

gleich zu anderen Autoren weit gesteckt, auf Grund der mitgeteilten Heilungsziffern. Die Vor- und Nachbehandlung der Bestrahlten wird mit dankenswerter Ausführlichkeit gelehrt, wie überhaupt die Betonung genauer klinischer Beobachtung ein Vorzug des Buches ist. Die Ausstattung ist recht gut. Die überreichliche Anwendung von Sperrdruck und Anführungszeichen erschwert meiner Meinung nach das Lesen des lehrreichen Buches. Gr.

## Vereins- und Kongreßberichte.

### Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

Sitzung vom 25. X. 1923.

Max Levy-Dorn: Kontrastfüllung der Ureteren von der Blase aus. (Projektion.)

Eine 42 jährige Patientin hatte Albumen und Sanguis im Urin. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich Leuko- und Erythrozyten. Die zystoskopische Betrachtung ergab: An der linken Ureterenmündung ein großes ovales, zirka markstückgroßes Loch, in das der Ureterenkatheter 2—3 cm weit hineingeht und sich dann umstülpt. Der Katheter dringt auch durch die Ureterenmündung nicht über 2 cm weit. Bei Probe mit Indigkarmin erscheint rechts in 11 Minuten — links nicht während der ganzen Beobachtung (20 Minuten) — gefärbter Urin an der Ureterenmündung.

Die mit 75 cem einer Kollargollösung gefüllte Blase wurde mit Röntgenstrahlen untersucht. Es zeigten sich je 3 Ausstülpungen rechts und links an der oberen Kontur des birnförmigen Ausgusses. Zugleich mit der Blase füllten sich spontan beide Ureteren. Das Lumen des linken Ureters ist erheblich weiter als das rechte. Es verjüngt sich nach unten, wo sein Querschnitt 4 mm beträgt, während es im allgemeinen 12 mm mißt. Auch der rechte Ureter erscheint weiter als normal.

Die von Herrn Prof. Mühsam exstirpierte Niere erwies sich als tuberkulös.

Die Röntgenuntersuchung zeigte also, daß die Veränderungen in der Harnblase weit ausgedehnter waren, als selbst die Zystoskopie vermuten ließ und offenbarte darüber hinaus die Erkrankung, bzw. Eigenheit der Ureteren. Das seltene Ereignis der Spontanfüllung der Ureteren von der Blase aus muß wohl auf denselben Prozeß zurückgeführt werden, der zu den Ausstülpungen und Erweiterungen geführt hat, indem er eine Insuffizienz des Ureterenschlusses bewirkte. Unser Fall fordert unter anderem auf durch Füllung der Blase eine solche der Ureteren und selbst des Nierenbeckens zu versuchen, wenn der Ureterenkatheterismus versagt.

H. Behnken: Die Eichung von Dosismessern in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Man hat sich gewöhnt, als Grundlage aller Röntgenstrahlendosierung die Christensche Definition der Dosis anzusehen, welche lautet:

Die physikalische Dosis (rohe Dosis) ist gleich derjenigen Röntgenstrahlenenergiemenge, welche in einem Körperelement absorbiert wird, dividiert durch das Volumen dieses Elements. — Die biologische Dosis (wirksame Dosis) ist gleich der physikalischen Dosis multipliziert mit dem Sensibilitätskoeffizienten.

Die Vorzüge dieser Definition erblickte man außer in der theoretisch klaren und eindeutigen Herausarbeitung des Dosisbegriffes darin, daß diese Definition die Möglichkeit zu enthalten schien, die in der Physik gebräuchlichen Energieeinheiten (Erg, Joule, Kalorie) auf die Dosis zu übertragen, daß sich also ohne weiteres eine absolute, d. h. von irgendeinem Meßinstrument unabhängige, Einheit für die Dosis darzubieten schien. Leider haben diese theoretischen Vorteile z. Zt. für die Praxis keine Bedeutung, weil von den bisher bekannten Methoden zur Messung von Strahlungsenergien, die sämtlich auf der erwärmenden Wirkung der Strahlen beruhen, keine für den hier vorliegenden Zweck empfindlich genug ist. Hieraus folgt jedoch keineswegs, daß wir genötigt sind, praktisch auf eine absolute, vor einem bestimmten Meßinstrument unabhängige Einheit, zu verzichten. Erfreulicherweise kennen wir in der Ionisierungsfähigkeit der Röntgenstrahlen eine Reaktion, die sich unvergleichlich viel genauer messen läßt als die Wärmewirkung. Diese Reaktion ist an sich ebenso gut zur Definition der Doseinheit geeignet wie die Wärmewirkung. Man neigte sogar lange Zeit zu der Ansicht, daß die Ionisierung von Gasen unter allen Umständen der im Gase absorbierten Strahlungsenergie proportional sei, ebenso wie dies bei der Wärmewirkung der Fall ist, während wir heute wissen, daß diese Proportionalität der Ionisierung nur für Strahlen gleicher Härte besteht, bei wechselnder Härte dagegen wohl sicher nicht. Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Energie und Ionisierungsvermögen ist bislang unbekannt. Auch die theoretisch sehr einleuchtenden Erwägungen von Holthusen, der mit Hilfe der Einsteinschen Beziehung  $e \cdot V = h \cdot \nu$  aus der absorbierten Energie die Zahl und Voltgeschwindigkeit der durch die Strahlung ausgelösten und die Ionisierung bewirkenden, schnellen Elektronen berechnete und hieraus auf Grund Lenardscher Messungen die Gesamtzahl der gebildeten Träger ableitete, stehen nicht im Einklang mit Messungen von Boos. Zum Glück verlangt der hier vorliegende

praktische Zweck aber gar nicht die Kenntnis des Zusammenhanges der Wellenlänge und der Ionisierung mit der absorbierten Energie, sondern des Zusammenhanges mit der biologischen Wirkung, und da liegen die Dinge so, daß der Übergang von einer durch Ionisation definierten und gemessenen physikalischen Dosis zur biologischen Dosis genau so gut durch Multiplikation mit Sensibilitätskoeffizienten auszuführen ist wie bei einer energetischen Dosisdefinition. Freilich sind die Zahlenwerte der Koeffizienten in beiden Fällen nicht die gleichen. Während aber für die energetisch definierte physikalische Dosis vorderhand gar keine Aussicht besteht, diese Koeffizienten experimentell zu bestimmen, ist dies bei einer durch die Ionisierung definierten Dosis sehr wohl möglich, da wir die letztere eben messen können.

Für die Wahl der Doseinheit können wir mit einigen Modifikationen auf den bekannten Friedrichschen Vorschlag zurückgehen, der als Einheit diejenige Strahlenmenge wählte, die in 1 ccm Luft durch die Ionisation eine Elektrizitätsmenge von einer elektrostatischen Einheit bei Sättigungsstrom transportiert. Diese Definition reicht jedoch in zweierlei Hinsicht nicht ganz aus. Einmal ist die Dichte der Luft, also Druck und Temperatur, auf die Dosismessung von Einfluß und muß daher mit in die Definition hinein. Zweitens machte Holthusen darauf aufmerksam, daß bei der Messung der Ionisierung darauf zu achten ist, daß einmal Fälschungen der Messung, die infolge von in den Wänden der Ionisierungskammer ausgelösten Elektronen („Wandwirkung“) entstehen, zu vermeiden sind und daß außerdem den in der Luft selbst ausgelösten schnellen Elektronen noch über den durchstrahlten Raum hinaus genügend Platz zur Verfügung stehen muß, um ihre volle Ionisierungsfähigkeit zur Geltung zu bringen. Unter Berücksichtigung dieser Umstände wurde für die Definition der Doseinheit folgende Fassung gewählt:

„Die absolute Einheit der physikalischen Röntgenstrahlendosis ist diejenige Strahlenmenge, die bei der Bestrahlung von 1 ccm Luft von der Temperatur 18° C und dem Druck 760 mm Quecksilber bei voller Ausnützung der in der Luft ausgelösten Elektronen und bei Ausschaltung von Wandwirkungen eine so starke Ionisierung erzeugt, daß bei Sättigungsstrom eine Elektrizitätsmenge von einer elektrostatischen Einheit transportiert wird. Die Einheit der Dosis wird im Anschluß an Friedrich mit „c“ bezeichnet. Wird die Dosis 1 c in 1 Sek. erreicht, so besitzt die Röntgenstrahlung die Einheit der Dosisleistung, für die die Bezeichnung 1 „b“ gewählt ist.“

Zur Ausmessung einer Röntgenstrahlung gemäß obiger Definition in c bzw. b gibt es mehrere Wege. Die bei völlig geschlossenen Ionisierungskammern auftretende Wandwirkung läßt sich dadurch ausschalten, daß man durch passende Wahl der Elektrodenform und durch Anbringung von geerdeten Schutzelektroden diejenigen Gebiete, die in der Umgebung von bestrahlten Wandteilen, also z. B. in der Nähe der Eintritts- und Austrittsfenster liegen, von der Strommessung ausschließt. Die völlige Ausnützung der in der Luft selbst ausgelösten Elektronen läßt sich entweder nach Holthusen dadurch erreichen, daß man die Kammer so groß dimensioniert, daß keine wesentliche Zahl von Elektronen die Kammerwände erreicht, ehe deren Ionisierungsfähigkeit erschöpft ist — diese Methode verlangt bei sehr harten Strahlen unbequem große Abmessungen — oder aber man füllt die Ionisierungskammer mit Druckluft, in welcher die Elektronenreichweiten erheblich vermindert sind, wie dies erstmalig von der Firma Siemens & Halske für praktische Zwecke vorgeschlagen wurde. In diesem Falle kommt man mit handlichen Dimensionen aus. Deshalb wurde für eine in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt einzurichtende Eichanordnung die letztgenannte Methode gewählt. Als Eichnormal dient eine mit graphitierter Papier ausgefütterte Druckluftkammer aus Messing von 7 cm Durchmesser und 15 cm Länge, die durch Zelluloidfenster hindurch in achsialer Richtung von einem schmalen Strahlenbündel von 4–7 mm Durchmesser durchstrahlt wird. Drei exzentrisch sitzende, zur Kammerachse parallele stabförmige Elektroden sind isoliert eingeführt. Die mittlere ist die eigentliche Meßelektrode, die anderen sind Schutzelektroden. Der durchstrahlte Raum berechnet sich als Produkt aus der Länge der Meßelektrode und dem Querschnitt des Strahlenbündels. Zur Strommessung dient ein zu einem hohen Widerstande parallel geschaltetes hochempfindliches Quadrantelektrometer. Die Strommeßanordnung läßt sich auf einige Promille genau eichen. Der Druck innerhalb der Kammer wird mit einem Präzisionsmanometer auf Bruchteile von 1% genau gemessen. Als Kriterium dafür, daß der Druck innerhalb der Kammer hoch genug ist, dient bei harten Strahlen die Beobachtung, daß der Sättigungsstrom proportional dem Druck zunimmt. Dies ist für eine bei 180 kV Scheitelspannung am Röntgenrohr durch 0,5 mm Kupfer + 1 mm Aluminium gefilterte Strahlung bei Drucken von 7 Atm. an aufwärts der Fall. Unterhalb dieses Druckes gelangen in den Zelluloidfenstern ausgelöste Elektronen in den eigentlichen Meßraum und erzeugen eine Zusatzionisierung infolge von Wandwirkung. Für eine sehr weiche Strahlung (50 kV am Rohr, unfiltered) ist eine Proportionalität des Ionenstromes mit dem Druck nicht vorhanden, weil die Absorption dieser Strahlung in der Druckluft bereits beträchtlich ist. Bei derartigen weichen Strahlen ist deshalb der Absorptionskoeffizient in Luft besonders zu bestimmen und bei der Auswertung zu berücksichtigen. Die Anordnung gestattet die Ausmessung der Dosis in absoluten Einheiten mit einer Genauigkeit von etwa 1%. Als Beispiel wird das Eichergebnis eines sogenannten

Siemens-Dosismessers, der mit einer Kleinkammer von etwa 1 ccm Inhalt ausgestattet ist, mitgeteilt. Für konstante Strahlenqualität waren die Ionenströme der Kleinkammer der absoluten Dosisleistung proportional. Das gleiche war der Fall, wenn bei einer durch 0,5 mm Kupfer + 1 mm Aluminium gefilterten Strahlung die Spannung am Röntgenrohr von 100—200 kV verändert wurde. Dagegen bestand die Proportionalität nicht mehr, wenn bei konstanter Spannung von 180 kV die Filterung zwischen 0,0 mm Kupfer + 1 mm Aluminium und 1,0 mm Kupfer + 1 mm Aluminium verändert wurde. Für diesen Fall mußte also der Umrechnungsfaktor in Abhängigkeit von der Filterdicke experimentell bestimmt werden. Dabei zeigte sich, daß das Verhältnis Dosisleistung/Ionenstrom zunächst mit zunehmender Filterung abnahm, bei etwa 0,4 mm Cu + 1 mm Al ein Minimum erreichte, dann bis etwa 0,8 mm Cu + 1 mm Al etwas wieder anwuchs, um schließlich konstant zu werden. Die Darstellung des Eichergebnisses geschieht für die praktische Anwendung zweckmäßigerweise in einem Nomogramm mit drei Skalen, deren eine die Filterdicke, die zweite die Ablesung des zu eichenden Instrumentes und die dritte die absolute Dosisleistung enthält. Zusammengehörige Punkte der drei Skalen lassen sich durch Anlegen eines Lineales ermitteln. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Charlottenburg, Werner-Siemensstr. 8—12, ist in der Lage, nach der beschriebenen Methode auf Antrag Eichungen von Dosismessern auszuführen<sup>1)</sup>, und zwar vorläufig für einen Härtebereich bis zu 180 kV Scheitelspannung am Röntgenrohr bei Filterung bis zu 1 mm Cu + 1 mm Al. Eine Erweiterung auf härtere Strahlen ist in Vorbereitung. Die Höhe der Eichgebühren richtet sich nach dem Umfange der gewünschten Eichung und wird den Antragstellern von Fall zu Fall mitgeteilt. Ausführliche Angaben über die technischen Einzelheiten der Eicheinrichtung erscheinen demnächst in der Zeitschrift für technische Physik.

#### Aussprache:

G. Großmann (zum Vortrag Behnken): Es ist erfreulich, daß es der Physik. Technischen Reichsanstalt (P. T. R.) dank den Bemühungen Behnkens heute schon möglich ist, Eichungen von Dosismessern auszuführen. Eine Anregung dazu hat die Firma Siemens & Halske der P. T. R. vor mehr als anderthalb Jahren gegeben.

Auf dem letzten Röntgenkongreß hat Küstner, Göttingen, den Bau eines Standard-Dosismessers und die Errichtung einer Eichstelle, an der Dosismesser mit Hilfe des Standard-Meßgerätes geeicht werden, vorgeschlagen. Daraufhin hat die Deutsche Röntgen-Gesellschaft einen Ausschuß zur Lösung dieser Aufgabe ins Leben gerufen. Dieser hat vor wenigen Tagen in Göttingen eine Sitzung abgehalten<sup>2)</sup>, in der Küstner über das von ihm konstruierte Standard-Meßgerät einen Vortrag hielt. Ich fühle mich nicht dazu berechtigt, darüber Mitteilungen zu machen, da ich den Veröffentlichungen Küstners nicht vorgreifen möchte.

Es ist an und für sich erfreulich, daß das Problem an verschiedenen Stellen gleichzeitig bearbeitet wird. Es wäre jedoch nicht wünschenswert, wenn man an zwei verschiedenen Orten mit zwei verschiedenen Einheiten der Röntgendosis operieren würde. Es müßte jedoch angestrebt werden, daß die in Göttingen gemessenen Werte auf die absoluten Meßwerte der P. T. R. zurückgeführt werden.

Wie Behnken gezeigt hat, besteht zwischen den Angaben des Siemens-Dosismessers und den mit der Druckkammer gemessenen Werten keine Proportionalität, wenn die Filterung bei konstanter Röhrenspannung geändert wird. Die Ursache der Abweichung ist nicht etwa dem Siemens-Dosismesser als solchem, sondern der zu diesem gehörigen kleinen Ionisationskammer zur Last zu legen. Eine ähnliche Abweichung muß auch jeder andere Dosismesser, der mit einer kleinen Ionisationskammer ausgestattet ist, aufweisen. Es ist nämlich zu beachten, daß die Zahl der in einer kleinen Kammer zustandekommenden Träger durch die Absorption von Röntgenstrahlen in den Wandungen der Kammer beeinflusst ist. Die in den Kammerwandungen absorbierte Röntgenstrahlenenergie ist vom Material und der Dicke der Kammerwandungen abhängig. Einen ähnlichen, wenn auch weitaus geringeren Einfluß übt bei der großen Ionisationskammer die Absorption aus, die die Röntgenstrahlen im Fenster, durch das sie in die Kammer eintreten, erfahren. Hierdurch ist die mit einer Ionisationskammer bei ungefilterter Strahlung gemessene Trägerzahl am stärksten und mit zunehmender Filterdicke immer weniger beeinflusst. Die Folge davon ist, daß der erste Teil der Kurve, die die in der kleinen Kammer gemessene Ionisation als Funktion der Filterdicke darstellt, stets unrichtig ist. Vergleicht man miteinander zwei kleine Ionisationskammern aus dem gleichen Material und mit gleichen inneren Abmessungen, jedoch mit Wandungen verschiedener Dicke, so werden sich für die *et. par.* gemessenen Dosen, wenn man deren Logarithmus als Funktion der Filterdicke aufträgt, Kurven ergeben, deren Anfangsteile wohl verschiedenen Verlauf haben, die jedoch in ihrem unterhalb des sog. Homogenitätspunktes liegenden, nahezu geradlinig verlaufenden Teile parallel zueinander liegen. Der Parallelismus zweier im logarithmischen Raster dargestellten Dosiskurven bedeutet Proportionalität der Dosiswerte. Die mit zwei solchen Kammern erzielten Meßwerte sind demnach bei gefilterter Strahlung miteinander

<sup>1)</sup> Siehe Ankündigung am Schluß dieses Heftes.

<sup>2)</sup> Bericht siehe folgende Seiten.

vergleichbar. Eine kleine Ionisationskammer wird man demzufolge für brauchbar erklären können, wenn die Neigung des geradlinig verlaufenden Teiles der den Logarithmus der Dosis als Funktion der Filterdicke veranschaulichenden Kurve die gleiche ist, wie die Neigung des entsprechenden Teiles der mit der großen Druckkammer erhaltenen Kurve. Hingegen muß eine solche kleine Kammer beanstandet werden, die dieser Bedingung nicht entspricht. Wie die von *Behnen* vorgeführten Kurven zeigen, besteht zwischen den Angaben des *Siemens*-Dosismessers und denen der Druckkammer bei 180 kV Röhrenspannung und bei Verwendung von Kupferfiltern von mehr als 0,4 mm Dicke schon nahezu Proportionalität. Daher ist die kleine Ionisationskammer des *Siemens*-Dosismessers für Messungen an gefilterten Strahlungen geeignet. Es ist hierbei zu beachten, daß die kleine Ionisationskammer für die in der Therapiepraxis vorkommenden Messungen mit gefilterter Strahlung, nicht jedoch für physikalische Messungen bestimmt ist.

#### Sitzung vom 28. Juni 1925.

##### Vor der Tagesordnung.

J. Schütze zeigt einige Diapositive.

1. Eine Schädelaufnahme, bei der die Anwesenheit einer seidenen **Haarschleife** an der Seite des Kopfes zu Schattenbildungen auf dem Röntgenbild Anlaß gegeben hatte: diese konnten zu Mißdeutungen führen.

2. Bild einer starken Verdichtung der Oberkieferhöhle durch eine hineingewachsene **Zahnzyste**. In diesem Fall war die Zystenwandung von der Wandung der Oberkieferhöhle an einzelnen Stellen deutlich trennbar, so daß die Diagnose dadurch erheblich erleichtert wurde. Durch Operation bestätigt: Zyste nicht mit der Oberkieferhöhle verwachsen. Hinweis auf das nicht allzu seltene Vorkommen derartiger Zahnzysten in den Oberkieferhöhlen; dem Vortragenden sind in den letzten zwei Jahren fünf derartiger Fälle vorgekommen; alle sind operiert.

3. Demonstration einer **Einstellung des Fußes**, die eine gute isolierte Trennbarkeit der distalen Reihe der Fußwurzelknochen untereinander und der proximalen Enden der Mittelfußknochen sowohl untereinander als auch gegen die Fußwurzelknochen ermöglicht. Genauere Beschreibung und Ausführung soll in den „Fortgeschritten“ erfolgen.

##### Tagesordnung:

1. *Georg Reimann*: **Eine seltene Varietät der Handwurzelknochen**. Demonstration eines einseitigen **Os triangulare bipartitum** bei einem sechszwanzigjährigen Manne. Der Proc. styl. ulnae ist beiderseits gut entwickelt und auf der anderen Seite auch nicht größer und spitzer. Bei allen Handbewegungen bleibt das geteilte Knöchelchen an der Spitze des Griffels stehen und folgt nicht den Schwenkungen der Handwurzelknochen. Eine traumatische Entstehung ist ausgeschlossen.

2. *Gassmann*: a) **Momentaufnahmen mit der Coolidge-Röhre**: G. demonstriert eine Anzahl von Kurven, die er nach Momentaufnahmen mit Coolidge konstruiert hat, bei dem der Härtefaktor der ausgesandten Strahlung in der Hauptsache berücksichtigt ist. Das Ergebnis ist dieses, daß man die abgekürztesten Momentaufnahmen mit der Glühkathodenröhre anfertigen kann, indem man unter der Raumladungsgrenze bleibt und die etwas weniger kurzen, aber weicheren Aufnahmen, indem man in die Raumladungsgrenze hineingeht (vgl. S. 455 dieses Heftes).

b) **Blende für Serienaufnahmen des Bulbus duodeni**: G. demonstriert eine selbsterfundene Blende, mit welcher man auf einer  $18/24$  Platte 6 Serienaufnahmen der Duodenal Bulbus-Gegend anfertigen kann. Die Blende wird von der „Radiologie“ angefertigt (vgl. S. 453 dieses Heftes).

3. *Bracht*: **Erfahrungen mit der Röntgen-Tiefen-Therapie bei Karzinomen**. B. teilt die Ergebnisse der Bestrahlungen der Frauenklinik der Charité mit. Es sprechen hierzu: *Strauß, Levy-Dorn, Rave, Karplus*.

##### Aussprache:

J. Schütze: Ich freue mich, daß G. meine im vorigen Jahre in der D. med. Wschr. (1922 Nr. 39) gemachten Mitteilungen durch seine physikalischen Untersuchungen durchaus bestätigt hat. Ich wundere mich nur, daß er sich nicht auf meinen Artikel bezogen hat. Ich habe darin ausgeführt, daß man bei den Lungenaufnahmen in der Raumladungsgrenze bleiben muß, um eine sehr schöne weiche Aufnahme zu erzielen und daß man bei den Magenaufnahmen aus ihr heraus muß (also bei letzteren höhere Spannung und im Verhältnis dazu geringere Heizstrommenge). Dann gelingt es Aufnahmen jeder Art mit den Glühkathodenröhren vorzunehmen, und da die Brennpunkte jetzt sehr schön scharf sind, so sind die erzielten Bilder tadellos. Wie schnell man sie machen kann, hängt bei den Lungenaufnahmen nicht von der Glühkathodenröhre, sondern von der Leistungsfähigkeit des Induktors ab. Ich habe inzwischen auch bei mittlerer Apparatur Momentaufnahmen der Lunge schön weich nach den von mir angegebenen Prinzipien erzielt. Bei den Magenaufnahmen macht die Exposition in Zeiten von  $4/10$ — $7/10$  Sekunden keinerlei Schwierigkeiten, wenn nur die Spannung gegenüber dem Heizstrom die erheblich höhere ist.