

# Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.

Von

**Dr. Leopold Freund,**  
Privatdozent.

---

Vortrag, gehalten den 15. März 1910.

*(Mit Demonstrationen.)*

Mit 4 Abbildungen im Texte.



Seitdem ich zum letzten Male die Ehre hatte, Ihnen eine Darstellung des Röntgenverfahrens geben zu dürfen, hat sich dieser Zweig der Medizin ganz außerordentlich erweitert und vervollkommt. Heute will ich mir erlauben, Ihnen über die wichtigsten technischen Neuerungen auf diesem Gebiete zu berichten.

Es ist bekannt, daß zur Erzeugung der Röntgenstrahlen zunächst eine Elektrizitätsquelle notwendig ist, welche einen relativ intensiven, wenn auch nicht hoch gespannten Strom liefert; dazu kommt dann ein Transformator, welcher den Strom in einen solchen von der notwendigen hohen Spannung umwandelt; und endlich braucht man noch eine Röntgen- oder Vakuumröhre, welche der hochgespannte Strom durchdringen muß, um die als Kathoden- und Röntgenstrahlen benannten Strahlenphänomene hervorzurufen. Als Elektrizitätsquelle benutzt man gegenwärtig ausschließlich die Elektrizitätszentralen, welche genügend kräftige Betriebsströme liefern. Von der Verwendung der inkonstanten oder schwachen Ströme, die man von galvanischen Batterien erhielt, ist man allgemein abgekommen. Auch Akkumulatoren werden, weil deren Bedienung zeitraubend und

kostspielig ist, nur ausnahmsweise, etwa im ärztlichen Dienste zu Kriegszeiten verwendet. Als Transformatoren von Gleichströmen benützt man Ruhmkorffsche Funkeninduktoren, welche in großen Dimensionen hergestellt werden und von rasch und exakt arbeitenden Unterbrechern (z. B. dem Wehneltschen Elektrolytunterbrecher) betrieben, ganz außerordentlich kräftige elektrische Induktionsströme liefern. Je größer die im primären Stromkreise des Induktors vorhandene Selbstinduktion ist, desto niedriger ist die sekundär erzeugte Maximalspannung und umgekehrt. Eine sehr hoch evakuierte, sogenannte harte Röntgenröhre kann nun aber nur durch einen sehr hochgespannten Strom in Betrieb gesetzt werden. Deshalb wird sich zum Betriebe solcher Röhren ein Induktor mit kleiner primärer Selbstinduktion eignen. Durch sogenannte weiche, relativ viel Luft enthaltende Röhren bricht sich schon ein Strom mit geringerer Spannung Bahn. Für solche Röhren kommen deshalb Induktoren mit größerer Selbstinduktion im primären Stromkreise in Betracht. Man kann auch in einem einzigen Induktor die verschiedensten sekundären Spannungen erzeugen, indem man seine primäre Selbstinduktion dadurch variiert, daß man die primäre Spule in mehrere Einzelspulen unterteilt und durch verschiedenartige Zusammenschaltung der letzteren die Veränderlichkeit der Selbstinduktion herbeiführt.

Die neueste Errungenschaft der Röntgenstrahlentechnik ist die Momentaufnahme, respektive die Aufnahme mit herabgesetzter Expositionszeit. Solche hervorragende

Leistungen sind ermöglicht durch die Konstruktion der Snookschen und Ideal-Röntgenapparate von Reiniger, Gebbert & Schall. Das Prinzip dieses Instrumentariums besteht darin, daß der der Leitung entnommene Gleichstrom einen Elektromotor speist, welcher auf seiner Ankerachse zwei mit diametral gegenüberliegenden Punkten des Kollektors verbundene Schleifringe trägt. Von denselben wird Wechselstrom abgenommen, welcher in einem Transformator auf die zum Betriebe der Röntgenröhren nötige Spannung gebracht wird. Dieser hochspannte Wechselstrom wird nun durch eine mit der Achse des Motors verkuppelte und synchron mit ihm laufende Kommutiervorrichtung in pulsierenden Gleichstrom verwandelt und hierauf den Röntgenröhren zugeführt. Die Belichtungszeiten lassen sich bei Verwendung dieses Apparates so erheblich abkürzen, daß man bei sämtlichen Aufnahmen, sowohl chirurgischen wie medizinischen, statt nach Minuten, jetzt nach Sekunden oder Bruchteilen von Sekunden rechnet.

Einen wesentlichen Fortschritt in dieser Hinsicht bedeuten auch die Apparate für Einzelschlag-Röntgenaufnahmen. Ich beehre mich, Ihnen hier einen ganz vortrefflichen Apparat dieser Art, das Unipuls-Instrumentarium der Firma Reiniger, Gebbert & Schall zu demonstrieren. Derselbe besteht aus einem großen Funkeninduktor von zirka 300 kg Gewicht, einem Wehnelt-Unterbrecher für länger dauernde Expositionen, einem Schaltbrett und endlich dem Einschlagunterbrecher. Letzterer besteht in der Hauptsache aus einem Kupfer-

stift, der im Moment des Unterbrechens mit einer gewissen, nicht allzu großen Geschwindigkeit aus dem Quecksilber herausgezogen wird. Hierbei zieht der Stift einen Quecksilberfaden etwas nach und da die gewählte Stromstärke (Vollbelastung) für den kleinen Querschnitt viel zu groß ist, wird der Quecksilberfaden durch enorme Erhitzung zersprengt. Ohne umgebende Hülse ist diese Explosion sehr träge, durch Einschluß des Stiftes in eine Stabilithülse wird aber die Explosion überaus heftig. Sie schlägt mit großer Gewalt und Geschwindigkeit die in die Hülsendurchbohrung von unten hineinragende Quecksilbersäule nach unten und bewirkt dadurch eine außerordentlich rapide Stromöffnung. Die Zeit des Aufleuchtens der Röhre während einer solchen Entladung schwankt zwischen  $\frac{1}{250}$ — $\frac{1}{300}$  Sekunde. Die Intensität des durch die Röntgenröhren fließenden Stromes beträgt 200 MA. und mehr.

Die Vorteile, welche die Verwendung solcher Apparate bietet, sind ganz augenfällig. Sie zeigen außerordentlich schön und deutlich die in Bewegung befindlichen Organe des Halses, des Brustkorbes und der Bauchhöhle. Auch ist selbstverständlich zu solchen Aufnahmen keine Ruhestellung der Kranken notwendig, was namentlich für die Röntgenaufnahmen von Kindern von großer Bedeutung ist.

In Ortschaften, wo die Elektrizitätszentralen keinen Gleichstrom, sondern Wechselstrom liefern, ist die Verwendung von gewöhnlichen Funkeninduktoren mit Elektrolytunterbrechern nicht am Platze. In neuerer

Zeit verwendet man in solchen Fällen mit gutem Erfolge die Wechselstrom-Hochspannungs-Transformatoren. Da der Wechselstrom im Gegensatze zum Gleichstrom beständig seine Richtung und Stärke ändert, so kann er, ohne daß die Stromschwankungen durch einen Unterbrecher hervorgerufen werden, ruhend transformiert werden, d. h. man ist in der Lage, den Wechselstrom niedriger Spannung in einen solchen von hoher Spannung oder umgekehrt ohne nennenswerte Verluste umzuwandeln, wenn man den Wechselstrom gegebener Spannung benutzt, einen Eisenkern wechselnd zu magnetisieren, und in das magnetische Kraftlinienbereich dieses Eisens eine Sekundärspule bringt, in welcher dann die gewollte sekundäre Spannung induziert wird. Es verhalten sich dann die Spannungen wie die Windungszahlen. Bei dem von F. J. Koch in die Röntgentechnik eingeführten Wechselstrom-Hochspannungs-Transformator wird der Wechselstrom direkt der primären Spule zugeführt, auf welche zur Fernhaltung von Fehlwechseln eine besondere Niederspannungs-Schirmwicklung aufgewunden worden ist. Dieselbe liegt also zwischen Primär- und Sekundärspule. Ihre Enden sind an eine Graetz-Pollaksche Zelle angeschlossen, bei welcher eine Aluminiumelektrode in ein Eisengefäß taucht, das mit einer Lösung von doppelt-kohlensaurem Natron gefüllt ist. In solchen Zellen kann der Strom nur vom Eisen zum Aluminium, aber nicht umgekehrt fließen. Ein Stromunterbrecher ist bei diesem Apparate nicht vorhanden. Der Eisenkern dieses Apparates bildet einen geschlossenen Ring.

Die Röntgenstrahlen erzeugen in jedem Punkte der Medien, welche sie durchdringen, Sekundärstrahlen, welche gerade so wie die sie erzeugenden primären Röntgenstrahlen auf die photographische Platte wirken. Da sie jedoch den Weg der primären Röntgenstrahlen durchkreuzen, so werden sie das primäre Bild um so mehr verschleiern, je größer die Zahl der von der primären Strahlung getroffenen Teilchen des Organes, d. h. je dicker und je ausgedehnter dasselbe ist. Auch von den phosphoreszierenden Teilen der Glaswand einer Röntgenröhre, welche von reflektierten Kathodenstrahlen getroffen werden, geht eine sekundäre Röntgenstrahlung, die sogenannten Glasstrahlen der Röhre aus, welche ebenso störend auf die bildaufsaugende Schichte wirken. Man ist deshalb bestrebt, durch die Öffnung von Bleiblen den nur ein so dickes Röntgenstrahlenbündel aus dem großen primären Strahlenkegel zum Objekte vordringen zu lassen, welches zur Abbildung des gewünschten Objektes genügt, also einen großen Teil der bereits vorhandenen Sekundär- und Glasstrahlen sowie die nicht benötigten Röntgenstrahlen, welche weitere Sekundärstrahlen auf ihrem fortgesetzten Wege im Objekte erzeugen würden, abzublenden. Wie aus beifolgender Zeichnung ersichtlich, ist die Abblendung der Glasstrahlen um so ausgiebiger, je näher die Blendenebene an die Glaswand der Röhre angebracht und je kleiner die Blendenöffnung gemacht wird. Vollständig eliminiert werden die Glasstrahlen durch eine derartige Blende nicht, indem ein Teil derselben *b b* (Fig. 1)

durch die Blendenöffnung noch zum Objekte gelangen kann. Eine weit bessere Ausschaltung der Glasstrahlen sowie eine Verringerung der im durchstrahlten Körperteile selbst erzeugten Sekundärstrahlung erzielt man durch die sogenannten Kompressionsblenden. Es sind dies kurze, dickwandige Bleirohre verschiedenen Kalibers, welche mit der unteren Öffnung dem zu untersuchenden Körperteil angepreßt werden; dadurch wird der Dicken-durchmesser des letzteren stark vermindert und damit eine ziemliche Menge von störenden Sekundärstrahlen eliminiert, wobei gleichzeitig eine zweckmäßige Ruhigstellung und Fixierung des zu untersuchenden Körperteiles bewirkt wird.

Das primäre Strahlenbündel *A a a* (Fig. 2) passiert die obere und untere Rohrapertur, während die Glasstrahlen *b b* zwar die obere Rohrapertur passieren, dann aber von der Innenwand des Zylinders absorbiert werden.

Da die Röntgenstrahlen von der annähernd punktförmigen Strahlenquelle divergent austreten, müssen, wie eine einfache Zeichnung (Fig. 3) lehrt, die von ihnen auf der lichtauffangenden Schichte entworfenen Schattenprojektionen vergrößerte Bilder der Objekte darstellen. Die Vergrößerung des Objektes im Röntgenbilde ist eine um so größere, je näher sich einerseits die Röntgenröhre vom Objekte und je weiter sich andererseits das Objekt von der lichtauffangenden Schichte befindet. Nun bildet aber die Feststellung der wirklichen Größe von inneren Organen (Herz, Stammgefäße, Magen

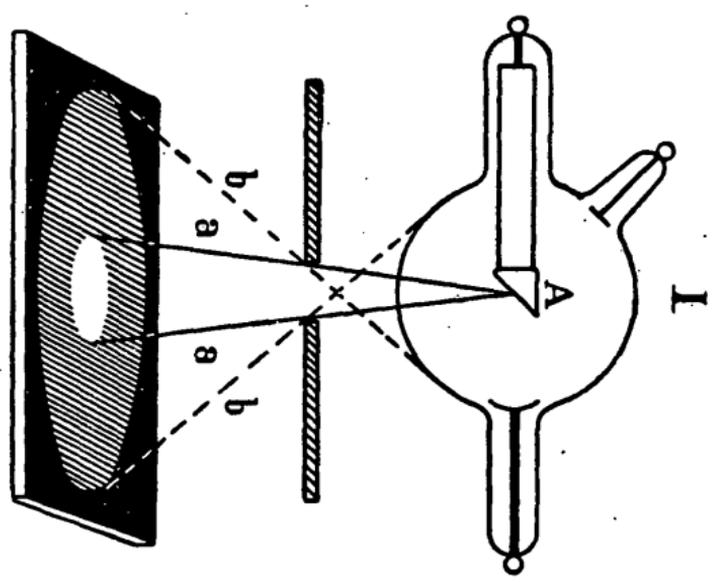


Fig. 1.

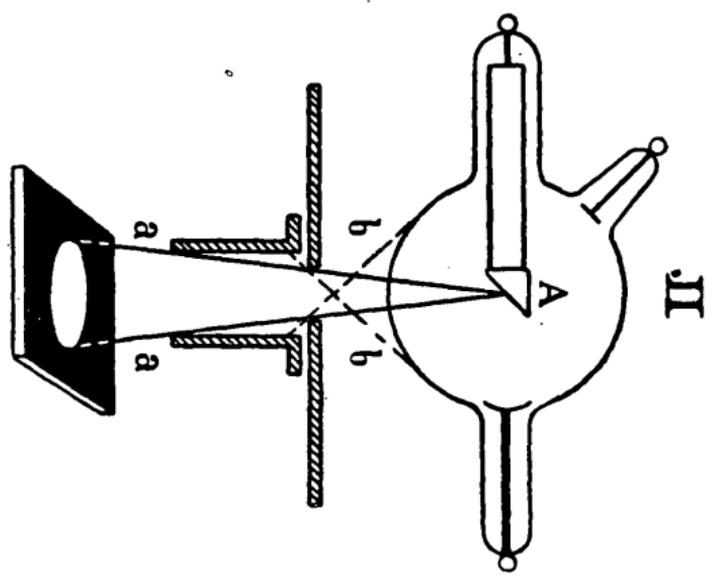


Fig. 2.

usw.) eine der wichtigsten Aufgaben der medizinischen Radiologie. Um diesem Ziele näher zu kommen, bedient man sich des orthodiagraphischen Verfahrens. Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß man die Röntgenröhre in einer entsprechenden Vorrichtung so befestigt, daß sie nur in einer einzigen Ebene bewegt werden kann, und vor ihr eine Bleiblende derart anbringt, daß durch die Öffnung der letzteren nur ein ganz dünnes, auf die erwähnte Ebene senkrechtcs Strahlenbündel passieren kann. Man stellt nun vor diese Blende die zu untersuchende Person so auf, daß das die Blendenöffnung verlassende Strahlenbündel senkrecht auf ihre Stirnfläche zu fallen kommt, und verschiebt die Röntgenröhre in ihrer Ebene so lange, bis man auf der lichtauffangenden Schichte des Leuchtschirmes merkt, daß der Rand des zu untersuchenden Organes in den kleinen Lichtkreis hineinragt. Diesen Rand markiert man auf der Glasplatte des Leuchtschirmes mit einem Fettstifte an und bewegt nun die Röhre entlang dem Rande des zu untersuchenden Organes unter fortwährender Markierung so lange weiter, bis man den ganzen Umriss des Organes aufgezeichnet hat. Da sich die Orthodiagraphie ausschließlich paralleler Strahlen bedient, gibt sie die wahren Größen der inneren Organe an. Die von den beiden senkrechten Strahlen  $ab$  und  $a_1 b_1$  gezeichneten Punkte  $bb$ , (Fig. 4) entsprechen der wahren Distanz der Organpunkte  $m n$ .

Dem Bedürfnisse, die Kranken nicht nur im Stehen untersuchen, dabei die Beweglichkeit sowie die Beziehungen ihrer inneren Organe zueinander bei ver-

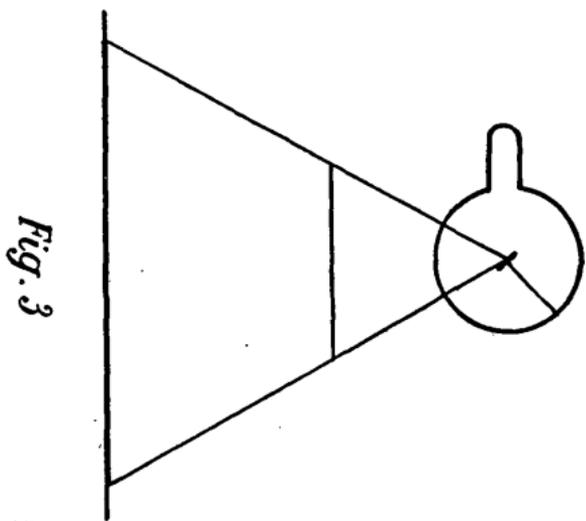


Fig. 3

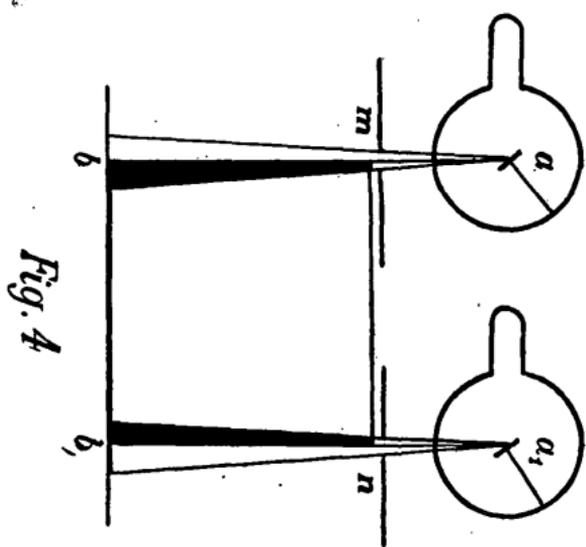


Fig. 4

schiedenen Stellungen in einfacher oder auch orthodiagraphischer Weise prüfen, sondern auch im Liegen mit einem guten Kompressionsblendenapparate radiographieren zu können, ist durch mein Universal-Instrumentarium entsprochen, welches ich mir zu demonstrieren erlaube. Eine wesentliche Abkürzung der bei der Röntgenphotographie notwendigen Belichtungszeit erzielt man mit den Verstärkungsschirmen, die in neuerer Zeit unter dem Namen „Gehler-Folie“ und „Sinigran-Verstärkungsschirm“ in den Handel gebracht wurden. Dieselben bestehen aus Wolframatsalzen, welche, in gleichmäßiger Schichte der lichtempfindlichen Seite einer photographischen Platte anliegend, mit dieser zugleich den Röntgenstrahlen exponiert und dadurch zum blaßvioletten hellen Aufleuchten gebracht werden. Dieses Fluoreszenzlicht verstärkt den Eindruck der Röntgenstrahlen auf der photographischen Platte so wesentlich, daß die Expositionszeit auf  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$  der gewöhnlichen Dauer herabgesetzt werden kann. Die mit diesen neuen Hilfsmitteln erzielten Aufnahmen sind klar, kontrastreich, gut konturiert und haben ein gleichmäßiges, fast homogenes Aussehen.

Von der Wahl einer richtigen Röhre hängt die Qualität der Bilder ab. Früher pflegte man die Qualität (Härte) der Röhren ganz einfach nach der Handdurchleuchtung, aus der Größe der äquivalenten Funkenstrecke und aus der Art der Röhrenfluoreszenz zu bestimmen. Gegenwärtig wird sie durch exaktere Meßmethoden ihrer zahlenmäßigen Größe nach festgestellt. Am meisten wird

hiez u das von Wehnelt angegebene Verfahren zur Messung der Röntgenstrahlenhärte verwendet. Dasselbe bedient sich einer 17 cm langen, 0.9 mm dicken Silberplatte und eines ebenso langen Aluminiumkeiles, welcher an einem Ende 1 mm dick, gegen das andere Ende in einer logarithmischen Kurve bis zu 11 mm an Dicke zunimmt. Diese beiden Platten sind in einem Rahmen befestigt, der vor einem schmalen Spalt in einer Bleiplatte und einem hinter der letzteren befindlichen Leuchtschirme mittels Zahntriebes so lange verschoben wird, bis die den beiden Metallplatten entsprechende Fluoreszenz auf dem Leuchtschirme die gleiche Helligkeit hat. Hierbei funktioniert das der Silberplatte entsprechende Fluoreszenzlicht als Konstante, da es, was für eine Röhre auch immer benutzt wird, in einer bestimmten Helligkeit erscheint. Die Stellung des Rahmens wird auf einer Skala abgelesen, die nach Härteeinheiten (Wehneltseinheiten) geteilt ist.

Weitere Verbesserungen in der Aufnahmestechnik ergaben sich aus der künstlichen Erhöhung der Dichtigkeitskontraste innerhalb der abzubildenden Körperteile. So z. B. werden die in einer Harnblase vorhandenen Konkremeute viel deutlicher sichtbar, wenn man die Blase mit Luft füllt. Ein mit Kollargol (einem wasserlöslichen kolloidalen Silbermetall) gefülltes Nierenbecken hebt sich im Röntgenbilde von der Umgebung scharf ab, während es sonst unsichtbar bleibt. Füllt man die Speiseröhre, den Magen oder die Gedärme mit einem Milchbrei an, dem man reichlich das ungiftige und ge-

schmacklose kohlenauere Wismut in Pulverform beige-mischt hat, so erblickt man diese sonst im Röntgenbilde gänzlich unsichtbaren Organe in äußerst prägnanten, scharf konturierten Schattenbildern, weil der spezifisch schwere und dichte Wismutinhalte derselben die Röntgenstrahlen viel intensiver absorbiert als die weniger dichte Weichteilumgebung. Man erkennt auf diese Weise die Lage, die Form und Beweglichkeit dieser Organe, man erkennt, wie lange der Inhalt in ihnen verbleibt, in welcher Weise er sich in ihnen fortbewegt, ob raumbeengende Geschwülste, abnorme Kommunikationen oder Austrittsöffnungen für den Inhalt vorhanden sind u. dgl. m. Schon aus diesen wenigen Beispielen ist der enorme Nutzen der planmäßigen Erzeugung von Dichtigkeits-gegensätzen leicht ersichtlich.

Je leistungsfähiger aber die Apparate, je kräftiger die Strahlungen, welche die modernen Röntgenröhren aussenden, wurden, umso größer mußte die Sorgfalt werden, mit welcher die Patienten und Ärzte vor den schädlichen Wirkungen dieser Strahlungen bewahrt werden. Wie erinnerlich, traten in der ersten Zeit nach Bekanntwerden des Röntgenverfahrens sehr heftige, mitunter bedenkliche Hautentzündungen auf, welche zumeist in der Hast der ersten Forschungsfreude durch zu lange oder zu intensive Expositionen erzeugt worden waren. Man kannte eben damals die Strahlen noch wenig, beherrschte die Technik noch mangelhaft und wußte noch nicht, welche Bestrahlungsintensität als schädigend zu gelten habe. Dies alles ist jetzt aber durch langjährige sorgfältige Er-

fahrung und Beobachtung sichergestellt. Es ist heutzutage trotz der enorm gesteigerten Leistungsfähigkeit der Röntgenapparate durchaus nicht zu befürchten, daß ein nur halbwegs ausgebildeter Radiologe die Kranken, welche er mit Röntgenstrahlen zu untersuchen hat, durch sein Verfahren auch nur im geringsten in ihrer Gesundheit schädige. Bei gewöhnlichen Aufnahmen ist die Expositionszeit so kurz, daß die zur Erzeugung eines Röntgenbildes verwendete Strahlenmenge jene Strahlendosis, welche den leichtesten Grad einer Hautentzündung hervorzurufen vermag, noch lange nicht erreicht. Um so mehr haben sich die Ärzte, welche sich intensiv und ausschließlich mit Röntgenstrahlen beschäftigen, vor ihren verderblichen Wirkungen zu schützen. Es ist eine traurige Tatsache, daß ununterbrochen wiederholte, wenn auch sehr schwache Röntgenbestrahlungen das Leben gefährden und daß eine Naturerscheinung, in welcher die Heilkunde ein wirksames Heilmittel gegen manche krebssige Neubildungen gewonnen hat, ihrerseits bei chronischer Einwirkung auf die Haut Krebsgeschwüre hervorzurufen vermag. Solchen durch intensives langdauerndes Arbeiten mit Röntgenstrahlen provozierten Krebsleiden sind schon eine ganze Reihe von Ärzten und Technikern, Forschern, welchen die Wissenschaft namhafte Fortschritte verdankt, unter großen Qualen erlegen.

Schutzvorkehrungen, welche solche schlimme Folgen verhüten, sind in verschiedener Form angegeben worden. Die eine Art derselben sind die Kastenblenden

oder Schutzkappen, d. h. kleine, mit Blei ausgeschlagene Kästen oder Kappen aus Bleigummi oder Bleiglas, welche die Röntgenröhren röntgenlichtdicht einschließen und die zu benutzenden Strahlen nur bei einem Fenster austreten lassen. Andere Radiologen verwenden Bleischutzhäuser, in welchen die Schaltapparate angebracht sind, und setzen die Röntgenröhren nur dann in Betrieb, wenn sie sich im Bleischutzhause befinden, dessen Wände den Zutritt der Röntgenstrahlen zum Körper des Arztes verhindern. Eine dritte Gruppe von Radiologen gebraucht große Schürzen aus Bleigummi, Handschuhe aus demselben Materiale und Bleischutzaugengläser. Mir selbst erscheinen bewegliche, mit Bleiglasfenstern versehene Schutzwände, welche zwischen Röntgenröhre und Patient einerseits und Schaltapparat und Arzt anderseits aufgestellt werden, sehr zweckmäßig. Durch das Fenster kann der Patient und die Funktion der Röntgenröhre beobachtet werden. Als Schutzmaterialie, mit welchem diesen Schirme überzogen sind, habe ich eine doppelte Schichte, und zwar aus dickem Eisen und Blei empfohlen: Letzteres hinterlegt die Eisenschichte deshalb, um die Sekundärstrahlen, welche von der Eisenschichte ausgehen, sobald sie von den Röntgenstrahlen getroffen wird, zu absorbieren. Diese Anordnung wurde in jüngster Zeit durch die Ergebnisse der Untersuchungen Barklas gerechtfertigt, welche ergaben, daß die Sekundärstrahlen, welche eine bestimmte Substanz aussendet, wenn sie von Röntgenstrahlen getroffen wird, immer die gleiche Qualität, d. h. Penetrationskraft haben, ohne Rücksicht auf

die Qualität der sie erregenden Strahlen. Die Penetrationskraft der Sekundärstrahlen hängt von dem Atomgewichte des Körpers ab, in dem sie entstehen, sie steigt mit der wachsenden Größe des letzteren.

Aus diesem kurzen Überblick ist ersichtlich, daß die Fortschritte der Röntgentechnik in den letzten Jahren ganz wesentlich sind. Ihnen entsprechen auch die Ergebnisse des Verfahrens in medizinischer Theorie und Praxis. In früherer Zeit gab nur der pathologische Anatom bei seinen Sektionen den Ärzten Gelegenheit, die zu Lebzeiten der Kranken gestellten Diagnosen auf deren Richtigkeit zu prüfen, diagnostische Irrtümer festzustellen, um sie bei ähnlichen Fällen zu vermeiden, und die Wirksamkeit der zu Lebzeiten der Kranken eingeschlagenen therapeutischen Maßnahmen zu kontrollieren. Die Rolle der Prosektoren haben jetzt die Röntgenstrahlen übernommen. In allen Kliniken schnurren und knattern stundenlang die Röntgenapparate und die vom kundigen Auge des Radiologen ermittelten Durchleuchtungsbefunde bestätigen und festigen entweder jene der Kliniker oder gestatten noch zu Lebzeiten der Kranken eine Richtigestellung und damit auch das Einschlagen zweckmäßigerer therapeutischer Bahnen. Auch die Radiologie selbst hat durch diese verantwortungsvolle Tätigkeit viel profitiert. Gleicht sie doch einem See, in welchen die mächtigen Ströme der inneren Medizin, Chirurgie und Dermatologie ihre gewaltigen Fluten ergießen. Die Gefahr der Einförmigkeit bleibt unserem Fache unter solchen Umständen fern. Die Vielseitigkeit der ihm zugeführten

Probleme sichert ihm für alle Zukunft das größte Interesse seiner Jünger und stetige Entwicklung nach aufwärts.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Dem Vortrage folgte die Demonstration einer Serie von Lichtbildern, welche die Ergebnisse des Röntgenverfahrens bei einer Reihe komplizierter interner oder chirurgischer Krankheitsfälle illustrierten. Die Negative dieser Aufnahmen stammen aus der klinischen und privaten Tätigkeit des Verfassers, die ausgezeichneten Diapositive von den Platten wurden mit gütiger Erlaubnis des Herrn Hofrates Direktor Dr. J. M. Eder in der k. k. graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien hergestellt.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Freund Leopold

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. 457-475](#)