Röntgenbilddatensatz wird also quasi auf

den ersten Röntgenbilddatensatz transformiert. Dies erfolgt unter einer Annahme eines homogenen Elastizitätsverhaltens über die gesamte Fläche beziehungsweise das gesamte Volumen der Mamma **13**, unabhängig davon, ob Läsionen vorhanden sind oder nicht. Hieraus resultiert aber auch, dass eine maligne Läsion **14** anders transformiert wird beziehungsweise quasi auf eine andere Ausgangslage bei Anlegen des ersten Kompressionsgrads zurückgerechnet wird, als sie tatsächlich im Volumen lag. Denn wie beschrieben ist das Kompressions- oder Elastizitätsverhalten einer malignen Läsion ein anderes als einer gutartigen Läsion, die ein näherungsweise dem gesunden Gewebe entsprechendes Verhalten aufweist.

**[0025]** Im nächsten Schritt wird eine rechnerische Verknüpfung des ersten, nicht transformierten Röntgenbilddatensatzes und des zweiten, transformierten Datensatzes vorgenommen, beispielsweise eine einfache Differenzbildung, gegebenenfalls unter Wichtung eines Röntgenbilddatensatzes. Beispielsweise wird das Differenzbild  $D$  zu  $D = A - 0,7B$  berechnet, wobei  $A$  der erste Röntgenbilddatensatz und  $B$  der transformierte zweite Röntgenbilddatensatz ist. Es sind jedoch beliebige rechnerische Verknüpfungen mit beliebigen Wichtungen oder Berechnungsformeln möglich. Die Verarbeitung kann auch derart erfolgen, dass noch, wenngleich nicht allzu deutlich, die Umrisse der Mamma, vorzugsweise ausgehend vom nicht transformierten Röntgenbilddatensatz, im Differenzbild noch sichtbar sind, oder der Rand der Mamma, beispielsweise über einen Kantendetektionsalgorithmus ermittelt wird, etc. Dies deshalb, um dem Bediener die leichtere Orientierung im Differenzbild zu geben.

**[0026]** In jedem Fall wird das auf welche Weise auch immer erstellte Differenzbild respektive rechnerische Verknüpfungsbild dann am Monitor **11** ausgegeben, siehe **Fig. 2**, wo ein solches Differenzbild **15** dargestellt ist. Gezeigt ist zum einen gestrichelt der noch leicht sichtbare Rand **16** der Mamma **13** sowie die Läsion **14**, die im Differenzbild deutlich hervortritt. Der Betrachter erhält also auf diese Weise ein deutlich spezifischeres Differenzbild, verglichen mit den einzelnen Bilddaten, die die beiden Röntgenbilddatensätze, die zu den unterschiedlichen Kompressionsgraden aufgenommen wurden, ergeben. In diesen wäre die Läsion **14** nur als leichter Schatten zu sehen, sie würde sich lange nicht so deutlich im Bild zeigen, wie dies aufgrund der erfindungsgemäßen Verknüpfung der Elastographie, also Ausnutzung der unterschiedlichen elastischen Eigenschaften des durchleuchteten Gewebes und der Durchleuchtungsmammographie nun möglich ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Bildes mit einem Mammographiegerät, umfassend eine Röntgen-

strahlungsquelle, einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor, eine Auflageplatte und eine Kompressionsplatte, zwischen denen die Mamma, die über die Kompressionsplatte komprimiert wird, aufgenommen ist, mit folgenden Schritten:

- Aufnahme eines die Mamma abbildenden ersten Röntgenbilddatensatzes bei einem ersten Kompressionsgrad der Mamma,
- Einstellung eines zweiten Kompressionsgrads der Mamma und Aufnahme eines die Mamma abbildenden zweiten Röntgenbilddatensatzes und
- rechnerische Verknüpfung des ersten und des zweiten Röntgenbilddatensatzes zur Erzeugung des Bildes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer der beiden Bilddatensätze vor der Verknüpfung unter Berücksichtigung eines homogenen elastischen Verhaltens der Mamma derart transformiert wird, dass die aus der Veränderung des Kompressionsgrads resultierende elastische Veränderung der abgebildeten Mamma kompensiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Rahmen der Verknüpfung ein Differenzbilddatensatz aus den beiden Bilddatensätzen und aus diesem ein Differenzbild ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Rahmen der Verknüpfung die beiden Bilddatensätze ungleich gewichtet werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilddatensätze derart verknüpft werden, dass der Verlauf des Randes der in einem der beiden Bilddatensätze, insbesondere in dem nicht transformierten Bilddatensatz, gezeigten Mamma im Bild, gegebenenfalls dem Differenzbild dargestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rand in einen Bilddatensatz mittels eines Kantendetektionsalgorithmus ermittelt und im Bild dargestellt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass unmittelbar nach Aufnahme des ersten Bilddatensatzes automatisch durch Verstellen der Kompressionsplatte der zweite Kompressionsgrad eingestellt wird, wonach unmittelbar der zweite Bilddatensatz aufgenommen wird und anschließend, gegebenenfalls nach vorheriger Transformation, die Verknüpfung erfolgt.

8. Mammographiegerät umfassend eine Röntgenstrahlungsquelle (4), einen digitalen Röntgenstrahlungsdetektor (5), eine Auflageplatte (6) und eine Kompressionsplatte (7), zwischen denen die Mamma (13), die über die Kompressionsplatte (7) komprimiert

wird, aufgenommen wird, sowie eine Steuerungseinrichtung (9) mit einer Bildverarbeitungseinrichtung (10), wobei die Steuerungseinrichtung (9) dazu ausgebildet ist, den gesamten Betrieb des Röntgengeräts wie auch den Bildaufnahme- und Bildauswertebetrieb zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche zu steuern, wobei durch die Steuerungseinrichtung (9) die Aufnahme des die Mamma (13) abbildenden ersten Röntgenbilddatensatzes bei dem ersten Kompressionsgrad der Mamma (13), die Einstellung des zweiten Kompressionsgrads der Mamma (13) und die Aufnahme des die Mamma (13) abbildenden zweiten Röntgenbilddatensatzes steuerbar sind und durch die Bildverarbeitungseinrichtung (10) der erste und der zweite Röntgenbilddatensatz zur Erzeugung des Bildes rechnerisch verknüpfbar sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

# FIG 1

Stand der Technik

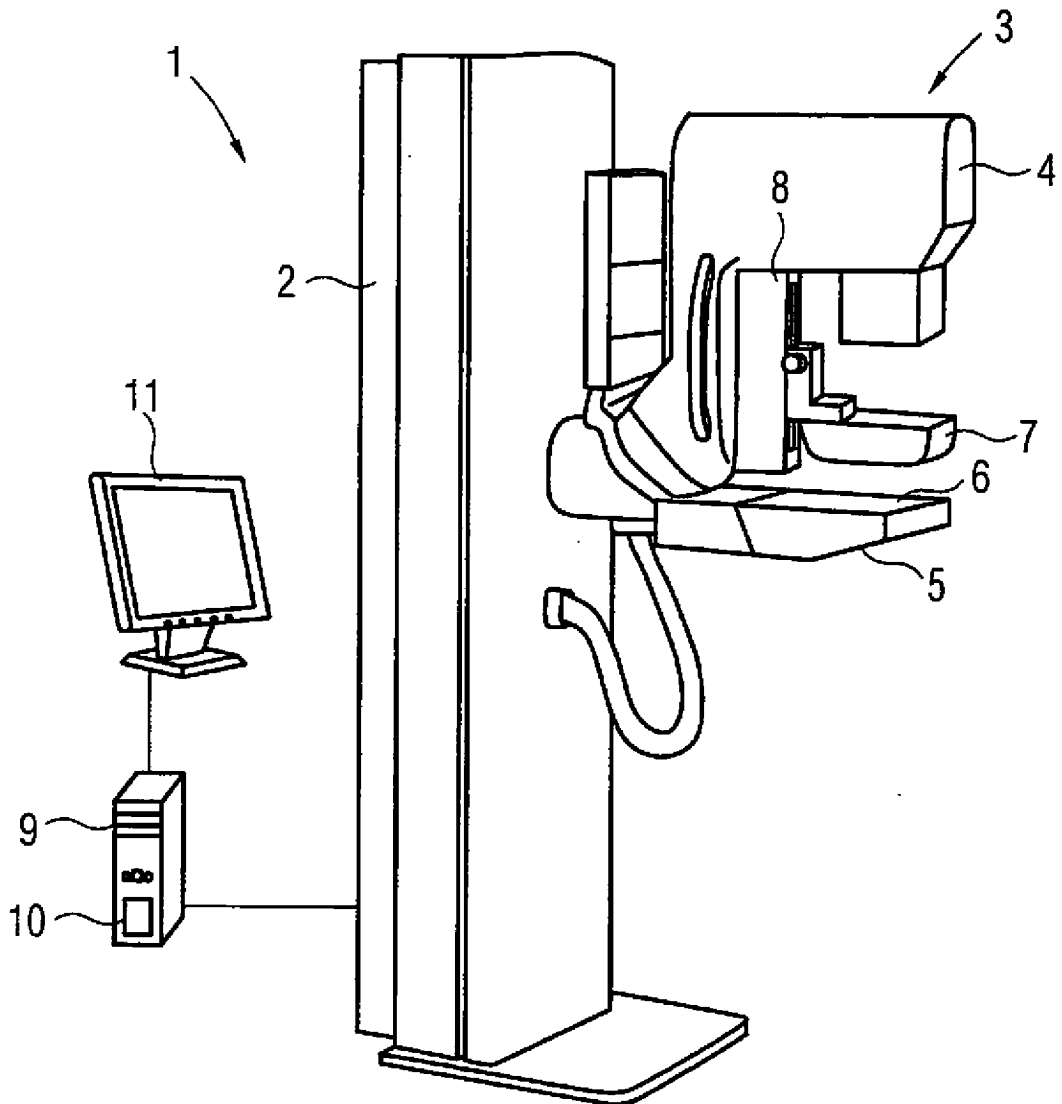


FIG 2

