

Jubiläum: 50 Jahre Computertomographie

Autor: Michael Wiertz, Schulleiter der MTRA-Schule im Universitätsklinikum der RWTH Aachen

Denke ich an die Entwicklung der Computertomographie, dann kommen mir auf Anhieb drei Begriffe in den Sinn: die Beatles, koscher geschlachtete Rinder und erhöhter Kaffeekonsum. Doch von Anfang an.



© Siemens Healthcare GmbH

SIRETOM, das erste Serienmodell, war ausschließlich für die Bildgebung des Schädels vorgesehen

Im Jahr 1972 ging der erste CT-Scanner, der EMI Mark I, in Betrieb – ein bedeutender Meilenstein für die radiologische Bildgebung. 1973 stellte der britische Ingenieur Godfrey Newbold Hounsfield im *British Journal of Radiology* die physikalischen Grundlagen der CT-Technik und die Messergebnisse des ersten CT-Gerätes vor. Möglich war diese technische Errungenschaft nur, weil bereits Jahrzehnte zuvor wichtige theoretische und praktische Grundlagen gelegt worden waren:

- die Entdeckung der X-Strahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen in Deutschland (1895),
- die mathematischen Grundlagen des Tschechen Johann Radon zur Berechnung von Querschnittsbildern (1917 veröffentlicht),
- die Entwicklung des Computers in den 1950er Jahren nach den Vorstellungen des britischen Informatikers Alan Turing und
- die Experimente zur Röntgenabsorption im organischen Gewebe des südafrikanisch-US-amerikanischen Physikers Alan MacLeod Cormack in den 1960er Jahren.

All das führte dazu, dass der bei der Electrical and Musical Industries (EMI) angestellte Radartechniker Hounsfield seine Überlegungen hinsichtlich der automatischen Mustererkennung in der medizinischen Praxis seinen Vorgesetzten vortragen konnte. EMI hatte

mit dem kommerziellen Erfolg der Beatles gewaltige Gewinne gemacht und stellte Hounsfield die notwendigen finanziellen Mittel zur Verfügung, um das Potenzial seiner Ideen zu erproben.

Neun Tage für eine Schicht

In den ersten experimentellen Phasen benutzte Hounsfield eine relativ schwache Gammastrahlenquelle, bei der eine Akquisitionszeit von neun Tagen notwendig war, um nur eine Schicht zu erzeugen. Die Verwendung einer Röntgenröhre von sehr hoher Belastbarkeit reduzierte diese Zeit auf „nur noch“ neun Stunden. Man brauchte in der Anfangsphase der CT viel Zeit für die Datenakquisition und ebenso viel Zeit für die Berechnung der einzelnen Bilder.

In Zusammenarbeit mit dem Londoner Neuroradiologen Dr. James Ambrose verfeinerte Hounsfield die transversale CT-Bildgebung von Gehirnen. Die anfänglich verwendeten, in Formalin eingelegten Präparate erwiesen sich als unbrauchbar. Die Konservierung veränderte die Gewebestruktur derart, dass die gewonnenen Erkenntnisse sich nicht auf lebende Organstrukturen übertragen ließen. Hounsfield suchte weiter nach möglichst frischen Hirnpräparaten und entschied sich für Rindergehirne aus Schlachthöfen. Leider waren auch diese Präparate unbrauchbar, da die Tiere durch Elektroschocks betäubt wurden, so dass sich während der Schlachtung größere Einblutungen im Gehirn entwickelten. Die Lösung bot ein jüdischer Schlachthof außerhalb Londons: Den Tieren wurde ohne Betäubung die Halsschlagader durchtrennt, so dass sie rasch verbluteten. Hounsfield fuhr – mit koscheren Rindergehirnen im Gepäck – mit dem Bus von den Suburbs zurück nach London.

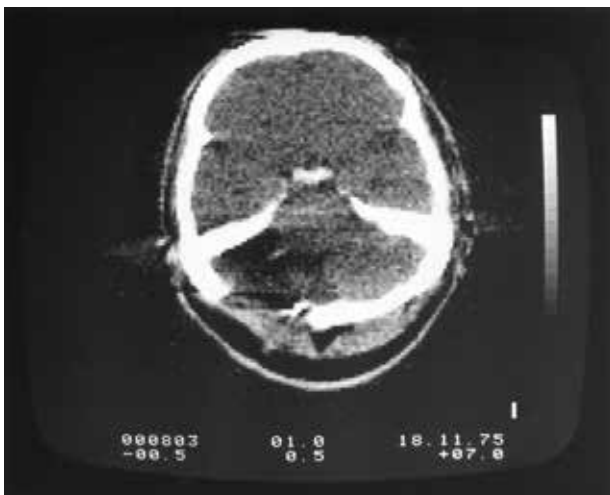
Dokumentation als Polaroid

Als der EMI Mark I 1972 schließlich in Betrieb ging, benötigte man für die Datenakquisition und die Bildberechnung einer Schicht vier Minuten. Da es lange dauerte, die Daten zu erfassen, eignete diese Technik sich zunächst nur zur Untersuchung unbeweglicher Organe wie beispielsweise dem Schädel. Eine Schädeluntersu-

chung war zeitlich bedingt auf maximal zehn Schichten begrenzt. Die Bilddokumentation erfolgte als Polaroid.

Bereits zwei Jahre später beendete Siemens EMIs Monopolstellung und brachte 1974 den Kopfs scanner SIRETOM auf den Markt. Dessen Bilder wiesen noch eine sehr geringe Auflösung von anfänglich 80 x 80 Bildpunkten auf. Die Bildmatrix wurde jedoch stetig bis zum gegenwärtigen Standard von 512 x 512 Bildpunkten verbessert. Nicht lange danach boten immer mehr Medizinfirmen eigene CT-Geräte an. Die CT-Technologie entwickelte sich zu einem unverzichtbaren medizinischen Untersuchungsverfahren.

Ich erinnere mich noch sehr gut an meine Einarbeitung in die Computertomographie – Mitte der 90er Jahre. Die Geräte konnten teilweise schon sogenannte Spiralen fahren, d.h. kontinuierlich und lückenlos ein Volumen erfassen. Allerdings waren diese Spiralen auf 24 Umdrehungen begrenzt und damit auch die Scanlänge des zu untersuchenden Areals. Nach der Kontrastmittelapplikation und dem Ende der Spirale musste ich den übrigen Untersuchungsbereich Einzelschicht für Einzelschicht ergänzen und dabei die Atemkommandos selbst geben. Oft wurde die Kehle trocken.



Innerhalb von fünf Minuten wurde je ein Schnittbild mit einer Matrix von 128 x 128 Bildpunkten erzeugt

War es notwendig, multiplanare Rekonstruktionen zu berechnen, hatte ich regelmäßig Zeit für den weiten Weg zur Kaffeemaschine. Je langsamer die Computer rechneten, desto höher mein Kaffeekonsum. Die Bildqualität der multiplanaren Rekonstruktionen war zudem sehr bescheiden, denn die jeweiligen Querschichten konnten aufgrund der begrenzten Möglichkeiten zur Datenakquisition nicht so hoch aufgelöst sein wie heutzutage. Somit boten diese Bilder bei entsprechendem Abstand und mit zusammengekniffenen Augen eine befriedigende Ergänzung zu den transversalen Bilddaten.

Auch gab es damals kein digitales Bildarchiv oder PACS. Wir speicherten die Bilder auf einer laseropti-



Optische Speicherplatte mit einer Kapazität von 1 GB pro Seite

schen Platte. Wurden beide Seiten genutzt, hatte sie eine Kapazität von 2 GB. Je nach Untersuchungsart musste die Speicherplatte nach 15 bis 20 CT-Untersuchungen gedreht oder gewechselt werden.

Mit den Jahren kamen weitere Innovationen wie die Schleifring-Technik, leistungsfähigere Prozessoren und die Mehrzeilen-Technologie hinzu. Letzteres war Ende der 1990er Jahre meiner Meinung nach genauso bahnbrechend wie die Erfindung der CT-Technologie an sich, denn nun wandelte sich die Akquisition einzelner Körperschichten in die Erfassung ganzer Organe – und das mit nur einer Rotation. Man bedenke: 1972 Darstellung unbewegter, statischer Organe und dann beginnend mit der Einführung des 4-Zeilers 1994 die dynamische Diagnostik bewegter Organe wie beispielsweise das Herz.

Seit dieser Zeit scheint der weiteren Entwicklung in der CT-Technologie keine Grenze gesteckt zu sein. Die Anzahl der Zeilen steigt, zusätzliche Detektorringe werden verbaut und in der neuesten Entwicklung werden nun sogar einzelne Röntgenphotonen erfasst und, ohne Umweg über den Szintillationseffekt im Detektor, in elektrische Signale umgewandelt. Letztendlich traten Sir Hounsfield – Queen Elizabeth II. schlug ihn 1981 zum Ritter – und Cormack diese Entwicklung los. 1979 teilten die beiden Nichtmediziner sich den Nobelpreis für Medizin. Wie sie selbst einst scherzhaft sagten, hatte ihr gesamtes medizinisches Wissen auf einem Rezeptformular Platz („could be written on a small prescription form“).

Literatur:

- Giernak, R. (2011). X-Ray Computed Tomography in Biomedical Engineering. London: Springer-Verlag London Limited.
- Hounsfield, G. N., (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. British Journal of Radiology, 46: S. 1016-1022.
- Petrik, V. et al. (2006). Godfrey Hounsfield an the Dawn of Computed Tomography. Neurosurgery, 58: S. 780-787