

Computertomographie

Geschichte und Technologie

Auf Innovation kommt es an

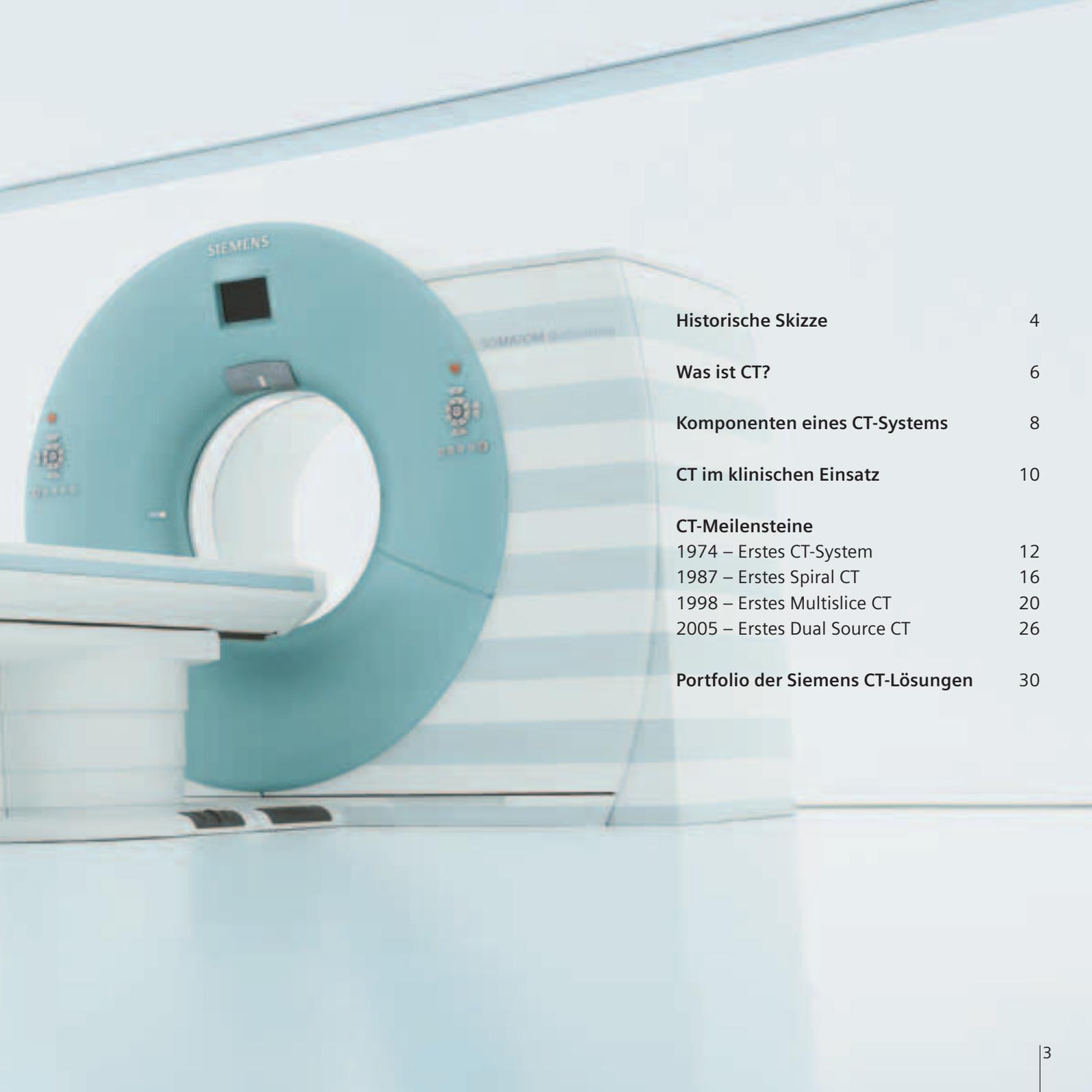
In den 70er Jahren hat die Computertomographie (CT) die Medizintechnik und ihre Einsatzmöglichkeiten revolutioniert. Heute hat sich CT in der Welt der Medizin etabliert und ist zum unverzichtbaren und integrierten Bestandteil der Routinearbeit in Krankenhäusern und medizinischen Praxen geworden.

Von Anfang an war Siemens Medical Solutions in der CT-Technologie führend. Patienten- und Nutzerfreundlichkeit, optimierter Workflow, exzellente Bildqualität und hoch entwickelte diagnostische Möglichkeiten waren immer Schwerpunkte in der Entwicklung von Technologie und Design. Ziel war stets, CT-Untersuchungen für den Arzt und den Patienten so komfortabel wie möglich zu machen.

Diese Broschüre gibt einen kurzen Überblick und Einblick in die Geschichte der CT und die Technologie, die dahinter steckt – vom Anfang bis zur Gegenwart.

Auch zukünftig wird Siemens Innovationen im Bereich CT entwickeln und die Technologie vorantreiben.





Historische Skizze	4
Was ist CT?	6
Komponenten eines CT-Systems	8
CT im klinischen Einsatz	10
CT-Meilensteine	
1974 – Erstes CT-System	12
1987 – Erstes Spiral CT	16
1998 – Erstes Multislice CT	20
2005 – Erstes Dual Source CT	26
Portfolio der Siemens CT-Lösungen	30

08.11.1895

Röntgenstrahlung

Der Physiker und spätere
Nobelpreis-Gewinner
Wilhelm Conrad Röntgen
(1845–1923) entdeckt die
Röntgenstrahlen



1972

Computertomographie

In London läutet
Godfrey N. Hounsfield
mit seiner Entwicklung
der Computertomographie
eine neue Ära in der
diagnostischen
Bildgebung ein

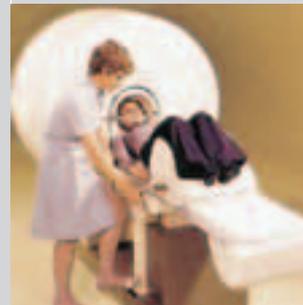


Röntgenbild von der
Hand seiner Frau

1974

Erstes CT-System
SIRETOM

Sofortbildrekonstruktion



SIRETOM CT-System

1987/88

Erstes Spiral CT
SOMATOM Plus

Kontinuierliche Rotation
von Röhre und Detektor

Kürzere
Untersuchungszeiten

Höherer Patientenkomfort



SOMATOM Plus CT-System

1994

Spiral CT
SOMATOM Plus 4

Sub-Sekunden
Spiral CT

Größere Volumina
werden schneller
erfasst, kürzeres
Atemanhalten,
verbesserte Auflösung
dünner Schichten



Sub-Sekunden Spiral CT, lange MPR,
Unterleib/Becken, SOMATOM Plus 4

1996/97

Lightning UFC™

UFC (Ultra Fast
Ceramic) Detektor

Gleich gute
Bildqualität bei
deutlich reduzierter
Strahlendosis

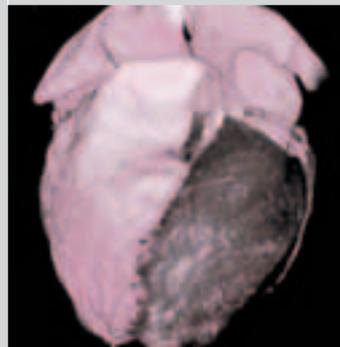
1998

Erstes Multislice CT
SOMATOM Volume Zoom

Multislice Spiral-Scans
mit 4 Schichten pro
Rotation

Schnellste
Rotationszeit von
0,5 Sekunden

Erster Einsatz von
Cardio CT in einer
Routine-Operation



2003

STRATON®

Einführung der
siemens-eigenen
STRATON®
Röntgenröhren-
Technologie

Sehr hohe Abkühl-
geschwindigkeit und
kleinere Röhre dank
direkter Ölkühlung
der Anode



2005

Erstes Dual Source CT
SOMATOM Definition

Revolutionäre
technische
Entwicklung:
Dual Source CT
mit zwei Röntgen-
einheiten und zwei
Detektoren in einer
Gantry



Was ist CT?



Röntgenbild der Hand von Frau Röntgen



Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923), Entdecker der Röntgenstrahlung

Seit Wilhelm Conrad Röntgen im Jahr 1895 die Röntgenstrahlen entdeckte, haben Forscher versucht, Wege zu finden, den Körper bis zum kleinsten anatomischen Detail zwei- und sogar dreidimensional abzubilden. In den 70er Jahren entwickelten der britische Ingenieur Godfrey N. Hounsfield und der amerikanische Arzt Allan M. Cormack die Computertomographie (CT), indem sie die Röntgentechnologie mit Computern koppelten. Diese spezielle Röntgenmethode nimmt Schichtaufnahmen von verschiedenen Körperregionen auf und visualisiert nicht nur Knochen, sondern auch Weichteil-Gewebe. Für diese Erfindung erhielten die zwei Wissenschaftler 1979 den Nobelpreis für Medizin.

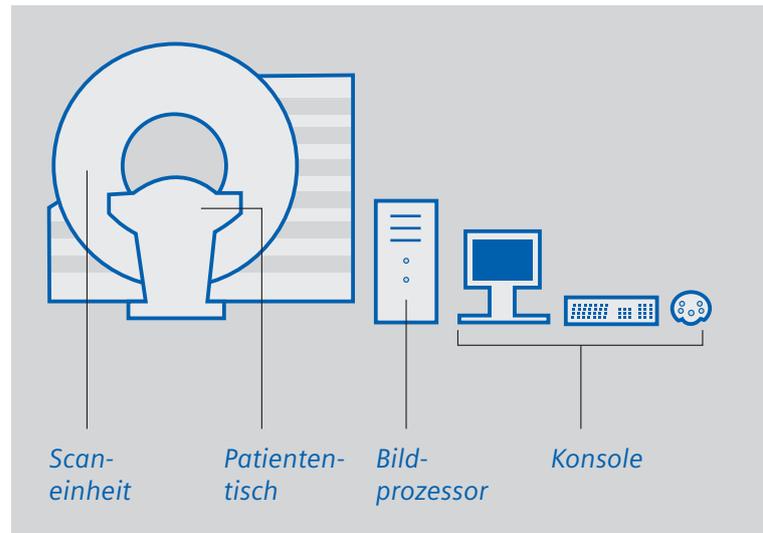
In der Radiologie wird CT als die größte Erfindung seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen angesehen, da diese Bildgebungstechnik Ärzten einen Einblick in den menschlichen Körper gewährt, wie er vorher nicht möglich war. Heute ist CT eine der wichtigsten Methoden der radiologischen Diagnose. Sie liefert überlagerungsfreie Querschnittsbilder des Körpers und zeigt niedrigere Kontrastunterschiede als herkömmliche Röntgenbilder. Dies erlaubt eine bessere Visualisierung von speziellen, anders strukturierten Geweberegionen, die mit gewöhnlichen Röntgenuntersuchungen nicht sichtbar gemacht werden können.

Aufbau eines CT-Systems

Ein CT-System enthält verschiedene Komponenten. Die wichtigsten sind:

- Die Scaneinheit, die sogenannte Gantry, die u.a. aus der Röntgen- und der Detektoreinheit besteht.
- Der Patiententisch.
- Der Bildprozessor zur Bildrekonstruktion.
- Die Konsole.

Im CT-Scanner sind die Röntgeneinheit (oder Röhre), die als Sender funktioniert, und die Detektoreinheit, die als Empfänger agiert, in einer ringförmigen Einheit, der Gantry, untergebracht. In der Gantry ist der Detektor gegenüber der Röntgeneinheit positioniert. Der Patiententisch befindet sich in der Mitte der Gantry. Während einer CT-Untersuchung rotiert die Gantry um den Körper des Patienten. Röntgenstrahlen, die den Körper des Patienten durchdringen, werden gemäß der Dicke und der Art des Gewebes abgeschwächt. Der Detektor empfängt diese abgeschwächten Röntgenstrahlen und transformiert sie in sichtbares Licht. Photodioden wandeln dieses Licht in elektrische Signale um, die anschließend durch die integrierte Detektorelektronik in digitale Signale konvertiert werden. Diese digitalen Signale werden über Hochgeschwindigkeits-Glasfaserverbindungen zum Bildprozessor übertragen.



Dort werden mit komplexen Berechnungen hochauflösende Bilder in Echtzeit generiert.

Die Konsole ist die Kontrolleinheit für alle Untersuchungsabläufe und multifunktional. An ihr werden die Untersuchungsergebnisse ausgewertet. Um den Workflow zu verbessern, hat Siemens eine Doppel-Konsole entwickelt, mit der man beide Funktionen (Untersuchung und Auswertung) gleichzeitig ausführen kann.

Komponenten eines CT-Systems

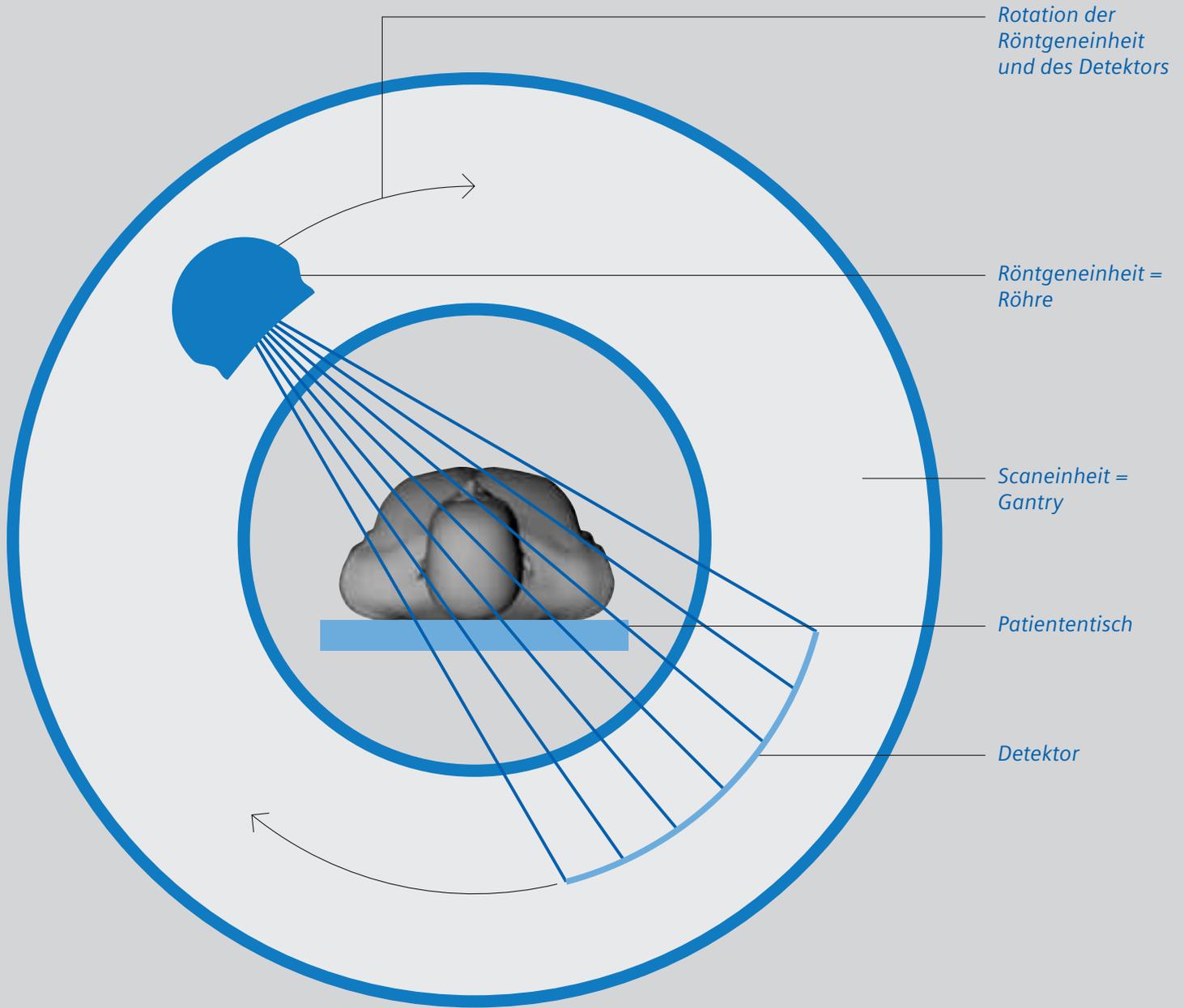
Röntgen-Komponenten

- Röntgeneinheit oder Röhre
Hersteller von CT-Systemen benutzen Röntgeneinheiten mit variablen Fokusgrößen. Dies ist vergleichbar mit der Photographie: Für Bilder mit weniger Kontrast braucht man eine große Fokusgröße, für hochauflösende Bilder mit dünnen Schichten eine kleine Fokusgröße. Die Röhren in modernen CT-Scannern warten mit einer Leistung von 20–80 kW bei einer Spannung von 80–140 kV auf. Der Scanner kann jedoch nur für eine begrenzte Zeit mit maximaler Leistung genutzt werden. Der oberste Grenzwert wird durch die Eigenschaften der Anode und des Generators bestimmt. Um eine Überlastung der Röntgeneinheit zu verhindern, muss die Leistung bei längeren Scans reduziert werden. Die Entwicklung von Multislice Detektor-Systemen hat diese Einschränkungen praktisch ausgeschlossen, da diese Detektoreinheiten die vorhandene Leistung der Röhre effizienter nutzen.

- Abschirmung
Jeder CT-Scanner ist mit Blenden, Kollimatoren und Filtern ausgestattet, um gegen Streustrahlung zu schützen, die Scan-Schicht festzulegen und die energiearmen Anteile des Röntgenspektrums zu absorbieren. Somit werden die Patienten und der Arzt vor zu viel Röntgenstrahlung geschützt.

Komponenten zur Datenerfassung

- Detektor
Die Detektoreinheit hat im Zusammenspiel der CT-Komponenten eine spezielle Rolle inne. Sie konvertiert die auftreffenden Röntgenstrahlen, die alle eine unterschiedliche Intensität besitzen, in elektrische Signale. Diese analogen Signale werden durch nachgeschaltete elektronische Komponenten verstärkt und in digitale Impulse umgewandelt. Im Laufe der Zeit haben sich bestimmte Materialien als besonders effektiv in der Verwertung von Röntgenstrahlen erwiesen. Siemens beispielsweise nutzt Ultra Fast Ceramic (UFC™) Detektoren, die durch ihre exzellenten Materialeigenschaften die Bildqualität drastisch verbessern, ohne die Strahlendosis zu erhöhen.



CT im klinischen Einsatz

CT im täglichen klinischen Gebrauch

Bedeutende technologische und klinische Fortschritte in den letzten Jahren haben CT-Scanner bei vielen (Patienten-)Indikationen zu dem Standard-Untersuchungssystem gemacht. Vor allem CT-Scanner von Siemens bieten die außergewöhnliche räumliche wie zeitliche Auflösung, die Ärzte brauchen. Zusätzlich hat Siemens spezielle Software-Applikationen entwickelt, die den klinischen Arbeitsablauf von der Bildaufnahme über die Nachbearbeitung bis zur Befunderstellung beschleunigen. Somit liefert Siemens Ärzten und ihren Patienten eine besondere klinische Lösung in den Bereichen Kardiovaskulär CT, Onkologie, Neurologie und für Routineaufnahmen, beispielsweise von der Brust. Darüber hinaus werden CT-Scanner von Siemens nicht nur in Krankenhäusern oder privaten Praxen genutzt, sie sind auch die bevorzugten Systeme für viele klinische Forschungseinrichtungen, weltweit.

CT-Angiographie (CTA)

CT-Angiographie ermöglicht mit Hilfe von Kontrastmittel die Darstellung von Gefäßen. Die Einführung von Multislice CT-Scannern machte es möglich, mit sehr kurzen Scanzeiten das gesamte Gefäßsystem bei maximaler Kontrastverstärkung darzustellen. Kleine Gefäße sowie Embolien oder Dissektionen können dargestellt werden. Im Nachhinein kann der Arzt unterschiedliche Projektionen wählen und dreidimensionale Bilder generieren, beispielsweise für die Planung operativer Eingriffe.

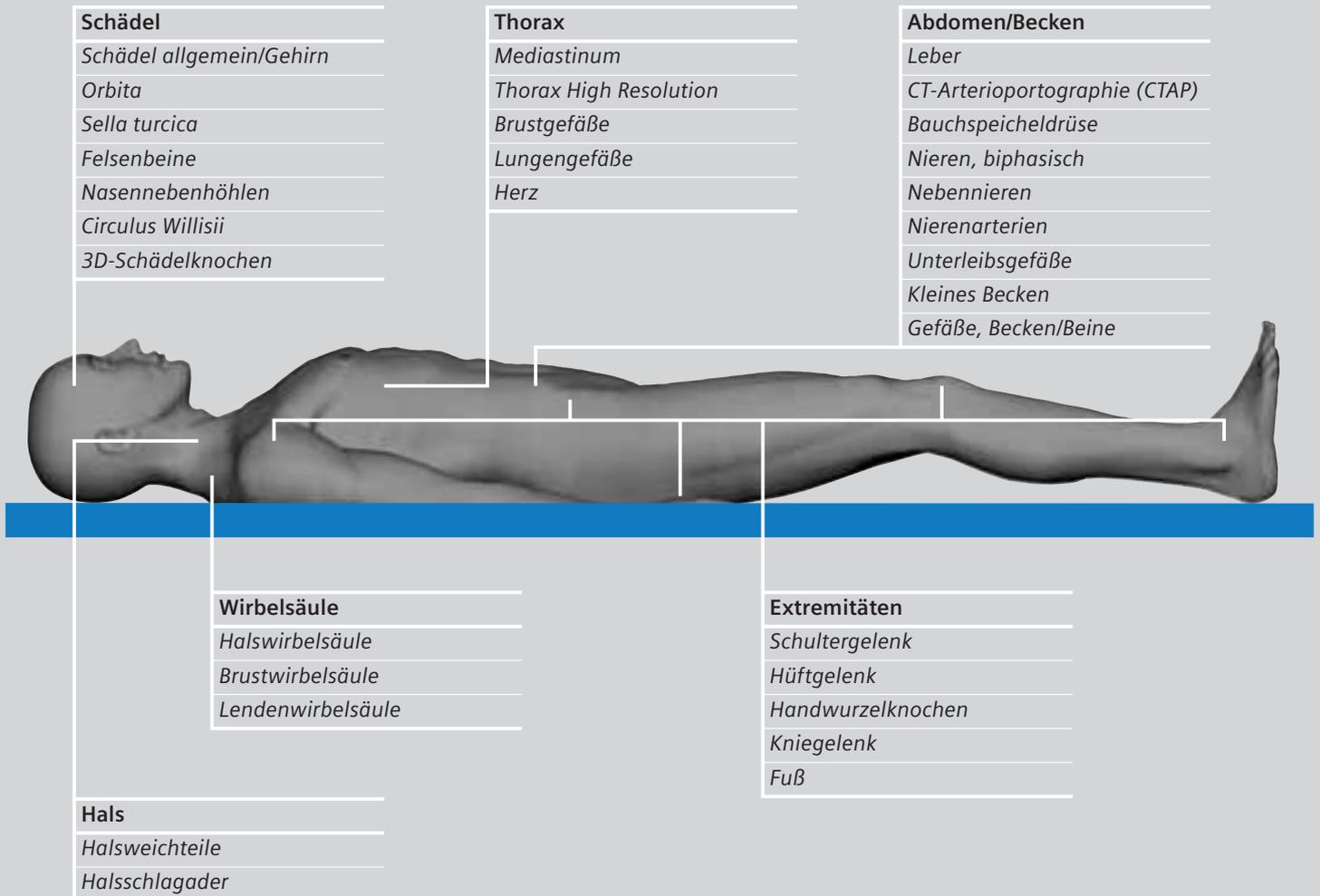
Klinische Vorteile von CT auf einen Blick

- Exzellente Bildqualität für zuverlässige Diagnosen.
- Intuitive Gefäßanalyse und Planung der Behandlung.
- Erweiterte Möglichkeiten für eine zuverlässige Bewertung von Onkologie-Patienten, die genaue Information für Diagnose, Stadienbestimmung und Nachuntersuchung für verschiedenartige Tumore liefert.
- Schnelligkeit und hohe Bildqualität, die für eine schnelle Beurteilung von ischämischen und hämorrhagischen Schlaganfällen sowie Hirntumoren wichtig sind.

Wann wird eine CT-Untersuchung durchgeführt?

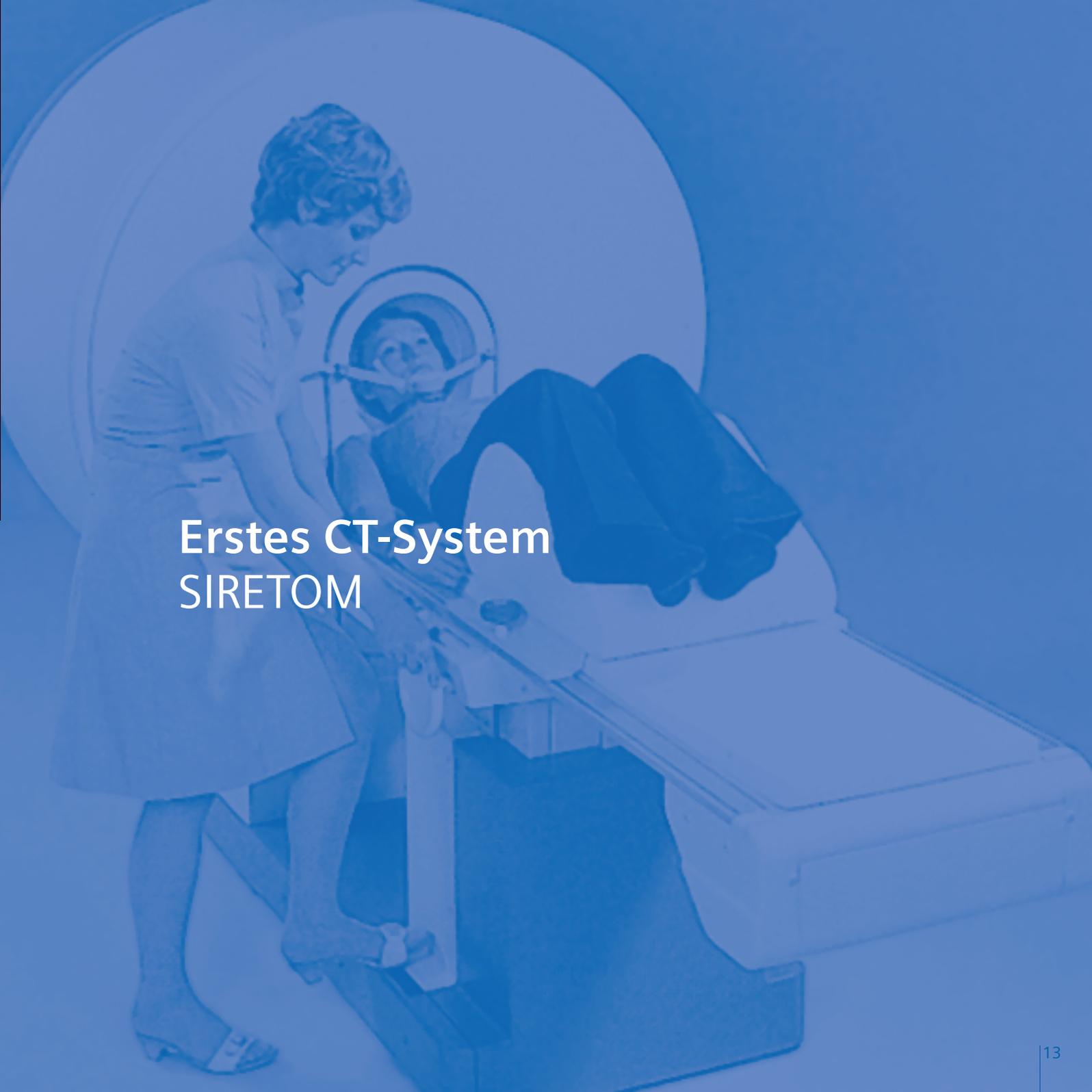
Hier sind einige Beispiele für CT-Untersuchungen:

- Schädel
- Hals
- Thorax
- Abdomen
- Extremitäten
- Wirbelsäule



1974





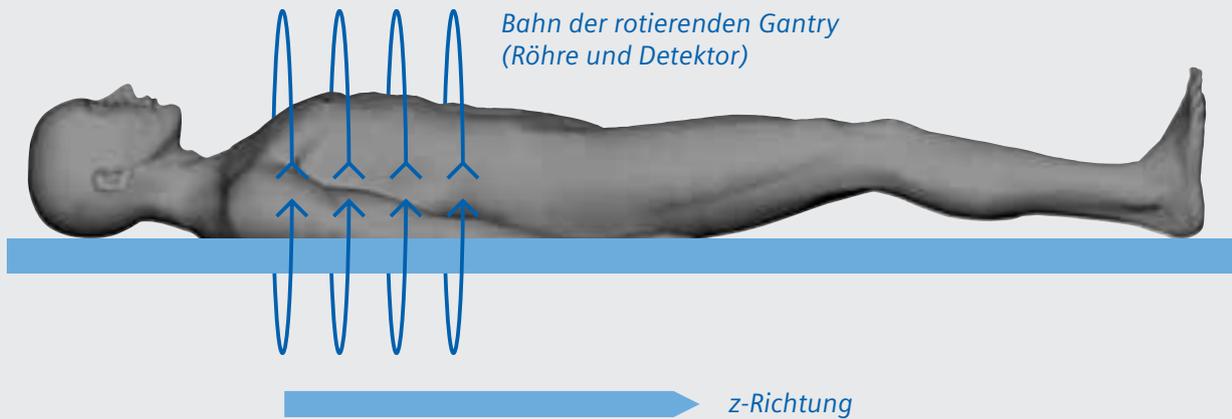
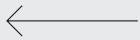
Erstes CT-System SIRETOM

Sequenzielle CT

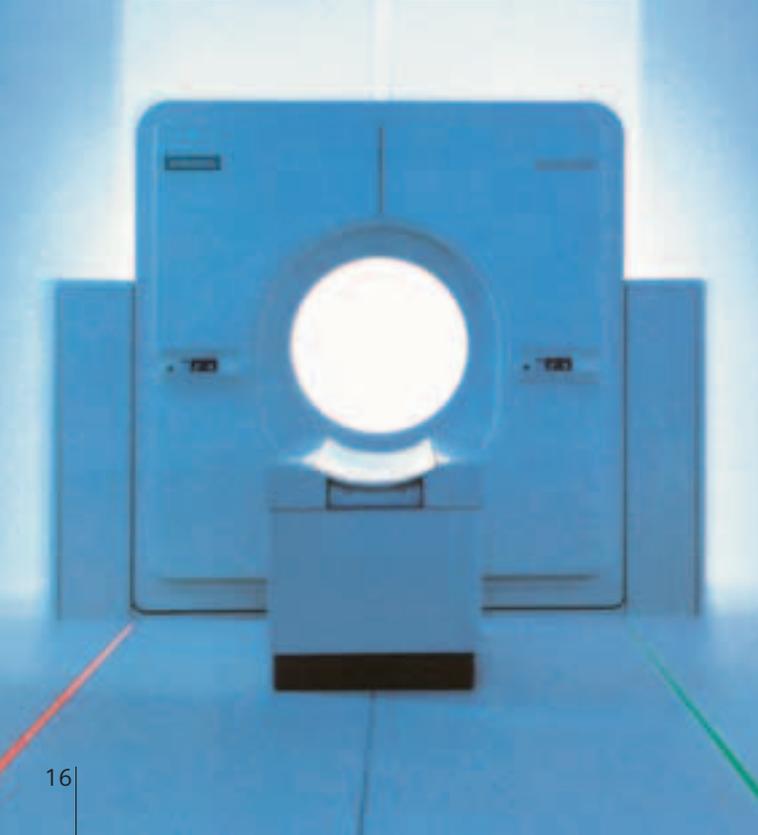
1974 war Siemens weltweit der erste Hersteller in der Medizintechnik, der ein CT-System auf den Markt brachte – SIRETOM, der erste Kopfscanner. Spätere sequenzielle CT-Systeme machen Schichtaufnahmen des ganzen Körpers. Transversalschichten des Körpers werden aus unterschiedlichen Winkelpositionen gescannt, während die Röhre und der Detektor ganze 360° um den Patienten bei fester Tischposition rotieren. Das Bild wird aus den gewonnenen Projektionsdaten rekonstruiert. Nach jeder Scan-Sequenz bewegt sich der Tisch ein bisschen entlang der Längsachse des Körpers (z-Richtung), ehe die nächste Schicht aufgenommen wird.

Bewegt sich der Patient während der Aufnahme, sind die erhaltenen Daten der verschiedenen Winkelpositionen jedoch nicht mehr konsistent. Das Resultat: Das Bild wird durch Bewegungsartefakte verschlechtert und ist für die Diagnose nur noch bedingt brauchbar. Diese tomographische Technik ist daher für eine Diagnose anatomischer Regionen mit periodischen Bewegungen, wie beispielsweise des Herzens oder der Lunge, nicht geeignet.

Richtung des Patiententransports
nach jeder Scan-Sequenz



1987





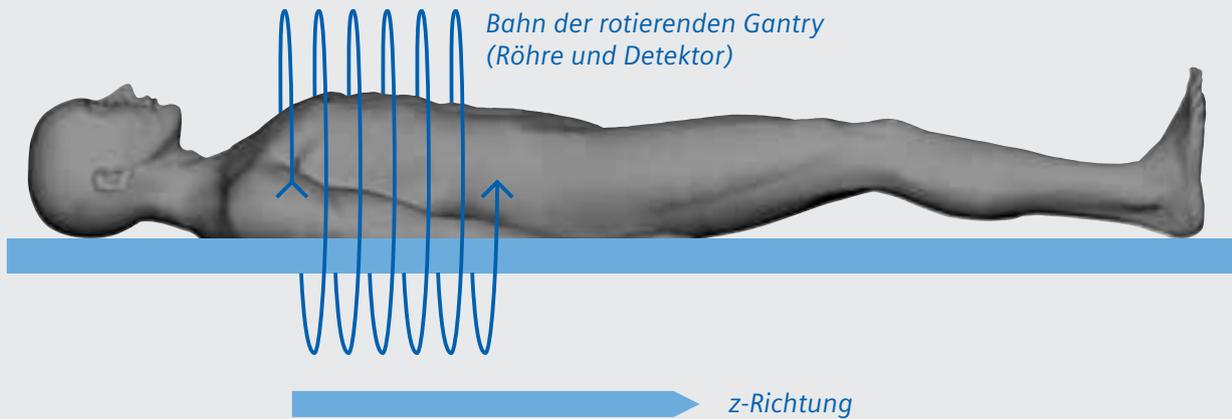
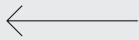
Erstes Spiral CT
SOMATOM Plus Classic

Spiral CT

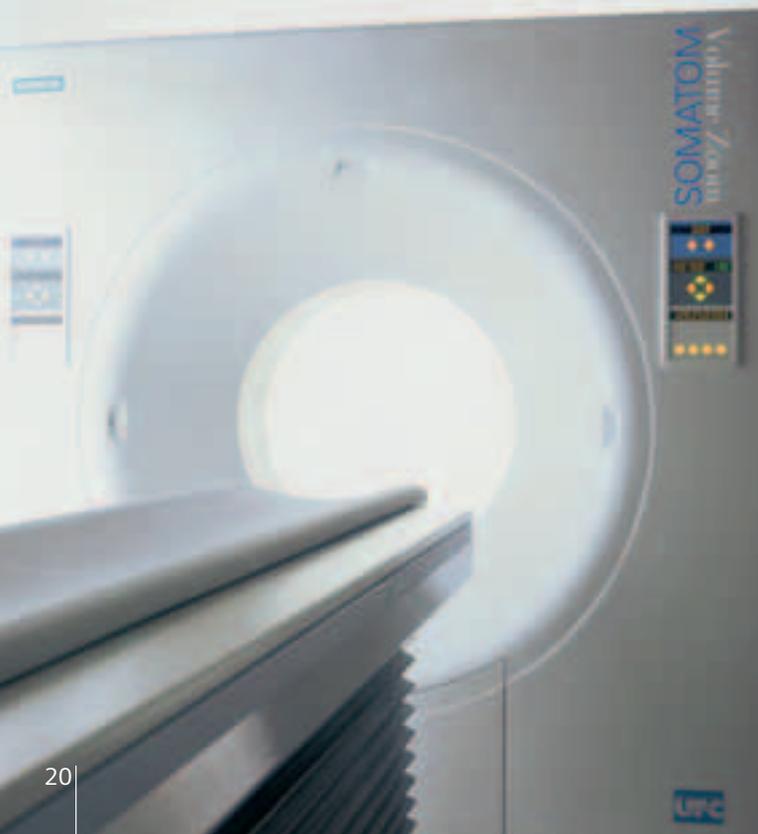
1987 stellte Siemens das SOMATOM Plus Classic vor, das erste Spiral CT-System für den klinischen Routinebedarf. Spiral CT ist eine technische Weiterentwicklung der Computertomographie und wird oft als „Volumenaufnahme-Verfahren“ bezeichnet. Im Vergleich zur sequenziellen CT, benutzt sie ein anderes Scan-Verfahren: Der Patient auf dem Tisch wird kontinuierlich entlang der Längsachse des Körpers (z-Richtung) durch das Messfeld bewegt, während die Gantry mehrere 360° Drehungen ausführt. Somit tasten die Röntgenstrahlen den Körper spiralförmig ab und produzieren ein Datenvolumen. Dieses wird von einer Vielzahl dreidimensionaler Bildelemente, den Voxeln, gebildet.

Software-Anwendungen ermöglichen den klinischen Einsatz von Spiral CT sogar für die Körperregionen, die unwillkürlichen Bewegungen unterliegen, wie beispielsweise die Lunge.

*Richtung des kontinuierlichen
Patiententransports*



1998



A Siemens SOMATOM Volume Zoom CT scanner is shown from a front-facing perspective. The machine is a large, light-colored cabinet with a central circular gantry. The Siemens logo is visible in the top left corner. The model name 'SOMATOM Volume Zoom' is printed vertically on the right side. Two control panels with touchscreens are located on either side of the gantry. A patient bed is partially visible at the bottom center, extending from the gantry. The entire image has a blue color overlay.

Erstes Multislice CT SOMATOM Volume Zoom

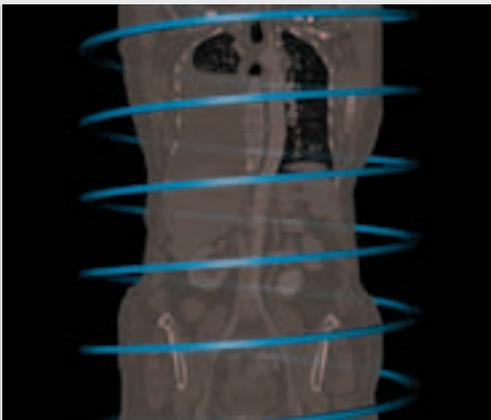
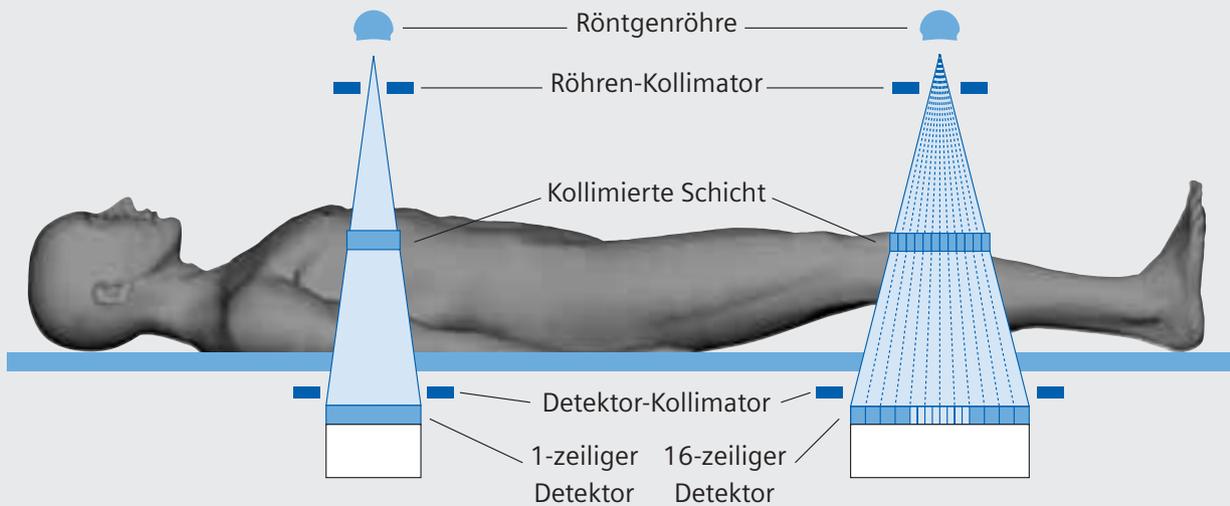
Multislice Detektor

Mit SOMATOM Volume Zoom stellte Siemens im Jahr 1998 seinen ersten Multislice CT-Scanner vor. Dank ihrer mehrzeiligen Detektoren nutzen Multislice CTs die Strahlung der Röntgenröhre effektiver als einzeilige Detektoren. Ein simultanes Scannen mehrerer Schichten des Körpers reduziert die Scan-Zeit beträchtlich und die feinsten Details können innerhalb normaler Scan-Zeiten sichtbar gemacht werden.

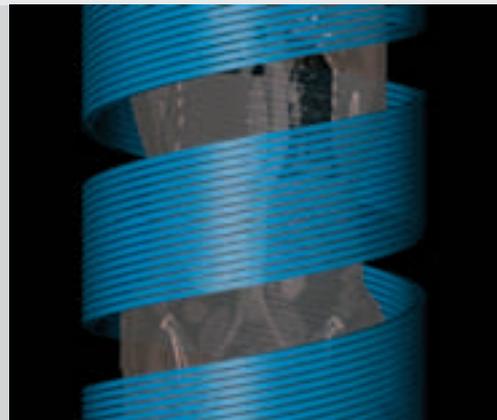
Siemens hat so genannte Adaptive Array Detektoren. Ihre Zeilen sind im Inneren des Detektors sehr eng gesetzt und werden zum äußeren Rand hin entlang der Längsachse des Körpers (z-Richtung) breiter. Die Kombination aus genauer Einstellung und elektronischer Verknüpfung ermöglicht hohe Flexibilität bezüglich der Auswahl der Schichtdicke. Gleichzeitig wird der freie Raum zwischen den Detektorelementen minimiert und damit auch der für Bildinformationen nicht nutzbare Bereich.

Multislice CT ermöglicht eine Vielzahl klinischer Anwendungen, von 3D über Perfusion-Bildgebung bis zur CT-Fluoroskopie.

Einzeilige CTs haben nur eine Detektorzeile entlang der Längsachse des Patienten (z-Richtung), während Multislice CTs mehrere Detektorzeilen besitzen und so mehrere Schichten des Körpers gleichzeitig aufnehmen können.



Einschichtige Spiral-Aufnahme.



16-Schicht Spiral-Aufnahme.

STRATON-Röntgenröhre

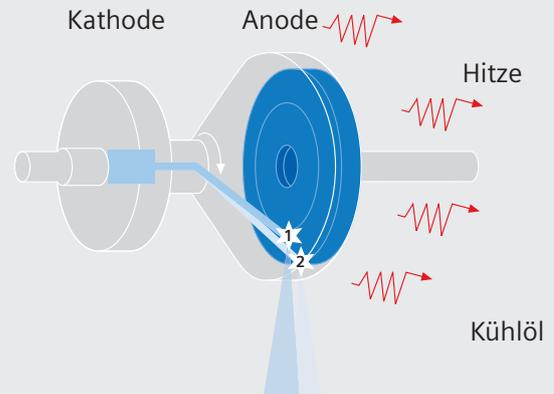
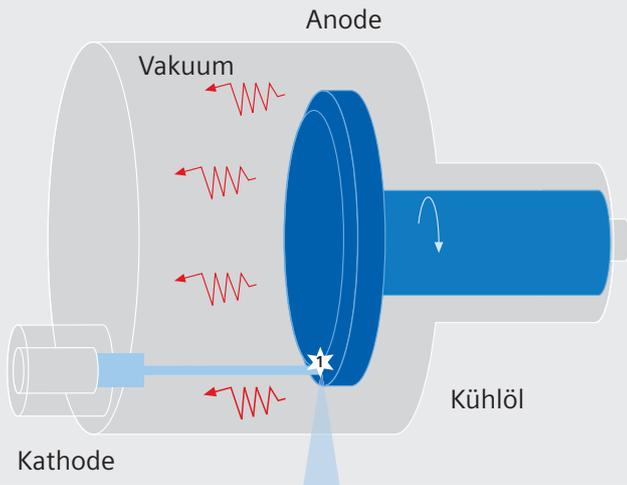
Seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen haben Forscher unermüdlich versucht, das Wärmespeichervermögen von Röntgenröhren zu erhöhen, damit diese leistungsfähiger werden. 2003 hat Siemens mit seiner revolutionären STRATON®-Technologie einen Maßstab gesetzt, der auf der direkten Kühlung der Röntgeneinheit basiert.

Herkömmliche Röntgenröhren nutzen eine rotierende Anode, die im Vakuum montiert ist. Der begrenzte Hitzaustausch zwischen der Anode und dem kühlenden Öl resultiert in einer langsamen Abkühlgeschwindigkeit und folglich in einem Anstieg der Temperatur an der Anode. Daher werden größere Anoden benötigt, die fähig sind, die große Menge an Hitze zu speichern, die während einer Röntgen-Untersuchung produziert wird.

Die STRATON-Röntgenröhre von Siemens bietet innovative, direkte Ölkühlung der Anode mit Kugellagern außerhalb des Vakuums. Ähnlich der Elektronenstrahl CT wird ein Elektronenstrahl von einem elektromagnetischen Feld abgelenkt. Dies geschieht innerhalb der Röntgenröhre. Darüber hinaus ist das innere Röhrenelement um einiges kleiner als jene in herkömmlichen Röntgenröhren. Das Ergebnis: ein schlankes Röhren-Design.

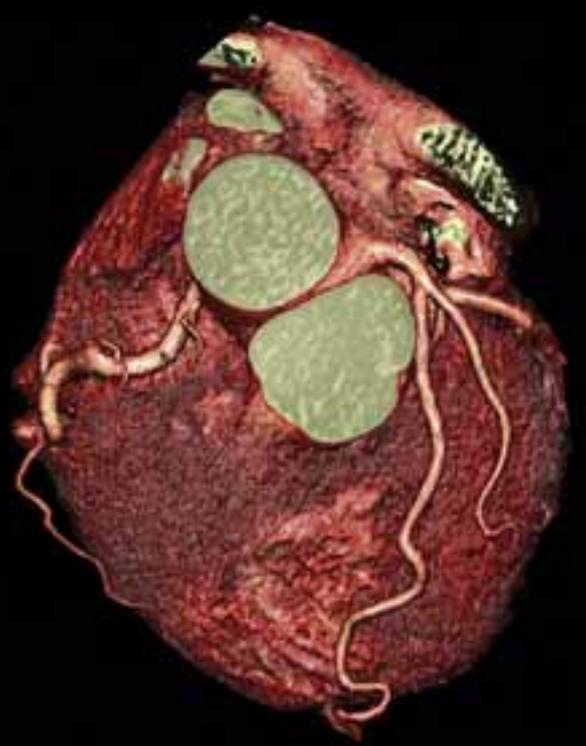
Die herkömmliche Anode erhitzt sich sehr schnell und kühlt nach der Belastung nur langsam wieder ab.

Dank optimaler Kühlung der Anode staut sich niemals Hitze während der Belastung an.



STRATON-Röntgenröhre und Handy im Größenvergleich.

2005

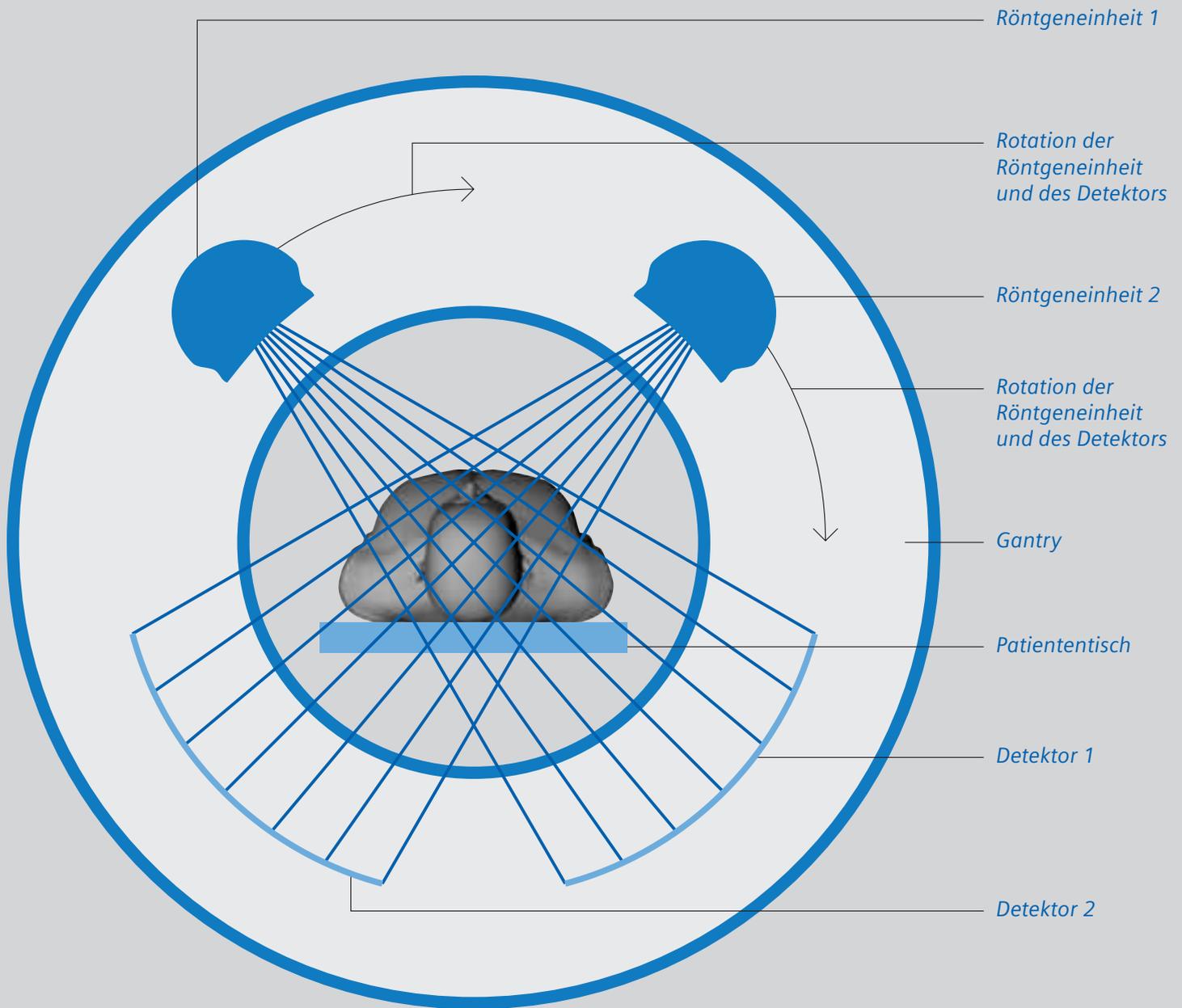


A Siemens SOMATOM Definition CT scanner is shown in a clinical setting. A patient is lying on the table, and a technician is standing next to the machine, looking at the patient. The machine is white and has the Siemens logo and 'SOMATOM Definition' text on it. The image is overlaid with a blue tint.

Erstes Dual Source CT SOMATOM Definition

Dual Source CT

2005 revolutionierte Siemens die CT-Welt mit der Einführung des SOMATOM Definition. Was diesen neuen CT-Scanner so besonders macht? Seine einzigartige Technologie: Dual Source CT. Diese Technologie basiert auf dem Einsatz von zwei Röntgeneinheiten und zwei Detektoren. Das Ergebnis von Dual Source CT ist eine beispiellose Bildqualität, die bei niedrigster Strahlung das feinste Detail sichtbar werden lässt und so eine wesentlich schnellere und zuverlässigere Diagnose gewährleistet. Jetzt können Ärzte jedes Herz bei jeder Herzfrequenz scannen. Darüber hinaus ermöglicht das Dual Source CT bei den meisten Patienten eine sichere Diagnose in einem Scan – ungeachtet ihrer Größe, ihres Zustandes und ihrer Herzfrequenz. Eine notwendige und wichtige Voraussetzung speziell für die Notfallmedizin.



Portfolio der Siemens CT-Lösungen

Siemens bietet den richtigen Scanner für jede medizinische Einrichtung – von kleineren Praxen über Krankenhäuser bis zu Forschungseinrichtungen – und für alle körperlichen Belange von Kopf bis Fuß.

Die SOMATOM-Familie von Siemens umfasst folgende CT-Scanner:

SOMATOM Spirit

SOMATOM Spirit ist kostengünstig und platzsparend und daher der ideale CT-Scanner für kleinere Praxen.

SOMATOM Emotion

SOMATOM Emotion ist eine vortreffliche Wahl für größere Praxen oder kleinere Krankenhäuser. Dieser Scanner erfüllt die alltäglichen Anforderungen in der CT.

SOMATOM Sensation

SOMATOM Sensation ist dank seiner exzellenten Leistung nicht nur in der klinischen Routine, sondern auch in der Forschung ein gängiges CT-System.

SOMATOM Definition

SOMATOM Definition ist die Revolution im Bereich CT. Die neue Dual Source CT-Technologie eröffnet bahnbrechende klinische Möglichkeiten – auf höchstem Niveau. Es ist das optimale System für größere Krankenhäuser und Forschungseinrichtungen.

SOMATOM Spirit



SOMATOM Emotion



SOMATOM Sensation



SOMATOM Definition

Aufgrund lokaler Einschränkungen von Vertriebsrechten und Serviceverfügbarkeiten können wir leider nicht gewährleisten, dass alle in dieser Broschüre aufgeführten Produkte weltweit gleichermaßen durch Siemens vertrieben werden können.

Die Informationen in diesem Dokument beinhalten allgemeine technische Beschreibungen von Leistungen und Ausstattungsmöglichkeiten, die nicht in jedem Einzelfall vorliegen müssen. Verfügbarkeit und Ausstattungspakete können sich von Land zu Land unterscheiden. Aus diesem Grund sind die gewünschten Leistungen und Ausstattungen im Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen.

Siemens behält sich das Recht vor, Konstruktion, Ausstattungspakete, Leistungsmerkmale und Ausstattungsmöglichkeiten ohne vorherige Bekanntgabe zu ändern. Bitte wenden Sie sich für die neuesten Informationen an Ihre Siemens-Vertretung.

Hinweis: Innerhalb definierter Toleranzen kann es Abweichungen von den technischen Beschreibungen in diesem Dokument geben. Bei der Reproduktion verlieren Originalaufnahmen immer ein gewisses Maß an Detailtreue.

Das passende Zubehör finden Sie unter:
www.siemens.de/medizinisches-zubehoer

Siemens AG
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München
Deutschland

Headquarters

Siemens AG, Medical Solutions
Henkestr. 127, D-91052 Erlangen
Deutschland
Telefon: +49 9131 84-0
www.siemens.de/medical

Kontakt

Siemens AG, Medical Solutions
Computertomographie
Siemensstr. 1, D-91301 Forchheim
Deutschland
Telefon: +49 9191 18-0

Siemens **Medical**
Solutions that help

© 05.2006, Siemens AG
Bestell-Nr. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Gedruckt in Deutschland
CC XXXXX WS XXXXX.