

Von den Röntgenstrahlen-Strahlen zur Computertomographie

Michael Streicher

Entdeckung der Röntgenstrahlen

Der Entdecker der Röntgenstrahlung, W. C. Röntgen (Abb. 1), wurde am 27. März 1845 in Lennep, einem heutigen Stadtteil von Remscheid geboren. Im Jahre 1863 musste Röntgen die Technische Schule in Utrecht nach einem Schulverweis ohne Abitur verlassen. Das von ihm angestrebte Maschinenbaustudium war an vielen Universitäten ohne Abschluss aber nicht möglich. In Zürich konnte er am neu eingerichteten Eidgenössischen Polytechnikum aufgrund seiner guten Zeugnisse 1865 das Maschinenbaustudium beginnen und beendete es drei Jahre später. Sein physikalisches Aufbaustudium beendete Röntgen mit seiner Dissertation in Physik mit dem Thema „Studien über Gase“.

Entdeckung der sogenannten X-Strahlung Am 08. November 1895 entdeckte Röntgen, zu dieser Zeit Rektor der Universität Würzburg, bei seinen Untersuchungen zur Leitung von Elektrizität bei Gasen eine bis



Abb. 1: W. C. Röntgen (Nobelpreiskomitee Stockholm)

dahin unbekannte, unsichtbare Strahlung. Bei dem Versuch, einen Elektronenstrom über eine Hohlspiegelkathode auf eine gegenüberliegende Glasfläche zu richten, begann ein mit Bariumplatinocyanürkristallen bestrichener Schirm in der Nähe der Apparatur zu fluoreszieren (Abb. 2). Beim Versuch, diesen Schirm näher an die Strahlenquelle zu schieben, verstärkte sich das grünliche Leuchten und Röntgen erkannte seine eigenen Fingerknochen.

Am 22. Dezember 1895 gelang ihm das erste Röntgenbild von der Hand seiner Frau (Abb. 3). Für dieses Bild musste Bertha Röntgen ihre Hand 25 Minuten lang in die Röntgenstrahlung halten. Bereits am 28. Dezember 1895 reichte er sein Manuskript „Eine neue Art von Strahlen“ bei der Physikalisch-Medizinischen-Gesellschaft in Würzburg ein. Vor dieser Gesellschaft hielt Röntgen am 23. Januar 1896 einen Vortrag. Zur Veranschaulichung seiner Entdeckung fertigte er eine Aufnahme der Hand des anwesenden Anatomieprofessors und Geheimrats Albert von Kölliker an.

Erste Strahlenschäden

In der deutschsprachigen Literatur wurde erstmals am 9. Juli 1896 von der biologischen Strahlenwirkung berichtet. In der

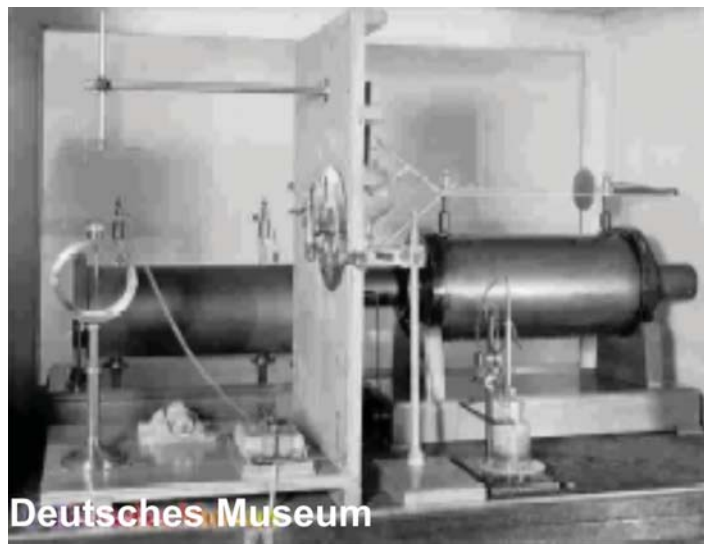


Abb. 2: Versuchsanordnung von 1895 (Deutsches Museum)

Deutschen Medizinischen Wochenschrift Nr. 28, Seite 454 wird berichtet, dass X-Strahlen die Haut verbrennen können, ähnlich wie die Sonnenstrahlen. Der Autor dieses Artikels führte selbst viele Versuche mit Röntgenstrahlen durch und benutzte dabei als Prüfungsobjekt seine linke Hand.



Abb. 3: Die Hand von Bertha Röntgen (Deutsches Museum)



Abb. 4: Strahlendermatitis einer Hand mit Hautablösung von 1897 (Eisenberg 1992)

Nach mehreren Wochen zeigte diese Röntgenen, Schwellungen sowie am Mittel- und Ringfinger Blasen, wie sie bei einer Verbrennung entstehen (Abb. 4).

Anwendung der X-Strahlung

Bereits sechs Tage zuvor wurde in Wien die erste medizinisch indizierte Röntgenaufnahme erstellt, bei der eine traumatisch bedingte Fehlstellung der Mittelphalanx des kleinen Fingers diagnostiziert wurde. Albert von Kölliker schlug vor, zu Ehren von Conrad Röntgen die Strahlen „Röntgenstrahlen“ zu nennen, die der Entdecker selbst nur als „X-Strahlen“ bezeichnete. Röntgen verzichtete auf einen Patentschutz auf die von ihm entdeckte Strahlung und ermöglichte so die sofortige



Abb. 5: A. M. Cormack (Nobelpreiskomitee Stockholm)

weltweite Nutzung der Röntgenstrahlung. Im Jahre 1900 wechselte Röntgen von Würzburg an die Ludwig-Maximilian-Universität nach München, wo er bis zu seiner Emeritierung lehrte. 1901 erhielt Röntgen für seine Entdeckung der nach ihm benannten Strahlung als erster Mensch in der Geschichte den Nobelpreis für Physik. Im Alter von achtundsiebzig Jahren verstarb

Wilhelm Conrad Röntgen in München und wurde auf dem Alten Friedhof in Gießen in einem Familiengrab beigesetzt. D

Allan McLeod Cormack

Die Computertomographie, wie wir sie heute kennen, wurde erst mit der rasanten Entwicklung in der Computertechnik in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts möglich. Der englische Physiker A. M. Cormack (Abb. 5) entwickelte zwischen 1957 und 1963 am Groote Schuur Hospital in Kapstadt eine Methode zur Berechnung der Absorptionsverteilung im menschlichen Körper aus Transmissionsmessungen (Cormack 1963). Auch wenn ihm der praktische Nachweis nicht gelang, war er davon überzeugt, dass bei röntgenologischen Aufnahmen kleinste Absorptionsunterschiede darstellbar sein müssten.

Johann Radon

Die Berechnung dieses mathematischen Problems wurde bereits 1917 vom böhmischen Mathematiker J. Radon (Abb. 6) in einer grundlegenden Arbeit abgehandelt (Radon 1917). Er bewies damit, dass die Verteilung eines Materials in einer Objektschicht errechnet werden kann, wenn die Integralwerte entlang unendlich vieler Linien durch diese Schicht bekannt sind. Seine Ergebnisse wurden seinerzeit aber nur in der Physik genutzt. Seine Berechnungen wurden 1956 für die Radioastronomie weiterentwickelt (Bracewell 1956)



Abb. 6: J. Radon

und fanden zunächst keine Resonanz in der Medizin.

Godfrey Newbold Hounsfield

Der englische Ingenieur G. N. Hounsfield (Abb. 7) gilt als eigentlicher Erfinder der Computertomographie. Im Jahre 1972 wurde der erste kommerzielle Computertomograph, der klinisch zur Anwendung kam, im Londoner Atkinsons Morley Hospital aufgebaut (Abb. 8). Ihm gelang 1972 im Atkinson Morley's Hospital in London die erste computertomographische Untersuchung eines Menschen, bei der der Nachweis einer intrakraniellen Zyste er-



Abb. 7: G. N. Hounsfield (Nobelpreiskomitee Stockholm)

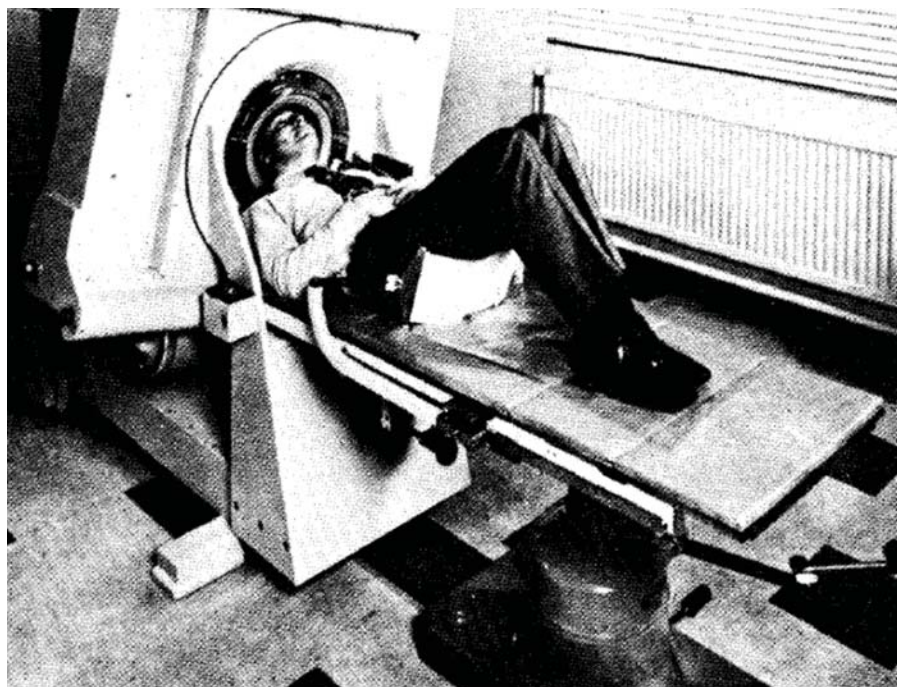


Abb. 8: Erster kommerziell erhältlicher Kopf-CT-Scanner der Fa. EMI, wie er für die erste Aufnahme in Abbildung 9 verwendet wurde. Diese erste Geräte-Generation hat nur einen einzelnen Detektor, welcher genau gegenüber der Strahlenquelle liegt und mit dieser um den Patientenkopf rotiert. Die Akquisition einer einzelnen Schicht dauerte mehr als 5 Minuten.

gnetresonanztomographie in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts ließ die CT mehr und mehr in den Hintergrund treten. Bedeutende technische Fortschritte konnten nicht mehr verzeichnet werden und viele Mediziner behaupteten, die CT wäre an ihre Grenzen gelangt.

Erst als Willi A. Kalender im Jahre 1989 die Spiral-CT vorstellte, stieg das wissenschaftliche und klinische Interesse an der CT wieder (Kalender 1990). Die bis dahin zweidimensionale Computertomographie mit ihren sequenziellen Einzelschichtaufnahmen entwickelte sich durch die Weiterentwicklung von Kalender zu einer dreidimensionalen Untersuchungsmethode, bei der die Rohdaten als Volumen erfasst werden und später als Schicht rekonstruiert werden konnten.

Willi A. Kalender

Willi A. Kalender wurde 1949 in Thor (Bergheim) geboren, studierte Mathematik und Physik in Bonn und Medizinische Physik an der Universität von Wisconsin (USA), wo er 1979 promovierte. 1988 folgte die Habilitation an der Universität Tübingen. Von 1976 bis 1995 war Kalender in der Forschung und Entwicklung bei der Siemens AG in Erlangen tätig. Seit 1991 lehrte Kalender außerdem als Associate Professor an der Universität von Wisconsin sowie 1993 bis 1995 als Privatdozent an der TU München. Seit 1995 leitet

folgte (Abb. 8). Hounsfield arbeitete nicht an einer Universität, sondern bei der britischen Schallplattenfirma EMI (Electric and Musical Industries Ltd.), die auch elektronische Bauteile herstellte. Zwei Jahre war EMI Monopolist in der Vermarktung ihrer Computertomographen und installierte in dieser Zeit 60 Geräte.

Im Jahre 1974 gelang es Siemens dann als

erste Firma mit einem Schädeltomographen nachzuziehen. Ende der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts gab es weltweit 18 Firmen, die CT-Geräte anboten. Bis zum Jahre 1980 wurden schätzungsweise mehr als 10.000 Geräte installiert.

Hounsfield und Cormack erhielten für Ihre Entwicklung 1979 den Nobelpreis in Medizin. 1981 wurde Hounsfield für seine Erfindung von der englischen Königin zum Ritter geschlagen. A. M. Cormack starb am 7. Mai 1998 in den USA. Sir G. N. Hounsfield verstarb am 12. August 2004 in Großbritannien.

Spiral-Computertomographie

Die rasante Entwicklung der Ma-

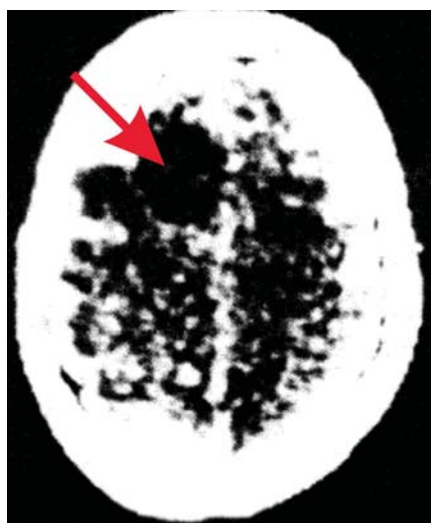


Abbildung 9: CT-Bild der ersten dokumentierten CT-Untersuchung im Jahre 1972. Bei der Frau wurde eine Gehirnzyste diagnostiziert (roter Pfeil; www.fallsammlung-radiologie.de).

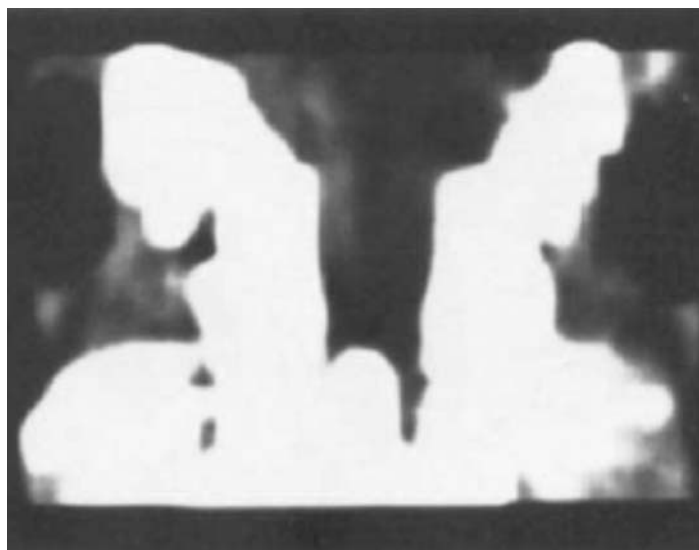


Abb. 10: Schädel im caudalen Bereich, coronar (Uni Erlangen).

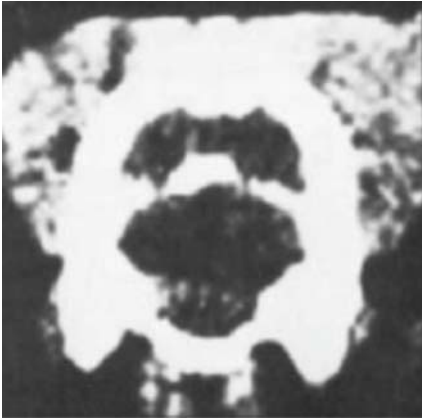


Abb. 11: Schädel im Bereich des Tentorium cerebelli osseum, axial (Fike et. al.)

er den damals neu eingerichteten Lehrstuhl für Medizinische Physik an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Mit Einführung der Spiral-CT entstand aufgrund neuer medizinischer Einsatzmöglichkeiten ein starker Boom, der bis heute anhält. Bis heute werden im klinischen Einsatz fast ausschließlich Spiral-CT-Scanner eingesetzt.

Röntgen in der Tiermedizin

In der Tiermedizin dauerten Röntgenaufnahmen der distalen Extremität des Pferdes von anatomischen Präparaten im Jahre 1896 noch etwas mehr als eine Stunde.

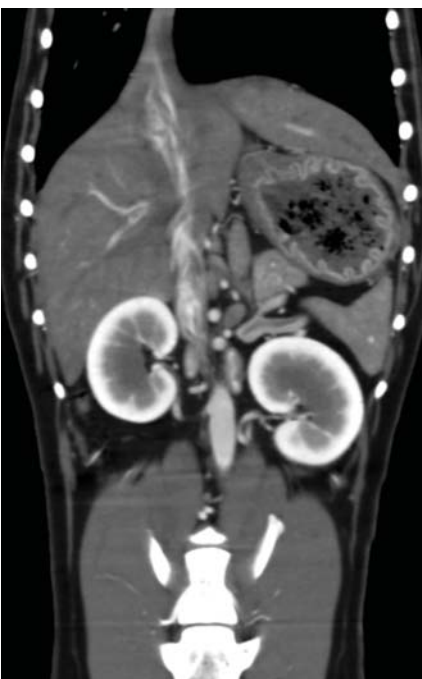


Abb. 13: CT des Thorax und oberen Abdomen



Abb. 12: Aquilion 64 Fa. Toshiba

Durch Verbesserung der Röntgentechnik und dem Einsatz von Fokusröhren konnten die Expositionszeiten in den nächsten Jahren auf eine Minute gesenkt werden. Aufgrund von Abwehrbewegungen wurden bereits 1907 bei der diagnostischen Röntgenaufnahme von Hunden, Katzen, Hühnern und Tauben Morphinum, Äther und Chloroform eingesetzt, um diese ruhig zu stellen.

Der Chirurg der Tierärztlichen Hochschule Berlin Prof. Dr. Richard Eberlein war 1905 ein Mitbegründer der Deutschen Röntgengesellschaft. Er wurde als einziger Tierarzt Präsident der ersten beiden großen Medizinischen Röntgenkongresse 1905 und 1906.

Computertomographie in der Tiermedizin

Die Computertomographie wurde in den 80er Jahren in die Tiermedizin eingeführt. Einer der ersten Publikationen wurde von Fike et al. (1981) über die computertomographische Schädeluntersuchung verfasst (Abb. 10 und 11) und soll hier stellvertretend für viele Autoren genannt werden. Bereits 1993 existierte ein beachtliches, dem der Humanmedizin ähnliches Spektrum der per CT diagnostizierten Erkrank-

kungen des Hundes, wie eine zusammenfassende Darstellung von Stickle und Hathcock zeigt.

Heutzutage ist die Computertomographie in der tierärztlichen Arbeit nicht mehr wegzudenken. Interessant ist die Tatsache, dass mittlerweile einige Tierkliniken und Tierarztpraxen modernere Computertomographen nutzen als humanmedizinische Kliniken und Praxen.

Anschrift des Autors

Dr. Michael Streicher
Tierärztliche Praxis für Katzen
Fischbachstr. 10 a
61440 Oberursel
E-Mail: info@katzen-praxis.de

Literaturverzeichnis

1. Bracewell RN. Strip integration in radioastronomy. J Phys 1956; 9: 198-217
2. Cormack AM. Representation of a function by its line integrals, with some radiological applications. J Appl Physics 1963; 34: 2722-7
3. Eisenberg RL. Radiology – An illustrates History. Mosby Year Book St. Louis, 1992
4. Fike et al. Computed tomography of brain tumors in the caudal fossa of the dog. Vet Radiol 1981; 6: 244-251
5. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). Part I. Description of system. Br J Radiol 1973; 46: 1016
6. Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P. Spiral Volumetric CT with singlebreath-hold technique, continuous transport and continuous scanner rotation. Radiology 1990; 176: 181 – 183
7. Radon JH. Über die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten. Ber vor Sächs Akad Wiss 1917; 69: 262
8. Stickle RL, Hathcock JT. Interpretation of computed tomographic images. Vet Clin of North Am: Sm An Prac, 1993; 23: 417-435