



PATENTSCHRIFT 143 692

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 143 692 (44) 03.09.80 3(51) H 05 G 1/58
(21) WP H 05 G / 212 979 (22) 18.05.79

(71) siehe (72)

(72) Friedrich, Christian, Dr.-Ing.; Gabriel, Günter; Laube, Siegfried, Dipl.-Phys., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Robotron Meßelektronik „Otto Schön“ Dresden, 8012 Dresden, Lingnerallee 3, PSF 211

(54) Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen mit Hilfe einer Röntgendiagnostikanlage mit Röntgenbelichtungsautomat und fällt in das Gebiet der Aufnahmeoptimierung. Das Ziel der Erfindung besteht darin, die spezifischen Patienteneigenschaften einzubeziehen. Dabei besteht die Aufgabe, diese Eigenschaften zu messen, auszuwerten und in der Röntgendiagnostikanlage wirksam werden zu lassen. Das Wesen der Erfindung ist gekennzeichnet durch eine Teststrahlung, bei der eine Strahlungsmessung am Ort des Röntgenbildaufzeichnungssystems vorgenommen wird. Dies erfolgt mit einem Simulator, der ein Korrektursignal an ein Mikroprozessorsystem liefert, eine optimale Schwärzungsvorwahl für den Röntgenbelichtungsautomaten ermittelt und automatisch eingestellt wird. Danach erfolgt die eigentliche Röntgenaufnahme, wobei sich dann das Röntgenbildaufzeichnungssystem im Strahlengang befindet. Mit der korrigierten Schwärzungsvorwahl werden patientenspezifische Intensitäts-, Spektral- und Streustrahlungsverhältnisse berücksichtigt, wodurch optimale Röntgenaufnahmen erzielt werden. Die Teststrahlung wird unter originalen aufnahmetechnischen Bedingungen mit Patient durchgeführt und vom Röntgenbelichtungsautomat abgeschaltet. Die möglichen Anwendungsgebiete der Erfindung erstrecken sich auf sämtliche röntgendiagnostische Untersuchungen, ausgenommen diejenigen, bei denen die Anwendung eines Röntgenbelichtungsautomaten nicht möglich ist.

Titel der Erfindung

Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen mit Hilfe einer Röntgendiagnostikanlage, bestehend aus Röntgengenerator, Anwendungsgerät, Röntgenbelichtungsautomat und Bediengerät zur Einstellung der bildgebenden Parameter. Derartige Röntgendiagnostikanlagen werden in der Routine-Röntgendiagnostik zur Anfertigung von Röntgenaufnahmen der unterschiedlichsten menschlichen Organe angewendet.

Vor Beginn der Röntgenaufnahme werden die bildgebenden Parameter eingestellt. Dies erfolgt in unmittelbarer Zuordnung zu dem zu untersuchenden Organ, wobei die freie Einstellungstechnik oder die programmierte Aufnahmetechnik angewendet werden. Die Erzeugung der Röntgenstrahlung wird vom Röntgengenerator übernommen. Das Anwendungsgerät dient zur Patientenfixierung bzw. -lagerung. An ihm befinden sich die Röntgenröhre, die Filmkassette und der Strahlungsdetektor des Röntgenbelichtungsautomaten. Durch die Messung der Röntgenstrahlung mittels Strahlungsdetektor während der Röntgenaufnahme schaltet der Röntgenbelichtungsautomat die Aufnahme dann selbständig ab, wenn die optimale Röntgenfilmschwärzung erreicht ist.

Zur Erzielung von Röntgenaufnahmen mit maximalem Informationsinhalt sind optimal eingestellte bildgebende Parameter und ein exakt arbeitender Röntgenbelichtungsautomat erforderlich. Die Optimierung der bildgebenden Parameter beinhaltet ihre Abstimmung auf den Patienten und auf die physikalisch-technischen Gegebenheiten der gesamten Röntgendiagnostikanlage.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus zahlreichen Beiträgen in der Fachliteratur sind Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen mit Hilfe von Röntgendiagnostikanlagen bekannt. Stellvertretend für das umfangreiche Material an Veröffentlichungen seien zwei Übersichtsarbeiten angegeben:

Friedrich, Ch.: "Prinzipie der selbsttätigen Röntgenbelichtung in der Röntgendiagnostik", *Radilogia diagnostica* 13 (1972), S. 299-311 und Steiner, K., B. Brundin und W. Sladek: "Das Optimatic-System" *Electromedica* (1973), H. 4/5, S. 182-187

Bei den bekannten Röntgendiagnostikanlagen wird grundsätzlich zur Röntgenbildoptimierung mit einem Röntgenbelichtungsautomat gearbeitet, wobei als Strahlungsdetektor eine Dreimeßfeld-Ionisationskammer, angeordnet zwischen Patient bzw. Streustrahlungsraster und Filmkassette, verwendet wird. Bei der Anfertigung von Röntgenaufnahmen wird vor Aufnahmebeginn am Röntgengenerator primär die Röntgenröhrenspannung (kV) als bildgebender Parameter gewählt.

Als bildgebende Parameter werden am Röntgenbelichtungsautomat die Schwärzungsvorwahl und ein Meßfeld bzw. eine Meßfeldkombination an der Dreimeßfeld-Ionisationskammer eingestellt. Die Wahl des kV-Wertes erfolgt nach empirisch ermittelten Belichtungstabellen, die sich auf das jeweils zu untersuchende Organ eines Normalpatienten beziehen.

Die Meßfeldwahl am Röntgenbelichtungsautomat richtet sich nach dem aufzunehmenden Organ und der Aufnahmetechnik, während die Schwärzungsvorwahl nach Anpassung an die Empfindlichkeit des Aufnahmematerials, beispielsweise einer Film-Verstärkerfolienkombination, nach der von Franke in *Röntgenblätter* 1 (1948), S. 60 formulierten Theorie über die erforderliche Schwärzungskonstanz aller Röntgenaufnahmen, unverändert bleiben muß.

Der Röntgenbelichtungsautomat hat nun die Aufgabe, einmal die Grobeinstellung der bildgebenden Parameter am Röntgengenerator

(Durchschnittswerte) für Normalpatienten auszugleichen und Änderungen der bildgebenden Parameter während der Aufnahme (Röhrenspannungsschwankungen) zu berücksichtigen und zu kompensieren.

Die röntgendiagnostische Praxis hat jedoch gezeigt, daß im Gegensatz zur Frank'schen Theorie auch die Schwärzungsvorwahl am Röntgenbelichtungsautomaten in Abhängigkeit von den aufzunehmenden Organen und von der Patientenbeschaffenheit variiert werden muß. Nur durch eine solche Variation zur individuellen Patientenanpassung sind optimale Röntgenaufnahmen zu erzielen.

Die Ursachen für die erforderlichen Änderungen der Schwärzungsvorwahl sind einmal die sehr unterschiedliche Streustrahlungserzeugung der einzelnen Organe eines Patienten und die stark variierende Streustrahlungserzeugung von Patient zu Patient bei der Untersuchung des gleichen Organes, zum anderen die stark abweichenden Änderungen des Spektrums der Röntgenstrahlung beim Durchtritt durch den Patienten. Außerdem verursacht die unterschiedliche Wirksamkeit von Streu- und Direktstrahlung in der Ionisationskammer einerseits und auf das Aufnahmematerial in der Filmkassette andererseits Fehlbelichtungen (Abweichungen im Härtegang zwischen Ionisationskammer und Röntgenbildaufzeichnungssystem).

Bei der freien Einstellung der bildgebenden Parameter am Röntgengenerator und am Röntgenbelichtungsautomaten hat die nun noch zusätzliche Bedienung der Schwärzungsvorwahl zur Kritik der Röntgenologen am Röntgenbelichtungsautomaten, von dem man sich eine weitgehende Automatisierung erhoffte, geführt. Der Röntgenbelichtungsautomat brachte zwar eine wesentliche Verbesserung der Röntgenbildgüte, der Aufnahmequalität und der Reproduzierbarkeit der Röntgenaufnahmen aber eine kompliziertere Einstelltechnik.

Durch die Einführung der programmierten Aufnahmetechnik, beschrieben u. a. in der DE-Offenlegungsschrift 23 50 141, H 05 G 1/46, wurde die gesamte Röntgenaufnahmetechnik wesentlich verbessert. Die bildgebenden Parameter: kV-Wert, mAs-Produkt, Schwärzungsvorwahl und Meßfeld bzw. Meßfeldkombination werden in einer Organ- bzw. Organgruppenzuordnung programmiert und

gespeichert, und können durch die Betätigung jeweils nur einer, ebenfalls einem Organ bzw. einer Organgruppe zugeordneten Taste aufgerufen und im Röntgengenerator sowie im Röntgenbelichtungsautomat wirksam gemacht werden. Damit gelingt die automatische Anpassung der Schwärzungsvorwahl neben den anderen bildgebenden Parametern an unterschiedliche Organe bzw. Organgruppen und die Vorteile des Röntgenbelichtungsautomaten hinsichtlich der Aufnahmetechnik werden wesentlich wirksamer. Trotzdem müssen, wie die nicht befriedigenden Resultate mit programmierter Aufnahmetechnik zunächst gezeigt haben, auf den Bediengeräten den Organ- bzw. den Organgruppentasten zusätzliche Objektanpassungstasten für extrem dicke oder dünne Patienten angeordnet werden. Der Röntgenologe nimmt eine äußerliche Beurteilung des Patienten vor, stuft diesen in die Patientenkategorien: sehr dick, dick, normal, dünn, sehr dünn ein und betätigt dann die entsprechende Objektanpassungstaste. Nur durch diese Zusatzkorrektur erhält er Röntgenaufnahmen guter Qualität.

Damit ist bei der programmierten Aufnahmetechnik die subjektive Patientenbeurteilung erforderlich, die sich in unvollkommener Weise im wesentlichen nach der Patientendicke richtet.

Die viel wichtigere Strahlentransparenz jedes einzelnen Patienten kann bei der Einstellung der bildgebenden Parameter nicht berücksichtigt werden. Die Nachteile der bekannten Röntgendiagnostikanlagen mit Röntgengenerator, Anwendungsgerät, Röntgenbelichtungsautomat und Bediengerät bestehen darin, daß bei der freien Einstellung der bildgebenden Parameter umfassende Erfahrungen bei der Parameterwahl am Röntgengenerator und am Röntgenbelichtungsautomat vorliegen müssen, um optimale Röntgenaufnahmen zu erzielen und daß eine, dem Automatisierungsbestreben entgegenstehende Vielzahl von Handbetätigungen vorzunehmen sind.

Ein weiterer Nachteil ist, daß bei der programmierten Aufnahmetechnik nur eine Anpassung an unterschiedliche Organe auf der Basis von Normalpatienten, d.h. Durchschnittswerten, erfolgen kann, daß zusätzlich eine Beurteilung des zu untersuchenden Patienten erfolgen muß, die nur äußerlich vorgenommen werden kann, subjektiven Faktoren unterworfen ist und im wesentlichen

nur die Patientendicke erfassen kann, daß die subjektive Patientendickenbeurteilung nur durch Betätigung weiterer Tasten mittels Hand berücksichtigt werden kann und daß schließlich keine Berücksichtigung der maßgebenden individuellen Patienteneigenschaften; beispielsweise der Strahlentransparenz, vorgenommen wird.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung ist es möglich, die spezifischen, strahlenphysikalischen Eigenschaften jedes zu untersuchenden Patienten vor der Röntgenaufnahme exakt zu messen, aus dieser Messung ein Signal abzuleiten, welches Aussagen über Patientendicke, Patiententransparenz, Streustrahlungserzeugung, Streustrahlungswirksamkeit etc. enthält, dieses Signal als Korrekturgröße für den bildgebenden Parameter "Schwärzungsvorwahl" aufzubereiten, den bildgebenden Parameter mit dieser Korrekturgröße zu korrigieren und über ein Stellglied den Röntgenbelichtungsautomat selbsttätig derart einzustellen, daß Röntgenaufnahmen mit optimaler Schwärzung erzielt werden.

Damit wird die subjektive und unzureichende Berücksichtigung der spezifischen Patientendaten bei der zur Zeit praktizierten programmierten Aufnahmetechnik durch eine exakte Messung ersetzt. Fehlbelichtungen, die bisher durch unterschiedliche Bewertung von Direkt- und Streustrahlung in Ionisationskammer und Filmkassette auftraten, werden vermieden. Außerdem wird ein erhöhter Automatisierungsgrad durch den Wegfall der Objektanpassungstasten erreicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung löst die Aufgabe, ein Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen zu schaffen, welches mit Hilfe einer Röntgendiagnostikanlage, eine strahlenphysikalische Messung der spezifischen Patienteneigenschaften vor der eigentlichen Röntgenaufnahme ermöglicht und eine optimale Schwärzungsvorwahl am Röntgenbelichtungsautomaten herbeiführt. Aufbauend auf den Vorteilen des Röntgenbelichtungsautomaten und der programmierten Aufnahmetechnik als Bestandteil der Röntgendiagnostikanlage

wird die bisher erforderliche subjektive Patientenbeurteilung durch den Röntgenologen und die Handbetätigung der Objektanpassungstasten im Resultat der äußerlichen Patientenbeurteilung, vermieden. Desweiteren wird zur Herstellung von Röntgenaufnahmen nicht der bisher im Programm der bildgebenden Parameter als Durchschnittswert, bezogen auf einen Normalpatienten, fest programmierte Parameter "Schwärzungsvorwahl am Röntgenbelichtungsautomat" benutzt, vielmehr wird die Schwärzungsvorwahl an jeden zu untersuchenden Patienten speziell automatisch angepaßt. Damit wird eine weitere Optimierung der Röntgenaufnahmequalität und eine erhöhte Automatisierung und Rationalisierung der Aufnahmetechnik erreicht.

Die Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß in den Strahlengang der Röntgendiagnostikanlage direkt am Ort des Röntgenbildaufzeichnungssystems oder unmittelbar dahinter, beispielsweise der Kassette mit einer Film-Verstärkerfolienkombination, eine Meßeinrichtung angeordnet wird, die während einer Teststrahlung unmittelbar vor der eigentlichen Röntgenaufnahme, die Röntgenstrahlung indirekt mißt. Zur Teststrahlung werden diejenigen bildgebenden Parameter gewählt, mit der das zu untersuchende Organ eines Normalpatienten aufgenommen wird. Die Empfindlichkeit des Röntgenbelichtungsautomaten wird jedoch um etwa eine Größenordnung erhöht, wodurch die Strahlenbelastung des Patienten, der sich während der Teststrahlung im Strahlengang befindet, gegenüber der Strahlenbelastung bei der eigentlichen Röntgenaufnahme vernachlässigbar ist. Nicht im Strahlengang während der Teststrahlung befindet sich das Röntgenbildaufzeichnungssystem. Die hochempfindliche Meßeinrichtung, im folgenden als Simulator bezeichnet, mißt während der Teststrahlung am Ort des Röntgenbildaufzeichnungssystems und im Patientendominantenbereich die für die Belichtung tatsächlich wirksame Röntgenstrahlung, wodurch die Intensität, das Spektrum und die Streustrahlung patientenspezifisch erfaßt werden. Der Simulator stellt am Ende der Teststrahlung ein der eingefallenen Röntgenstrahlung äquivalentes elektrisches Signal bereit. Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist, daß die bildgebenden Parameter für die Organe bzw. Organgruppen, die sich auf den Normalpatienten beziehen, im ROM- bzw. PROM-Bereich eines

Mikroprozessorsystems gespeichert sind und von dort durch Organ- bzw. Organgruppentasten abgerufen werden können, um über Stellglieder im Röntgengenerator und im Röntgenbelichtungsautomaten eingestellt zu werden.

Soll eine Röntgenaufnahme von einem Organ eines Patienten angefertigt werden, so wird zur vorangehenden Teststrahlung die zugeordnete Organ- bzw. Organgruppentaste betätigt, die entsprechenden bildgebenden Parameter in der Röntgendiagnostikanlage eingestellt, der Patient unter Originalbedingungen der Röntgenaufnahme in den Strahlengang gebracht, der Röntgenbelichtungsautomat hochempfindlich eingestellt und das Röntgenbildaufzeichnungssystem aus dem Strahlengang entfernt. Die kurzzeitige Teststrahlung wird von Hand eingeschaltet und vom Röntgenbelichtungsautomaten beendet. Der Simulator liefert ein Signal, welches dem Mikroprozessorsystem zugeführt, hier in eine Korrekturgröße verarbeitet und im RAM-Bereich des Mikroprozessorsystems zur Korrektur der Schwärzungsvorwahl des Röntgenbelichtungsautomaten zur Verfügung gestellt wird. Es erfolgt dann die Korrektur der für den Normalpatienten geltenden Schwärzungsvorwahl im Mikroprozessorsystem und anschließend die automatische Einstellung der nun patientenspezifischen Schwärzungsvorwahl im Röntgenbelichtungsautomat.

Die Empfindlichkeit des Röntgenbelichtungsautomaten wird auf den niedrigen Normalwert umgeschaltet, das Simulatorsignal wird vom Mikroprozessorsystem getrennt, das Röntgenbildaufzeichnungssystem in den Strahlengang gebracht und die eigentliche Röntgenaufnahme ausgeführt. Für die Röntgenaufnahme des Patienten werden erfindungsgemäß der kV-Wert und das Meßfeld bzw. die Meßfeldkombination für den Normalpatienten zugrunde gelegt. Allein die Schwärzungsvorwahl erfährt eine Korrektur durch das Mikroprozessorsystem. Das Anwenderprogramm des Mikroprozessorsystems kann aber auch so gestaltet werden, daß Korrekturgrößen für weitere, andere oder sämtliche bildgebende Parameter aus dem Simulatorsignal abgeleitet werden und eine Beeinflussung der kV-Werte und/oder mAs-Werte neben der Schwärzungsvorwahl erfolgt.

Ebenso wird erfindungsgemäß das Röntgenbildaufzeichnungssystem während der Teststrahlung aus dem Strahlengang entfernt. Bei Röntgenbildaufzeichnungssystemen mit geringer und konstanter Eigenabsorption und annähernd vernachlässigbarer bzw. reproduzierbarer Beeinflussung des Strahlungsspektrums kann das Röntgenbildaufzeichnungssystem auch während der Teststrahlung im Strahlengang verbleiben. Sein Einfluß wird dann durch das Mikroprozessorsystem mit berücksichtigt bei der Aufbereitung der Korrekturgrößen für die bildgebenden Parameter aus dem Simulatorsignal.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist, daß der Strahlungsdetektor des Röntgenbelichtungsautomaten in seiner physikalisch-technologischen Konzeption ausschließlich nach dem Kriterium maximaler Empfindlichkeit zu gestalten ist und daß Kompromisse zwischen Empfindlichkeit und physikalischer Energieganganpassung an Röntgenbildaufzeichnungssystemen bei der Konzipierung des Strahlungsdetektors entfallen, da die Energieganganpassung durch den Simulator bzw. die Auswertung des Simulatorsignals erfolgt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel sowie an Hand einer Zeichnung näher erläutert werden. In der Zeichnung ist die Röntgendiagnostikanlage mit optimierter Aufnahmetechnik als Blockschaltbild, bestehend aus einem Röntgen-generator 1, einem Anwendungsgerät 2, einem Röntgenbelichtungsautomaten 3, einem Bediengerät in programmierter Aufnahmetechnik 4 zur Wahl der bildgebenden Parameter sowie einem Mikroprozessorsystem 5 dargestellt. Es ist bekannt, daß Mikroprozessorsysteme in der Röntgentechnik beispielsweise die Steuerung des Funktionsablaufes von Röntgeneratoren und die leistungsmäßige Überwachung von Röntgenröhren übernehmen. Diese Vorgänge bleiben hier unberücksichtigt, es wird lediglich eine weitere Anwendung bzw. Ausnutzung des Mikroprozessorsystems 5 betrachtet.

In Vorbereitung der Röntgenaufnahme wird der Patient 6 auf dem Anwendungsgerät 2 im Strahlengang fixiert, das Strahlungsfil-

ter 7 und die Einstellung der Blende 8 gewählt. Außerdem befinden sich die Röntgenröhre 9 am Anwendungsgerät 2 und die Ionisationskammer 10 des Röntgenbelichtungsautomaten 3 sowie die hochempfindliche Strahlungsmeßeinrichtung, hier als Simulator 11 bezeichnet, im Strahlengang. Das Röntgenbildaufzeichnungssystem 12, z. B. eine Kassette mit einer Film-Verstärkerfolienkombination, ist zunächst noch aus dem Strahlengang entfernt, wird aber später unmittelbar vor dem Simulator 11 angeordnet. Die Ionisationskammer 10 befindet sich zwischen Patient 6 bzw. Streustrahlungsraster 13 und Röntgenbildaufzeichnungssystem 12. Zur weiteren Vorbereitung der Röntgenaufnahme wird am Bediengerät 4 eine, dem speziellen Organ des zu untersuchenden Patienten zugeordnete Organ- bzw. Organgruppentaste aus der Gruppe der Organ- bzw. Organgruppentasten 14 bis 21 betätigt. Dadurch erfolgt über die Kodiereinrichtung 22 und die periphere Dateneingabeeinheit 23 die Abberufung des organspezifischen Programmes der bildgebenden Parameter, die für sämtliche Organ- bzw. Organgruppen im ROM- bzw. PROM-Bereich 24 des Mikroprozessorsystems 5 gespeichert sind und zwar in Werten, die sich auf den Normalpatienten beziehen. Über die periphere Datenausgabeeeinheit 25 und den DA-Umsetzer 26 erhält der Röntgengenerator 1 die organspezifischen kV- und mAs-Werte, die über, in der Zeichnung nicht separat dargestellte Stellglieder, im Röntgengenerator 1 eingewählt werden. Über die periphere Datenausgabeeeinheit 27 und den DA-Umsetzer 28 werden dem Röntgenbelichtungsautomat 3 die Schwärzungsvorwahl und die Meßfeldkombination, beides organspezifisch und für den Normalpatienten geltend, signalisiert. Sie werden im Röntgenbelichtungsautomat 3 über interne Stellglieder, die ebenfalls nicht separat dargestellt sind, eingestellt.

Desweiteren wird parallel zur Datenausgabe der aufgerufene Schwärzungsvorwahlwert im RAM-Bereich 29 des Mikroprozessorsystems 5 gespeichert.

Mit Betätigung der Taste 30 am Bediengerät 4, die die Teststrahlung vor der eigentlichen Röntgenaufnahme einleitet, werden folgende Steuerfunktionen ausgelöst:

Über die Signalleitung 31, den Röntgenbelichtungsautomat 3 und die Signalleitung 32 wird der Kontakt 33 der in der Zeichnung nicht separat dargestellten Leistungsschnellschaltstufe, die vom Röntgenbelichtungsautomat 3 gesteuert wird, geschlossen.

Über die Signalleitung 31, den Röntgenbelichtungsautomat 3 und die Signalleitung 34 wird der Vorverstärker der Ionisationskammer 35 auf maximale Empfindlichkeit geschaltet. Ebenso der Röntgenbelichtungsautomat 3 über die Signalleitung 31.

Über die Signalleitungen 36; 37 wird der Kontakt 38 des nicht separat dargestellten Röntgenaufnahmeleistungsschalters geschlossen. Der Strompfad zum Drehstromnetz 39 ist geschlossen.

Die Röntgenröhre 9 erzeugt die Teststrahlung, die dann in bekannter Weise durch Signalisierung der Ionisationskammer 10 über den Vorverstärker der Ionisationskammer 35 und Röntgenbelichtungsautomat 3 sowie Öffnen des Kontaktes 33 abgeschaltet wird.

Während der Teststrahlung sind hinsichtlich Strahlengeometrie und -absorption äquivalente Bedingungen wie bei der eigentlichen Röntgenaufnahme vorhanden. Es ist aber auch möglich, die Teststrahlung mit hoher Generatorspannung zu erzeugen, wodurch die geringe Strahlenbelastung durch die Teststrahlung noch weiter reduziert werden kann. Das Simulatorsignal des Simulators 11 beinhaltet somit patienten- und organspezifisch die Wirksamkeit der Röntgenstrahlung sowie die Streustrahlung auf das Röntgenbildaufzeichnungssystem 12. Als elektrisches Signal wird es über die Signalleitung 40, den Kontakt 41, den AD-Umsetzer 42 sowie der peripheren Dateneingabeeinheit 43 dem Mikroprozessorsystem 5 zugeführt. Hier erfolgt unter Zusammenspiel von Bussystem des Mikroprozessors 44, von Mikroprozessor 45, Steuerung des Mikroprozessors 46 etc. die Aufbereitung des Simulatorsignals in eine Korrekturgröße, die Korrektur des Schwärzungsvorwahlwertes für Normalpatienten mittels Korrekturgröße, die Bereitstellung der korrigierten Schwärzungsvorwahl im RAM-Bereich 29 und schließlich die Signalisierung des korrigierten Schwärzungsvorwahlwertes an den Röntgenbelichtungsautomaten 3 über die peri-

phere Datenausgabereinheit 47 und den DA-Umsetzer 48. Die Einstellung der Schwärzungsvorwahlkorrektur erfolgt automatisch und intern im Röntgenbelichtungsautomat 3.

Parallel zur Berechnung des neuen Schwärzungsvorwahlwertes werden der Kontakt 38 geöffnet, der Vorverstärker der Ionisationskammer 35 und der Röntgenbelichtungsautomat 3 auf die Empfindlichkeit zurückgeschaltet, die für das zu verwendende Röntgenbildaufzeichnungssystem optimal ist, der Kontakt 33 wieder geschlossen (Vorbereitung; Drehanodenanlauf), das Röntgenbildaufzeichnungssystem 12 in den Strahlengang gebracht und der Simulator 11 mittels Kontakt 41 vom AD-Umsetzer 42 getrennt. Mit der Taste 49 wird die Röntgenaufnahme eingeschaltet. Nach optimaler Belichtung schaltet der Röntgenbelichtungsautomat 3 die Aufnahme ab.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Optimierung von Röntgenaufnahmen mit Hilfe einer Röntgendiagnostikanlage mit Röntgenbelichtungsautomat, bestehend aus Röntgengenerator, Anwendungsgerät, Röntgenbelichtungsautomat und Bediengerät zur Einstellung der bildgebenden Parameter in freier Einstelltechnik oder programmierter Aufnahmetechnik sowie einem Mikroprozessorsystem, welches Steuerfunktionen und die Röntgenröhrenüberwachung der Röntgendiagnostikanlage ausführt, gekennzeichnet dadurch, daß am Ort des Röntgenbildaufzeichnungssystems oder unmittelbar dahinter ein Simulator in den Strahlengang eingebracht wird, daß danach eine Teststrahlung erfolgt, das Simulatorsignal zur Korrektur der Schwärzungsvorwahl des Röntgenbelichtungsautomaten benutzt und die Röntgenaufnahme mit der optimalen Schwärzungseinstellung des Röntgenbelichtungsautomaten durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß der Simulator durch die Röntgenstrahlung der Teststrahlung im Dominantenbereich getroffen werden muß und daß das Licht, welches durch die angeregte Verstärkerfolie im Simulator entsteht mittels Lichtleiter und Lichtdetektor zu messen ist.
3. Verfahren nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß der Simulator entweder durch Bestückung mit unterschiedlichen Verstärkerfolien oder durch Änderung des Meßprinzips von der Lichtmessung zur Strahlungsmessung mittels Halbleiterdetektoren an den Härtegang des Röntgenbildaufzeichnungssystems angepaßt werden muß.
4. Verfahren nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß die Teststrahlung vor der Röntgenaufnahme unter Einstellung der bildgebenden Parameter eines Normalpatienten erfolgen muß, der Patient in den Strahlengang gebracht wird, das Röntgenbildaufzeichnungssystem aus dem Strahlengang entfernt werden muß, die Empfindlichkeit des Röntgenbelichtungsautomaten um eine Größenordnung erhöht wird und die

Teststrahlung durch den Röntgenbelichtungsautomaten zu steuern ist.

5. Verfahren nach Punkt 1. und 4., gekennzeichnet dadurch, daß bei Anwendung von Röntgenbildaufzeichnungssystemen, welche sich durch geringe und konstante Eigenabsorption und Spektralbeeinflussung auszeichnen, diese während der Teststrahlung im Strahlengang verbleiben und ihr Einfluß durch das Mikroprozessorsystem berücksichtigt werden muß.
6. Verfahren nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß die Schwärzungsvorwahl des Röntgenbelichtungsautomaten für einen Normalpatienten im ROM/PROM-Bereich des Mikroprozessorsystems zu speichern ist und nach der Teststrahlung mittels Simulatorsignal und Mikroprozessorsystem patientenspezifisch korrigiert werden muß.
7. Verfahren nach Punkt 1. und 5., gekennzeichnet dadurch, daß neben der Schwärzungsvorwahl des Röntgenbelichtungsautomaten die Röhrenspannungswerte und/oder die Röhren-Strom-Zeit-Produkt-Werte für Normalpatienten gespeichert werden und im Bedarfsfall mittels Simulatorsignal und Mikroprozessorsystem zu korrigieren sind.
8. Verfahren nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß zur Durchführung der Röntgenaufnahme die Umschaltung des Röntgenbelichtungsautomaten auf die normale Aufnahmeempfindlichkeit und die Einbringung des Röntgenbildaufzeichnungssystems in den Strahlengang sowie die Abschaltung des Simulatorsignals vom Mikroprozessorsystem vorgenommen wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

