

## **Bilder aus dem Innersten – scheinbarweise**

### **Was die Computertomographie für die Gesundheit des Menschen leistet und was sie noch alles kann.**

Das Geräusch, das in ihre Ohren drang, klang fast wie eine Vogelstimme: „Di di di di di di dit...“ Ein Lichtstrahl umkreiste sie dabei und schien sie von allen Seiten zu mustern. „Keine Angst, Frau Berger“, hatte die freundliche Röntgenassistentin zu ihr gesagt, „es dauert nur zwei Minuten. Wenn Sie schön still halten, brauchen wir keine Bilder zu wiederholen...“

Am Morgen hatte Margarethe Berger sich am Frühstückstisch irgendwie anders als sonst gefühlt – die Kaffeetasse folgte der Hand unwilliger und irgendwie hatte sie das Gefühl, etwas schief zu kauen. Ihrem Mann war das gleich aufgefallen und er drang darauf, den Krankenwagen zu rufen – es könnte ja ein Schlaganfall oder etwas ähnliches dahinterstecken. Das meinte auch der Notarzt, der kurze Zeit später im Haus der Bergers eingetroffen war und diese Symptome gut kannte. „Da müssen wir Sie mal in die Klinik mitnehmen, um die Sache genau abzuklären. Dort wird ein CT, also ein Computertomogramm gemacht und dann sieht man, ob Sie einen Schlaganfall oder sogar eine Blutung im Gehirn haben. Man kann dann gezielt behandeln, um Sie wieder fit zu bekommen.“

Nun lag sie also in diesem Computertomographen, allein dieses Wort erschien ihr unheimlich. Trotzdem gab sie sich alle Mühe, eine folgsame Patientin zu sein und hielt den Kopf so ruhig, wie es eben ging.

Der Vogel verstummte und sie hörte, dass jemand durch die Tür in den Untersuchungsraum kam. Die Miene der weißgekleideten Helferin war entspannt und ihre Stimme klang fast ein wenig erleichtert, als sie verkündete: „Unser Doktor schaut sich die Bilder gerade an, es sieht aber auf jeden Fall gut aus!“ Wenig später trat der Radiologe an ihr Bett und bestätigte, dass man weder eine Blutung im Gehirn noch einen größeren Infarkt, also ein abgestorbenes Stück Hirn, sehen könne.

Sie hatte demnach Glück im Unglück gehabt. Die Symptomatik hatte gute

Chancen, sich bald zurückzubilden, da offenbar nur eine flüchtige Durchblutungsstörung vorlag.

Vor der Einführung der Computertomographie in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gab es kaum Möglichkeiten, akute Krankheitszustände am Hirn zu erkennen. Man war auf die Messung der Hirnströme mittels EEG angewiesen oder musste Katheter in Richtung Hirn schieben, um an Hand der Gefäßverläufe auf Raumforderungen oder Blutungen zu schließen. Die Hirnkammern wurden auf der Suche nach Krankheiten wie Wasserkopf und Hirndruck über dünne Nadeln mit Luft oder auch Kontrastmittel gefüllt – langwierige, komplikationsträchtige und auch schmerzhaftere Untersuchungen.

Im CT konnte man auf einmal ohne viel Unannehmlichkeiten für den Patienten das Gehirn in allen Abschnitten durchmustern und auf diesem Wege sowohl Durchblutungsstörungen als auch Entzündungen und Tumoren finden. Anfangs dauerte die Prozedur noch über eine Stunde, heutzutage sind mit den modernen Geräten die Aufnahmen in weniger als 60 Sekunden „im Kasten“. Für die Erfindung und Weiterentwicklung der Methode hat der Engländer Sir Godfrey Hounsfield 1979 zusammen mit seinem Kollegen Allan Cormack den Nobelpreis erhalten.

Die Technik des CT lässt sich in einfachen Worten so erklären: Ein fächerförmiger Röntgenstrahl umkreist den Patienten, der auf einer Liege langsam durch das Gerät geschoben wird. Spezielle Detektoren fangen die Strahlen nach dem Durchtritt durch den Körper auf und leiten sie an einen Rechner, der aus den Daten Schnittbilder erzeugt. Man bekommt sozusagen Salamischeiben vom untersuchten Objekt. Vergleichen lässt sich der Vorgang mit einem Menschen, der um ein Haus herumläuft und in alle Fenster schaut. Am Ende der Runde hat auch er eine Vorstellung vom Grundriss der Wohnung. Nachdem anfänglich Tisch und Röhre abwechselnd in Bewegung waren, verband man beide Vorgänge schon 1989 miteinander und sprach seitdem vom Spiral-CT. Die Untersuchungsgeschwindigkeit konnte damit deutlich gesteigert werden. Die heutigen Geräte sind in der Lage, nicht nur eine Schicht pro Umdrehung zu erfassen, sondern gleich ein ganzes Bündel. Man spricht dann vom Mehrzeilen-CT.

Um aus den einzelnen Schichten auch dreidimensionale Ansichten zu erhalten, gibt es besondere Rechner, so genannte Workstations. Diese türmen die flachen Bilder aufeinander und erlauben durch Festsetzung von Schwellenwerten, nur die Anteile der Ausgangsdaten zu verarbeiten, die im späteren 3D-Bild zu sehen sein sollen, also z.B. Hautoberflächen, Knochen oder auch Metallteile wie eingebrachte Prothesen oder Schrauben. Man schaut dann den Schichtblock von allen Seiten an und hat dank ausgeklügelter Beleuchtungseffekte einen plastischen Bildeindruck.

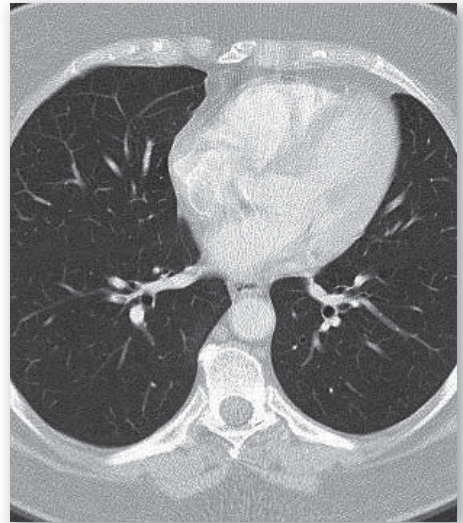
Die CT-Geräte waren zunächst nur in einigen großen Röntgenpraxen und an den Schwerpunktkliniken und Universitäten zu finden. Mit der Zeit verbreitete sich aber die Methode rasch und inzwischen gibt es kaum noch ein Akutkrankenhaus in Deutschland ohne CT-Maschine. Wenn die Klinik keine eigene Radiologische Abteilung hat, betreut in vielen Fällen eine Röntgenpraxis aus der Umgebung das Haus mithilfe eines innerhalb des Krankenhauses aufgestellten Gerätes. Nachdem man anfangs nur den Kopf als Zielgebiet für die Untersuchung kannte, wurde nach und nach der gesamte Körper mit in die



Modernes Mehrzeilen-CT-Gerät. Vorn die Patientenliege, dahinter die Abtasteinheit, in der die nicht sichtbare Röhre kreist.



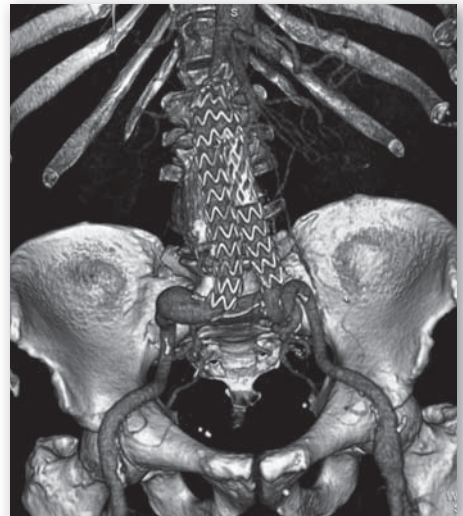
CT-Schnittbild des Gehirnes auf Höhe der Hirnkammern. Man sieht eine größere, weiß dargestellte, Blutung in der linken Kammer und dem benachbarten Gewebe. Die rechte Hirnkammer ist regelrecht mit schwarz erscheinendem Hirnwasser gefüllt (Blick von unten).



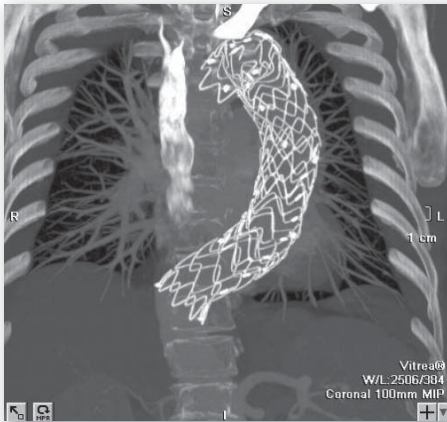
CT-Schnitt durch den Brustkorb. Man sieht die beiden Lungenflügel und in der Mitte das Herz. Die Bildeinstellung wurde für die Betrachtung des Lungengewebes optimiert (sog. "Lungenfenster").



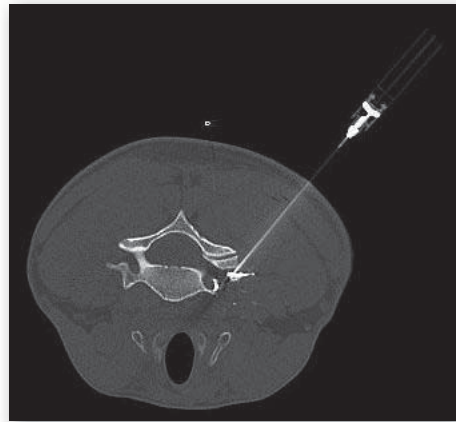
3D-Rekonstruktion einer operierten Halswirbelsäule. Man erkennt in dieser Einstellung deutlich die metallischen Platten und Stangen sowie die dazugehörigen Schrauben.



3D-Bild der Bauchaorta mit Gefäßstütze („Stent“). Zusätzlich ist das Skelett gut erkennbar.



Rekonstruktion des Brustkorbes mit einem Stent in der Brustorta. In diesem Bild sieht man besonders gut den maschenartigen Aufbau des eingebrachten Materials. Die weiße Säule in der Mitte entsteht durch Kontrastmittel im Gefäßsystem.



CT-gesteuerte Injektionstherapie an der Halswirbelsäule (sog. Periradikuläre Therapie, „PRT“)

CT-Diagnostik einbezogen. Inzwischen gilt die CT-Methode als Standard für die Akutdiagnostik von Schädel-Hirn-Erkrankungen wie Blutung oder Schlaganfall sowie Lungenembolien, aber auch bei der Tumorsuche sowie Darstellung von Entzündungsherden und knöchernen Prozessen, speziell bei komplizierteren Knochenbrüchen. Auch für die Untersuchung von Unfallverletzten („Polytrauma“) ist das CT bestens geeignet.

Die Computertomographie wurde in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch die Magnetresonanz- oder Kernspintomographie (MRT) ergänzt, eine Methode, mit der Bilder von noch größerer Detaildarstellung erzeugt werden können, allerdings mit wesentlich höherem Zeitaufwand und einigen technisch bedingten Einschränkungen. Die CT-Technik wurde daher bis zum heutigen Zeitpunkt keineswegs durch die MRT-Methode verdrängt. Welche Untersuchung zielführender ist, liegt im Ermessen des entsprechend spezialisierten Arztes, des Radiologen.

In Soltau wurde erstmals im Jahr 1989 ein Computertomograph aufgestellt. Dafür bedurfte es einer mehrjährigen Vorbereitungszeit, da seinerzeit die Installation eines sogenannten „Großgerätes“ an viele Auflagen gebunden war. Inzwischen betreibt die Radiologische Praxis ihr viertes Gerät am Soltauer

Standort, seit 2001 wird am Walsroder Krankenhaus ebenfalls ein CT-Gerät vorgehalten.

## CT lüftet lang gehütete Geheimnisse

Nicht nur bei der medizinischen Anwendung leistet die CT-Technik unverzichtbare Dienste, die Möglichkeit, „hinter die Kulissen“ zu schauen, wird auch in der Materialprüfung sowie in der Archäologie und Kunst benutzt. So kann man Werkstücke auf Fehler wie etwa Risse oder Luftpneinschlüsse untersuchen. Viele der weltweit in den Museen ausgestellten Mumien sind schon einmal Gast im CT gewesen, um zerstörungsfrei ihr Inneres preiszugeben. „Ötzi“, der Mann aus dem Südtiroler Eis, wurde ebenso durch den Computertomographen geschoben wie die Büste der Nofretete.

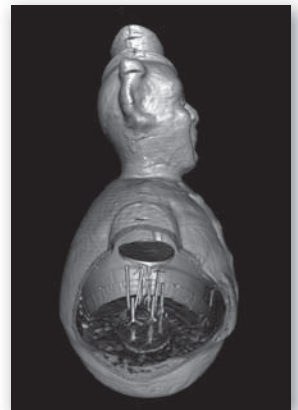
In Soltau wurden in den letzten Jahren in Zusammenarbeit mit dem Norddeutschen Spielzeugmuseum einige Exponate im CT-Gerät der Röntgenpraxis auf ihr Innenleben hin überprüft, so z.B. einige besonders wertvolle Puppen, bei denen man anhand der Röntgendarstellung Rückschlüsse auf die verwendeten Materialien, Lackierungen und auch mögliche Ausbesserungen ziehen konnte. Etwa sind in Holz eingebrachte Schrauben und Nägel auf den Bildern auch klar erkennbar, wenn sie unter den Oberflächen liegen und so für das Auge nicht zu sehen sind.



Musikclown, Außenansicht



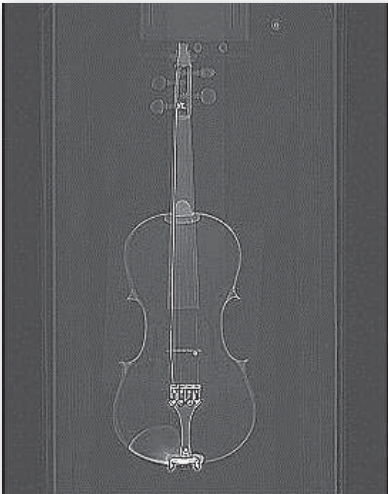
Transparentbild



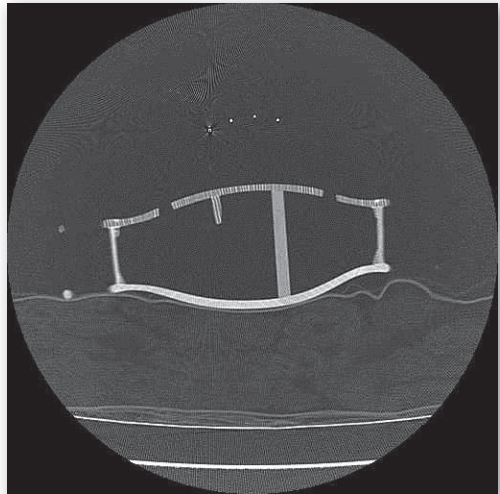
3D-Rekonstruktion mit Blick ins Innere.

Besonderes Interesse fand ein Musikclown aus den zwanziger Jahren des vorherigen Jahrhunderts. Man kann ihn schwenken und er erzeugt dabei glockenartige Töne. Wie aber hält er sein Gleichgewicht und wie entstehen die Klänge? Zwei Fragen, die man in früheren Zeiten ohne Zerstörung des Spielzeuges nicht hätte klären können.

Im CT-Gerät offenbart der Clown sein Geheimnis: Der Boden der aus Pappe gefertigten Figur ist mit einer festen Masse ausgegossen, darauf findet sich eine Metallplatte mit Klangstäben und einem Klöppel, der bei Bewegung des Clowns hin und her schwingt. Das ganze Läutwerk ist in einem Gehäuse untergebracht, an dessen Decke das Pendel mit dem Klöppel hängt.



Röntgenbild



CT-Schnitt

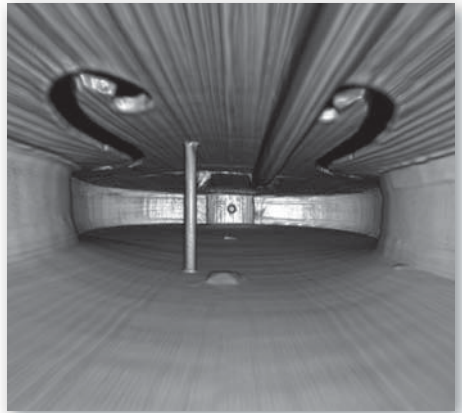
Auch Musikinstrumente lassen sich im CT analysieren, wenn es um Materialprüfung oder Altersbestimmung geht. Eine Geige zeigt im Schnittbild ihren inneren Aufbau und man kann besser unterscheiden, ob man eine Stradivari oder ein neuzeitliches Instrument vor sich hat. Man kann mit speziellen Rechnerprogrammen sogar durch das Schallloch in das Instrument „hineinfliegen“ und Details wie den Stimmstock oder den sog. Bassbalken in Augenschein nehmen. Es lässt sich erkennen, ob Reparaturen an dem Instrument erfolgt sind und wie der konstruktive Aufbau ist. Auch von außen nicht sichtbare Beschädigungen können im CT erfasst werden.

Prinzipiell lassen sich alle Instrumente untersuchen, die in den Scanner pas-

sen. Es muss aber berücksichtigt werden, dass Holz und Kunststoffe computertomographisch gut darstellbar sind, während größere metallische Gegenstände auf den Bildern zu störenden Überlagerungen führen können.



3D-Rekonstruktion

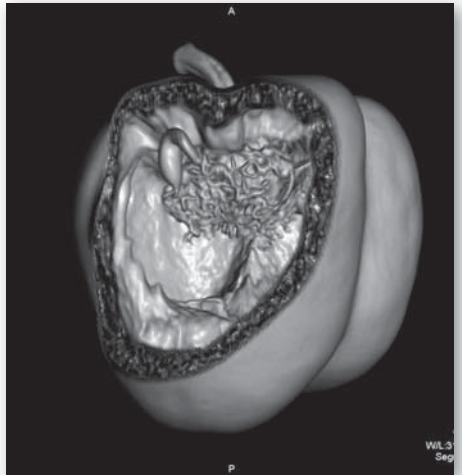


virtuelle Endoskopie

Man erkennt, dass die tiefste Saite („g“) heller dargestellt ist, da sie metallummantelt ist. Der Blick in den Innenraum der Geige zeigt halblinks den quer verlaufenden Stimmstock und rechts an der Unterseite des Deckholzes eine Längsleiste, den Bassbalken.



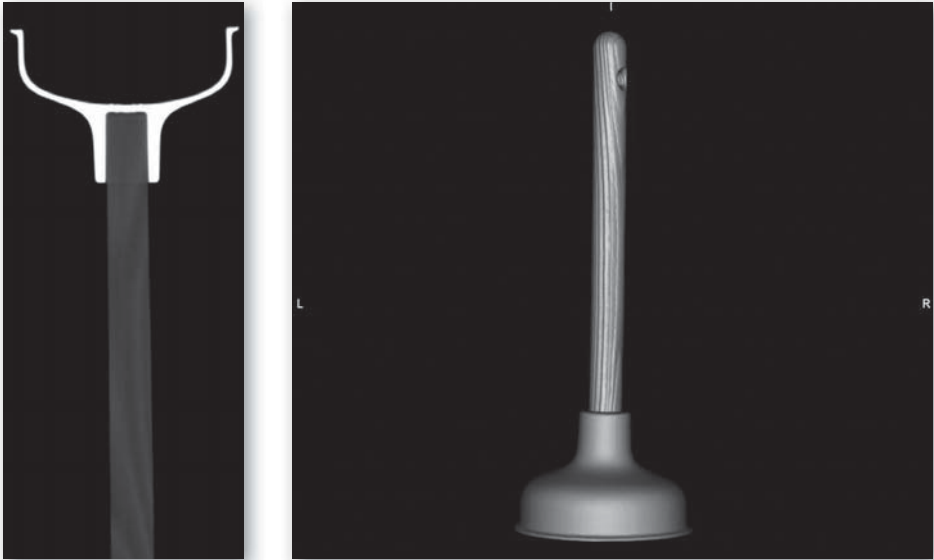
3D-Rekonstruktion einer Paprika





Mehr für Studienzwecke sind kleinere Objekte geeignet, an denen man die Fähigkeiten der 3D-Bildverarbeitung trainieren kann, bevor sie zum Verzehr freigegeben werden.

Schliesslich dürften die folgenden im CT erstellten Rekonstruktionen eines altbekannten Haushaltshelfers vielleicht sogar eine Weltpremiere darstellen:



Saugglocke, mundartlich auch „Pümpel“ genannt. CT-Längsschnitt und 3D-Bild. Die Farbgebung wurde am Rechner dem Original nachempfunden. Deutlich bleibt die Holzmaserung erkennbar.

Der bekannte Karikaturist Tetsche, dem unlängst in seiner Heimatstadt Soltau eine Ausstellung gewidmet war, staunte jedenfalls nicht schlecht, als er das dreidimensionale Röntgenbild eines regelmäßig in seinen Zeichnungen auftauchenden Pümpels präsentiert bekam.

**Anschrift des Verfassers:**

Dr. Frederick J. Phillips  
Radiologische Praxis Soltau  
Oeninger Weg 30  
29614 Soltau