von beachtenswerter Unregelmäßigkeit. Die Entladung erfolgt in zackenartigen Stößen, die Spannung fällt in jedem Stoß von 80 kV auf 40 kV und steigt wieder; nach *Déguisne* deswegen, weil der Sekundärstrom auf das Magnetfeld zurückwirkt. Jeder rasche Aufstieg des Sekundärstromes hat ein augenblickliches Sinken, jeder plötzliche Abfall des Stromes ein Ansteigen der elektromotorischen Kraft zur Folge. Hierauf beruht die von vielen Seiten gefundene stoßartige Form der Röntgenstrahlung. Der zweite Teil der Arbeit behandelt die Wanderwellen in der Sekundärspule des Röntgentransformators. Die sekundäre Stromstärke verteilt sich nicht gleichmäßig über die ganze Länge der Sekundärwicklung. Infolgedessen kommt es bei jedem Stromstoß zu einer Strömung der Elektrizität, die Wanderwellen in der Sekundärspule hervorruft. Diese Wellen können beim Eintreffen an den Klemmen eine Spannungserhöhung veranlassen, die nach dem Aussetzen des sekundären Stromes ein neues Zünden der Röntgenröhre oder, falls die Röhre noch nicht verloscht war, ein ruckweises Ansteigen des Stromes zur Folge hat. Als Fortpflanzungsgeschwindigkeit findet *Déguisne* $1,2 \cdot 10^{10}$ cm pro Sekunde. Einige Oszillogramme zeigen, daß die Stromverteilung in der Sekundärspule tatsächlich ungleichmäßig ist, und daß für die Kurvenform die Wanderwellen von großer Bedeutung sind.

Das Integrallontometer. Die in der Röntgentechnik verwendeten Dosierungsverfahren haben den Nachteil, daß ihre Angaben von der Härte der Röntgenstrahlen abhängen und daher nicht eindeutig sind. *Th. Christen* (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen* Bd. 23, S. 520, 1916) stellt sich die Aufgabe, ein Instrument zu schaffen, das diesen Nachteil vermeidet, um zu erreichen, daß das Instrument bei harten und weichen Strahlen zu gebrauchen ist und auch dann, wenn man es — wie stets in der Praxis — mit einem *Strahlungsgemisch* zu tun hat. Angenommen die Strahlung fiele durch einen Absorptionskörper von überall gleicher Dicke in eine Ionisationskammer. Dann würden um so mehr Strahlen durch den Absorptionskörper hindurchgehen, je härter die Strahlung ist, und anderseits würden in der Luft der Ionisationskammer um so weniger Strahlen absorbiert. Man könnte nun denken, daß diese beiden entgegengerichteten Einflüsse einander aufheben, und daß die Stärke der Ionisation in der Kammer ein von der Härte der Strahlen unabhängiges Maß für die Strahlenstärke wäre. Das ist aber falsch. Qualitativ wirken die Einflüsse in entgegengesetzter Richtung, aber quantitativ heben sie sich nicht auf. Zur Lösung der Aufgabe muß die Frage so gestellt werden: Welche Gestalt muß der Absorptionskörper haben, damit die Stärke der Ionisation in der Ionisationskammer ein von der Härte unabhängiges Maß für die Strahlenstärke ist. *Christen* zeigt zwei Lösungen. Entweder gibt man dem Absorptionskörper die Form eines ebenen Keiles oder man setzt einen rotationsparabolischen Hohlkörper über eine kreisrunde Kammer. Der letzte Weg wurde bei der Konstruktion des Integrallontometers eingeschlagen, das für die Meßtechnik der Röntgenstrahlen einen wichtigen Fortschritt bedeutet. Es ist mit ihm nicht nur möglich, unab-

hängig vom Härtegrad Flächenenergie und Intensität zu messen, sondern auch für die Leistung eines Röntgenapparates ein einwandfreies Maß zu geben.

Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik. Für die Frage nach einer Vereinheitlichung des Meßwesens in der Röntgentechnik (*Voltz, Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen* Bd. 24, S. 1—51, 1916) kommt es erstens darauf an, die physikalisch-chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Meßgerät und zweitens die chemisch-biologische Wirkung auf den menschlichen Körper kennen zu lernen. Beide Wirkungen sind auf die Bildung von negativen Elektronen zurückzuführen, die die Röntgenstrahlen in der von ihnen getroffenen Substanz erzeugen. Diese Elektronen, die Kathoden- oder β -Strahlencharakter haben, verursachen dann die äußerlich sichtbare Wirkung auf Meßgerät oder Zelle. Damit tritt das „Sekundärstrahlenproblem“ in den Vordergrund, d. h. die Frage, wie groß die Sekundärstrahlung ist in Abhängigkeit von der Art der getroffenen Substanz und der Wellenlängenzusammensetzung des Röntgenstrahlungsgemisches. Die Erscheinung der selektiven Absorption der Röntgenstrahlen bildet die Hauptquelle für die zahlreichen bisherigen Unstimmigkeiten in der Röntgenmeßtechnik; erst wenn man dafür gesorgt hat, daß das physikalische Meßinstrument aus Substanzen besteht, in denen das Strahlungsgemisch des Röntgenrohres keine Sekundärstrahlen erzeugt, werden einwandfreie Messungen möglich. Unter diesem Gesichtspunkt ist sowohl zur Messung der Härte, wie auch der Dosis nur die jontometrische Methode geeignet; zum Bau des Ionisationsraumes dürfen daher nur Stoffe benutzt werden, in denen die Sekundärstrahlung keine Rolle spielt. Zugleich ist zur Beurteilung des Strahlungsgemisches die Beobachtung der Kurvenform der an der Röhre liegenden Spannung nötig. Daher sind fast alle heute gebräuchlichen Meßinstrumente ungeeignet und ein Vergleich der verschiedenen Meßmethoden undurchführbar. Zur Lösung des Gesamtproblems muß ferner auch die Wirkung auf die Zellen des menschlichen Körpers berücksichtigt werden. Auch in ihnen werden Sekundärstrahlungen und selektive Absorption für bestimmte Wellenlängen eintreten. Daraus folgt aber, daß, wenn auch die Röntgenstrahlen physikalisch einwandfrei gemessen werden, doch bei gleichem physikalischen Effekt nicht immer der gleiche biologische Effekt in der Zelle eintreten muß. Es ist daher noch unbekannt, in welcher Beziehung ein bestimmter biologischer Effekt zu einer bestimmten physikalischen Strahlenenergie steht. Neben der Durchbildung und Vervollkommnung des physikalischen Meßinstruments und der Vereinheitlichung der Meßmethoden und Meßskalen ist daher das Studium der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen zur Lösung des Gesamtproblems erforderlich. — Die Arbeit von *Voltz* enthält außer einer Sichtung des bisher bekannten Materials auch einige neue Versuche. Sie beziehen sich auf die Erforschung der elektrodynamischen Eigenschaften der Röntgenröhre und knüpfen an die Ludewigsche Theorie über das Verhalten der Röhre im Betriebe an. Es zeigt sich, daß die theoretisch abgeleiteten Beziehungen mit den Versuchsergebnissen sehr wohl übereinstimmen.

Paul Ludewig, Freiberg.