

Zur Frage des Dosimetervergleichs.

Von

Dr. Wolfgang Freiherr von Wieser (Wien).

(Mit 2 Kurven im Text.)

Wie schon die Namensänderung der ehemaligen Kommission für Dosimetervergleich der Deutschen Röntengesellschaft in Sonderausschuss für Röntgenstrahlungsmessung zeigt, ist die erste Aufgabe derselben, einen Dosimetervergleich zu ermöglichen, fallen gelassen oder zumindest in die Ferne gerückt worden, da man aus den bisherigen Publikationen wohl das Urteil geschöpft hat, dass ein Vergleich undurchführbar sei. Zu den alten Messinstrumenten sind neue „bessere“ gekommen, aber trotzdem ist keine Wandlung zum Besseren erfolgt. Im Gegenteil das Chaos ist grösser denn je, da jetzt eine noch grössere Anzahl von unvergleichbaren Instrumenten vorhanden ist. Ich möchte daher, ohne die Arbeitsrichtung der Kommission zu tangieren, die ich vollkommen billige, doch wieder einmal zu dem Grundthema sprechen, weil ich der Ansicht bin, dass gerade heute die Voraussetzungen für einen Dosimetervergleich und für die Angabe eines absoluten Röntgenstrahlenmasses gegeben sind.

Ein Versuch in dieser Richtung ist von Friedrich und Krönig¹⁾ gemacht worden. Es ist sogar nach ihrer Methode möglich, wenigstens bei homogener Strahlung, einen Vergleich durchzuführen. Sie geben ihre Ovarialdosis und Ca. Dosis, nämlich nicht in Einheiten eines Dosimeters an, sondern im Vergleich zur Erythemdosis. Sie versuchen gar nicht Dosimeter direkt zu vergleichen, sondern sie alle auf ein gemeinsames, drittes, konstantes, die Erythemdosis zu beziehen. Es fallen dann natürlich alle die Einwände, dass ein Dosimetervergleich unmöglich sei, weil viel zu kompliziert, da er von der Härte und Zusammensetzung der Strahlen abhängig ist, weg. Nur hat, wie ich zeigen werde, diese Methode den Fehler, dass sie auf Angaben von Flächendosen beruht, und daher nur für homogene, nicht aber komplexe Strahlen giltig ist.

Nehmen wir nämlich an, Friedrich und Krönig hätten zur Sterilisation ihrer Ovarien eine homogene Strahlung von 6 pCt. Absorption verwendet, dann wäre die Erythemdosis bei 91,6 X erreicht. Bei 10 cm Tiefe des Ovars gelangen noch, bei einer Fokus-Hautdistanz von etwa 18 cm, 18,3 X auf das Ovar. Das Verhältnis zwischen Oberflächen- und Tiefendosis wäre 5:1. Ein anderer wiederholt den Versuch mit einer Homogenstrahlung von 8 pCt. Absorption pro Zentimeter Schicht. Die Erythemdosis ist dann mit 68,75 X erreicht. Bei der gleichen Tiefe des Ovars von 10 cm, aber bei einer Fokus-Hautdistanz von 20 cm,

1) Friedrich und Krönig, Die Strahlenbehandlung des Brustkrebses in einer einmaligen Sitzung. Festlegung der Karzinomdosis. Münchener med. Wochenschr. Nr. 41. S. 1445.

würden 13,75 X auf das Ovar gelangen. Das Verhältnis von Oberflächendose zur Tiefendose ist wieder 5:1. Dieser Röntgenologe erhält das gleiche Resultat wie Friedrich und Krönig, denn in beiden gelangten 1,1 X pro Zentimeter Schicht im Ovar zur Absorption.

Wir haben also in der Angabe, dass sich die Ovarialdosis zur Erythemdosis wie 1:5 verhält, für homogene Strahlung eine vollkommen verlässliche Angabe auch ohne Angabe der Strahlenqualität, welche nicht nur für den Besitzer des gleichen Qualimeters brauchbar ist. Verwenden wir aber statt der homogenen Strahlung eine komplexe von 6 pCt. Absorption pro Zentimeter Schicht, die sich aber beim Durchgehen durch das Gewebe so weit härtet, dass sie in einer Tiefe von 10 cm nur mehr 4 pCt. Absorption hat, so können wir zwar durch Aenderung der Fokus-Hautdistanz ein Flächendosenverhältnis von 5:1 erhalten, also wieder 91,6 X an der Oberfläche und 18,3 X in der Tiefe, haben aber deswegen noch lange nicht den gleichen therapeutischen Effekt, wie Friedrich und Krönig, denn in diesem Falle sind statt den notwendigen 1,1 X, nur 0,75 absorbiert worden.

Wollen wir das System von Friedrich und Krönig auch bei komplexer Strahlung verwenden, so müssen wir gleichzeitig Qualitätsangaben machen. Nach der Methode von Weissenberg¹⁾ können wir zwar selbst sehr komplexe Strahlungen, sowie ich es in meiner ersten Arbeit²⁾ in der oben erwähnten Kommission verlangt habe, in ihre Bestandteile zergliedern. Aber deshalb eignet sich diese Methode, so gut sie für den eigenen Gebrauch bei Systemen in grossem Massstabe ist, doch nicht für Publikationen in den notwendigen kleinen Massstäben, da gerade wegen der kleinen Intervalle in den höchsten Dosen, also in der Haut eine wirklich komplexe Strahlung, wie aus Kurve 1 und 2 ersichtlich ist, nicht einwandsfrei dargestellt werden kann. Auch ist das Ausarbeiten so einer Strahlung eine sehr mühsame und zeitraubende Arbeit.

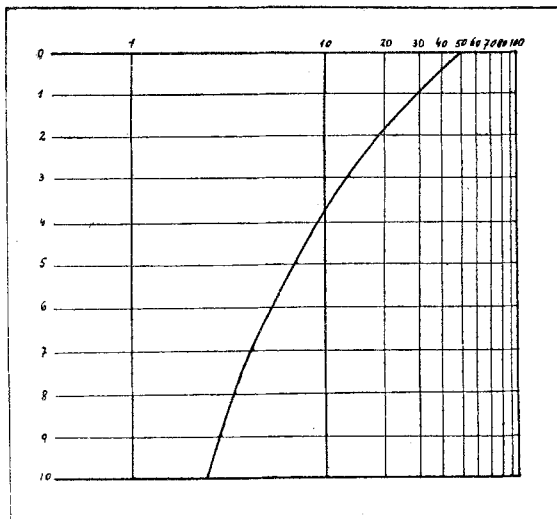
Beziehen wir aber die Tiefendosis nicht auf die Erythemdosis als Flächendosis, sondern als Absorptionsdosis, so können wir die Methode von Friedrich und Krönig für komplexe Strahlungen auch ohne Qualitätsangaben verwenden. Da bei der Kenntnis der A E D für sein Qualimeter jedermann imstande ist, denselben Effekt, den irgend jemand erzeugt hat, zu reproduzieren und mit seinem Qualimeter zu kontrollieren, fällt die Notwendigkeit eines direkten Dosimetervergleichs weg. Es besteht nur die Notwendigkeit, für das eigene Dosimeter die A E D zu bestimmen. Wenn wir also sagen, die Ovarialdosis (absorbierte Strahlenmenge) verhält sich zur A E D (absorbierte Erythemdosis, bezogen auf die in 1 cm-Schicht absorbierte Strahlenmenge) so wie 1:5, so müssen wir immer, ob die Strahlung nun homogen oder komplex ist, im Ovar den gleichen Effekt erhalten, wenn die Erythemdosis erreicht ist, da immer im Ovar 1,1 X absorbiert sein werden, wenn in der Haut 5,5 X absorbiert sind, wenn sich die absorbierte Strahlenmenge im 1. Zentimeter Schicht zu der im 10. Zentimeter so wie 1:5 verhält. Denn wie Wachtel³⁾ gezeigt hat, kommt es beim Hauterythem nicht auf die Oberflächendosis allein, nicht auf die Strahlenqualität allein, sondern auf das Produkt aus beiden, nämlich die absorbierte Strahlenmenge an.

1) Fortschritte a. d. G. d. R. Bd. 23. H. 3. S. 248.

2) Ebenda. Bd. 23. H. 1. S. 76.

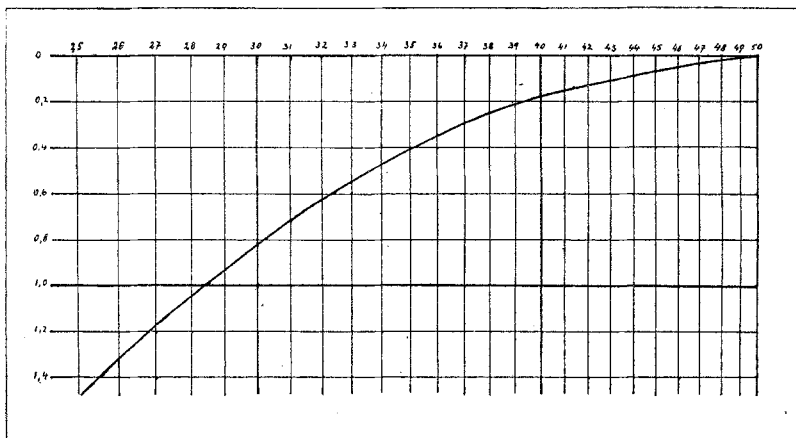
3) Ebenda. Bd. 23. H. 3. S. 248.

Kurve 1.



Die Kurve stellt eine komplexe Strahlung in dem üblichen Massstabe dar. Innerhalb der einzelnen Zentimeterschichten erscheint die Strahlung homogen zu sein, auch sind genaue Ablesungen in diesem Massstabe nicht möglich.

Kurve 2.



Stellt in vergrössertem Massstabe die Kurve derselben Strahlung wie Kurve 1 dar, nur ist in diesem Fall nur der erste Zentimeter Schicht in vergrössertem Massstabe gezeichnet. Aus dieser Kurve ist ersichtlich, dass die innerhalb der Zentimeterschicht anscheinend homogene Strahlung sehr stark komplex ist, und dass fast die Hälfte der, im ersten Zentimeter Schicht zur Absorption gelangenden Strahlung, in den ersten zwei Millimetern absorbiert wird.

Ebenso ist bei der Tiefendose ja auch nur diese das Wesentliche. Wenn wir es daher als das Einfachere gefunden haben, nur die absorbierte Strahlenmenge in der Haut zu publizieren, so wäre es auch das Natürlichste, dasselbe für die Tiefendosen zu tun.

Man könnte sich dann damit begnügen, nur die absorbierte Tiefendose zu publizieren. Das hat aber auch seinen Uebelstand. Ich müsste dann für jeden Dosimeter die Tiefendose für jedes Gewebe bestimmen, was gewiss keine einfache Arbeit bei den jetzt schon existierenden Instrumenten ist, geschweige denn bei allen zukünftigen. Wir können uns die Arbeit ersparen, wenn wir nur die absorbierte Tiefendose in ein Verhältnis zu A E D bringen, dann brauchen wir nämlich überhaupt keine Tabellen.

Die A E D ist zu definieren als jene Menge X-Strahlen, die in einer normalen, normal durchbluteten Rückenhaut eines normal pigmentierten Menschen männlichen Geschlechtes und bestimmten Alters zur Absorption gelangen müssen, um die Zeichen eines beginnenden Erythems zu erzeugen. Diese Grösse ist, wie Wachtel¹⁾ gezeigt hat, an jedem beliebigen Quantimeter durch Differenzmessung an einem Adsorptionskörper gleicher Absorption wie die Haut messbar. Die A E D stellt mir also eine genau definierbare und messbare Grösse dar, die wir als absolute Röntgenmasseinheit annehmen können.

Ich würde dann z. B. sagen, dass die Ovarialdosis 0,2 A E D sei. Daraus ersieht der Besitzer eines Intensimeters nach Fürstenau, dass er seine Strahlung so wählen muss, dass in der Tiefe des Ovars $33 F/5 = 6,6 F$ pro Zentimeter Schicht zur Absorption gelangen müssen. Arbeite ich mit dem Holzknecht-Qualimeter oder Kienböck-Streifen, so muss sie so gewählt sein, dass 0,55 H bzw. 1,1 X absorbiert werden, unabhängig von der Qualität der Strahlung auch ohne Vergleichstabellen.

Die Arbeit von Friedrich und Krönig ist aber auch insoweit ein Wendepunkt in der Richtung der Tiefentherapie als zum erstenmal eine Tiefendosis, statt der sonst üblichen Oberflächendosis, angegeben wurde. Es wäre wohl das Natürlichste gewesen, es so und nie anders zu machen, da es tatsächlich auf die Tiefendosis und nicht aber auf die Oberflächendosis ankommt. Die Angst vor der Hautschädigung scheint aber bei jedem Röntgenologen bisher so gross gewesen zu sein, dass er eben nur an die Oberflächengrenze gedacht hat.

Mit der weiteren Entwicklung der Tiefendosis geht eine Forderung, die ich in der schon erwähnten Arbeit in dieser Kommission gestellt habe, von selbst ihrer Erfüllung entgegen, nämlich die Aufstellung einer Sensibilitätstabelle. Wir wissen darüber nichts oder fast noch nichts und doch bildet gerade das die Grundlage für jede Arbeit. Solange ich nicht die Empfindlichkeit der Gewebe kenne, kann ich bei der Röntgentherapie nur tasten, aber niemals sicher arbeiten.

Da die A E D für die einzelnen Dosimeter gemessen als Differenz zweier Messungen an einem Absorptionskörper, wie oben auseinandergesetzt, ein absolutes Röntgenstrahlenmass darstellt und uns den Vergleich der verschiedenen Dosimeter ermöglicht, schlage ich vor, dass die genaue Bestimmung dieser Grösse, vor allem wegen der Definition der Normalhaut und der bestimmten Wahl eines zu fixierenden und

1) Die gegen Wachtel erhobenen Einsprüche möchte ich an anderer Stelle besprechen,

gleich dem Normalmetermassstabe zu hinterlegenden Absorptionskörpers, durch eine internationale Kommission oder wenigstens, wenn dieses vor Friedensschluss geschehen sollte, durch eine Kommission der Deutschen Röntgengesellschaft erfolgen soll. Von dieser Kommission wären auch die verschiedenen Dosimeter zu aichen, d. h. ihre A E D zu bestimmen.

Wir setzten uns sonst der Gefahr einer unendlichen Polemik über das Wesen und die Qualitäten der Normalhaut, des Absorptionskörpers und des Erythems aus.

Zusammenfassend wiederhole ich: Die A E D stellt uns ein absolutes Röntgenstrahlenmass dar und ermöglicht den Vergleich des Dosimeter ohne Tabellen, die Publikationen von Dosen ohne Qualitätsangaben. Die Normal - A E D ist kommissionell festzulegen und der Normalabsorptionskörper zu bestimmen und als Vergleichsmass an einem später zu bestimmenden Ort zu hinterlegen und die Dosimeter zu aichen. Aus der weiteren Entwicklung der Angaben von Tiefendosen ergibt sich eine Sensibilitätstabelle.

