Zeitschrift: Badener Neujahrsblätter

Herausgeber: Literarische Gesellschaft Baden; Vereinigung für Heimatkunde des Bezirks Baden

Band: 27 (1952)

Artikel: Der Strahlentransformator (Betatron)

Autor: Wideröe, Rolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-322448

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Strahlentransformator

(BETATRON)

von Rolf Wideröe

Brown Boveri führte in den letzten Jahren eine Neuentwicklung, die des 31-Millionen-Volt-Strahlentransformators, durch, welche in weiten Kreisen ein großes Interesse entfachte. Der Prototyp des Strahlentransformators steht seit anfangs April 1951 im Kantonsspital Zürich zur Heilung tiefliegender Krebsgeschwüre in regulärem Therapiebetrieb. Die Firma Brown Boveri begab sich damit in ein neues Arbeitsgebiet, die Technik und Anwendung der elektrischen Teilchenbeschleuniger, ein Gebiet, welches von größter Bedeutung ist für den Arzt, den Kernphysiker und den Materialfachmann, der über die Grenzen des heutigen Wissens und Könnens hinausstoßen will.

In dem neuentwickelten Strahlentransformator werden Elektronen auf eine kinetische Energie beschleunigt, die einem Spannungsgefälle von 31 Millionen Volt entspricht. Die Elektronen erzeugen Röntgenstrahlen, deren Intensität der gleichen Energie entspricht. Der in die neue Technik nicht eingeweihte Ingenieur wird sich sofort fragen, wie es wohl möglich ist, so hohe Spannungen zu meistern, die etwa die Größenordnung natürlicher Blitzentladungen erreichen. Die Antwort ist aber einfacher als man glauben sollte: Die hohe Spannung tritt im Betatron tatsächlich niemals auf, sondern die Elektronen werden nacheinander eine Million mal mit einer Spannung von im Mittel 31 Volt beschleunigt. Die Elektronen speichern dabei die im Spannungsgefälle jedesmal gewonnene Energie als Bewegungsenergie auf und erreichen somit am Schluß die phantastisch anmutende Energie von 31 Millionen Volt. So einfach diese Erklärung auch klingt, so schwierig ist die Realisierung der Grundgedanken gewesen. Man stelle sich folgendes vor:

Elektronen werden von einer kleinen «Elektronenkanone» in ein kreisförmiges, evakuiertes Rohr (ein «Toroid») eingeschossen und ihre Bahnkurve wird mittels Magnetfelder zu einer Kreisbahn gestaltet. Auf dieser Kreisbahn bewegen sich die Elektronen mit einer Geschwindigkeit, die bald nahezu 300 000 km pro Sekunde erreicht, und zwar legen sie in $^1/_{200}$ Sekunde eine Wegstrecke von etwa 1500 km, d. h. eine Strecke gleich jener von Baden nach Stockholm zurück. Die Elektronen kreisen während dieser langen Reise 1 Million mal in der Kreisröhre herum und werden allmählich in der bereits beschriebenen Weise auf eine kinetische Spannung von 31 Millionen Volt

gebracht. Wenn diese erreicht ist, wird die Kreisbahn schnell erweitert, so daß die Elektronen ihr Ziel, ein kleines Platinstück von 1 mm Höhe und 0,5 mm Breite erreichen und in diesem die Röntgenstrahlung auslösen können. Selbst ein Schützenkönig muß sich wohl als geschlagen erklären, wenn es darum geht, eine solche Zielscheibe in 1500 km Entfernung zu treffen; aber diese enorme Zielgenauigkeit wird nicht nur einmal geleistet, sondern 50 mal in jeder Sekunde während über 1000 Stunden, d. h. mehr als 180 Millionen mal, seitdem der Apparat in Zürich in Betrieb genommen wurde.

Aber nicht genug damit. In dem Apparat sind zwei «Elektronenkanonen» eingebaut, die abwechselnd «abgefeuert» werden. Die eine schießt ihre Elektronen in der Kreisröhre rechts herum, die andere links herum ein; und beide sollen die gleiche Zielscheibe, das kleine Platinstück, treffen. Somit entstehen Röntgenstrahlen, die abwechselnd nach rechts und nach links gerichtet sind. Wir haben also eine Zweistrahlmaschine und können mit ihr nach Wunsch und unabhängig voneinander gleichzeitig zwei getrennte Aufgaben lösen.

Wir glauben, nicht zuviel zu sagen, wenn wir behaupten, daß die technischen Leistungen und die Wirkungsweise des Strahlentransformators fast an das Wunderbare grenzen und einen ebenso phantastisch anmuten wie die einfache Zahlenangabe: 31 Millionen Volt.

Was kann man nun mit den vom Betatron erzeugten Röntgenstrahlen dieser hohen Energie erreichen? Um dies klar zu machen, müssen wir erst noch kurz auf das Wesen der Röntgenstrahlen eingehen.

Bei den Röntgenstrahlen handelt es sich um eine elektromagnetische Wellenstrahlung, genau wie bei den Radiowellen, den Wärmestrahlen und den Lichtstrahlen, nur daß die Wellenlänge der Röntgenstrahlen viel kürzer ist als jene des sichtbaren Lichtes. Die Lichtstrahlen haben Wellenlängen von etwa 0,0007 bis 0,0004 mm, eine Röntgenröhre für 300 kV Spannung erzeugt hingegen Strahlen mit einer kleinsten Wellenlänge von nur 0,00000004 mm (7 Nullen hinter dem Komma). Die 31-Millionen-Volt-Röntgenstrahlung hat aber eine Wellenlänge, die noch 1000 mal kleiner als diese ist; sie beträgt nur 0,00000000004 mm (10 Nullen hinter dem Komma), und diese kurzwellige Strahlung vermag gewissermaßen viel leichter zwischen den Atomen eines Körpers «hindurchzuschlüpfen» als die gewöhnlichen Röntgenstrahlen. Die 31-Millionen-Volt-Strahlung wirkt viel durchdringender, sie ist, wie der Fachmann es anders ausdrückt, eine *ultraharte Strahlung*. Dies ist von großer Bedeutung, wenn die Wirkung der Strahlen tief in einen Körper eindringen soll, oder wenn dicke Eisenplatten zu durchleuchten sind.

Die üblichen Röntgenstrahlen werden im menschlichen Körper stark geschwächt; in 10 cm Tiefe beträgt die Intensität nur noch 30 % der an der

Hautoberfläche wirksamen Strahlenintensität. Dies bereitet für die Tiefentherapie große Schwierigkeiten, und es war bisher in vielen Fällen unmöglich, tiefliegende Krebse zu behandeln und zu beseitigen, ohne schwere Hautverbrennungen und Schäden in Kauf zu nehmen. Für die Betatronstrahlung liegen die Verhältnisse nun wesentlich günstiger. Bei ihr werden die größten Strahlenwirkungen in der Tiefe des Körpers (etwa in 6 cm Tiefe) ausgelöst, während die Einwirkung auf der empfindlichen Haut viel kleiner ist. Aus diesem Grunde lassen sich die Hautverbrennungen jetzt ganz vermeiden, wobei zudem noch viel kräftigere Dosen an tiefliegenden Krankheitsherden zur Wirkung gebracht werden können. Die ersten Behandlungsergebnisse des Kantonsspitals in Zürich haben diese Erwartungen bestätigt, und die Ärzte betrachten bereits heute die 31-Millionen-Volt-Strahlung als einen bedeutsamen Fortschritt der Krebstherapie. Abbildung 1 zeigt das im Kantonsspital Zürich installierte Betatron.

Genau wie der Arzt muß auch der Materialfachmann mit den Röntgenstrahlen dicke Schichten von Materie durchdringen; in diesen Fällen aber, in welchen es sich etwa um das Durchleuchten von Eisen und Stahl handelt, ist die Durchdringungsfähigkeit der Strahlung fast noch wichtiger. Mit den 31-Millionen-Volt-Röntgenstrahlen kann man noch bis zu 50 cm dicke Eisenplatten durchleuchten und dabei Röntgenaufnahmen ausführen, anhand welcher innere Fehler erkennbar sind. Als ein Beispiel für die Empfindlichkeit dieser Kontrolle sei nur erwähnt, daß man in einer 29 cm dicken Eisenplatte ganz dünne Löcher mit einem Durchmesser von nur 1,4 mm noch erkennen kann. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Strahlenlaboratorium der Firma Brown Boveri, während der Vorbereitung einer Röntgenaufnahme von einem Elektromotor. In Abbildung 3 ist die Röntgenaufnahme einer elektrischen Küchenmaschine zu sehen.

Wie bereits anfangs erwähnt, spielt der Strahlentransformator auch eine bedeutende Rolle für die heute so wichtige Erforschung der Atomkerne. Unter dem Einfluß der 31-Millionen-Volt-Strahlung lassen sich die meisten Stoffe radioaktiv machen. Die in dieser Weise erzeugte Radioaktivität ist zwar in fast allen Fällen so schwach, daß sie ganz ungefährlich und praktisch vernachlässigbar ist; für die feinen Meßgeräte des Physikers jedoch gibt diese künstlich erzeugte Radioaktivität sehr wesentliche Aufschlüsse über den Bau der Atomkerne, über die Bausteine der Kerne und die Kräfte, die diese im Kern zusammenhalten. Unter dem Einfluß der hochenergetischen Strahlung wird in den meisten Fällen aus dem Atomkern ein nicht geladenes Teilchen (ein sogenanntes «Neutron») herausgeschleudert, und es entsteht dadurch ein neuer Atomkern, der etwas leichter als der alte Kern ist, sonst aber fast genau die

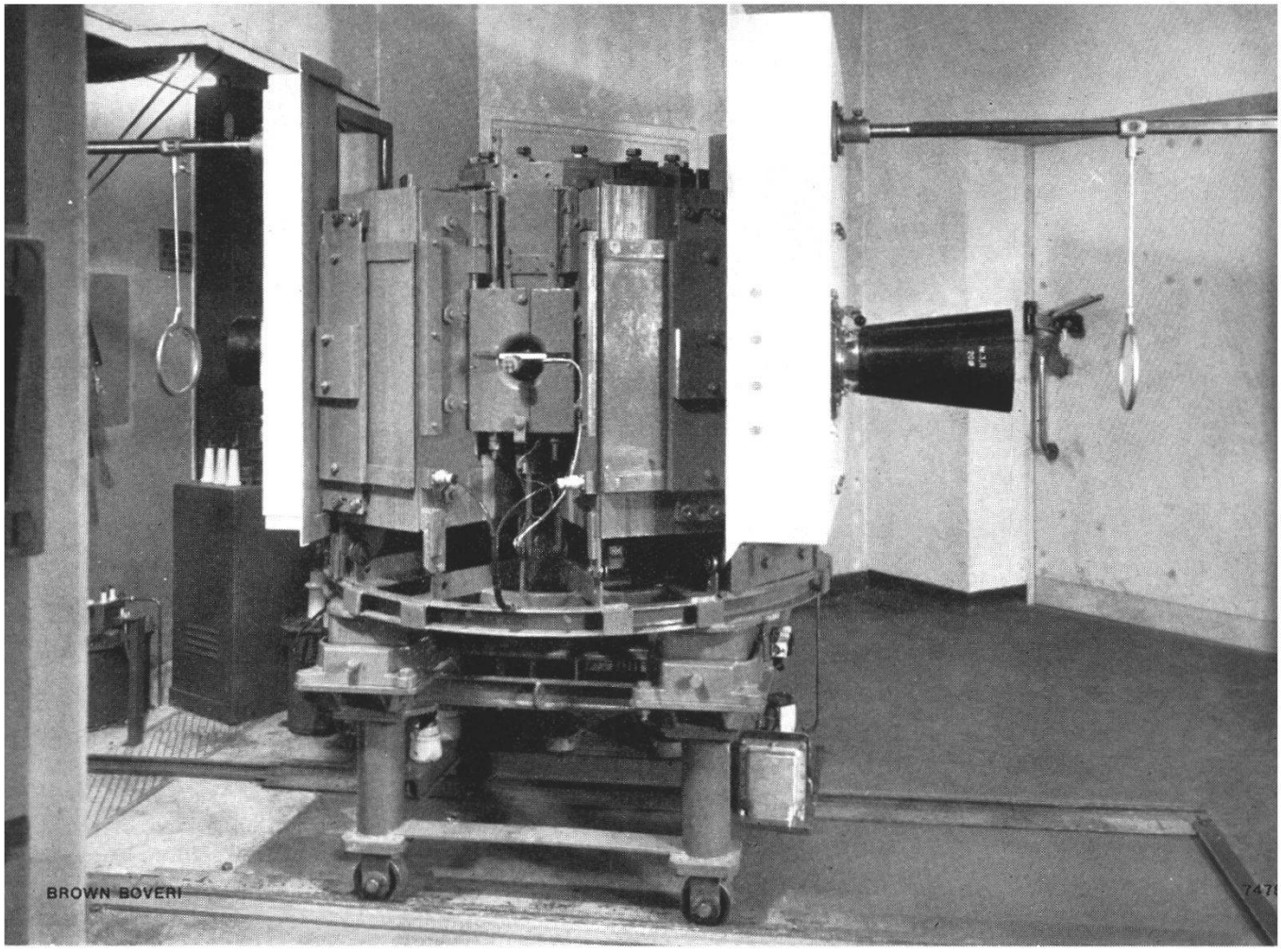

Abb. 1

Abb. 1. *Strahlentransformator im Kantonsspital Zürich mit Schutzwänden von der Seite gesehen.*

Rechts und links sind die Tubusse für die Bestrahlung der Patienten sowie die Visiereinrichtungen sichtbar.

Abb. 2. *Aufnahme eines Röntgenbildes mit dem Betatron im Strahlenlaboratorium der AG. Brown, Boveri & Cie., Baden*

Das Bild läßt erkennen, wie einfach sich die Röntgenaufnahme eines Werkstückes, im vorliegenden Falle eines Elektromotors, mit dem Betatron gestaltet.

Abb. 3. *Durchleuchtung einer Küchenmaschine mit 31-MV-Röntgenstrahlen.*

Abb. 2

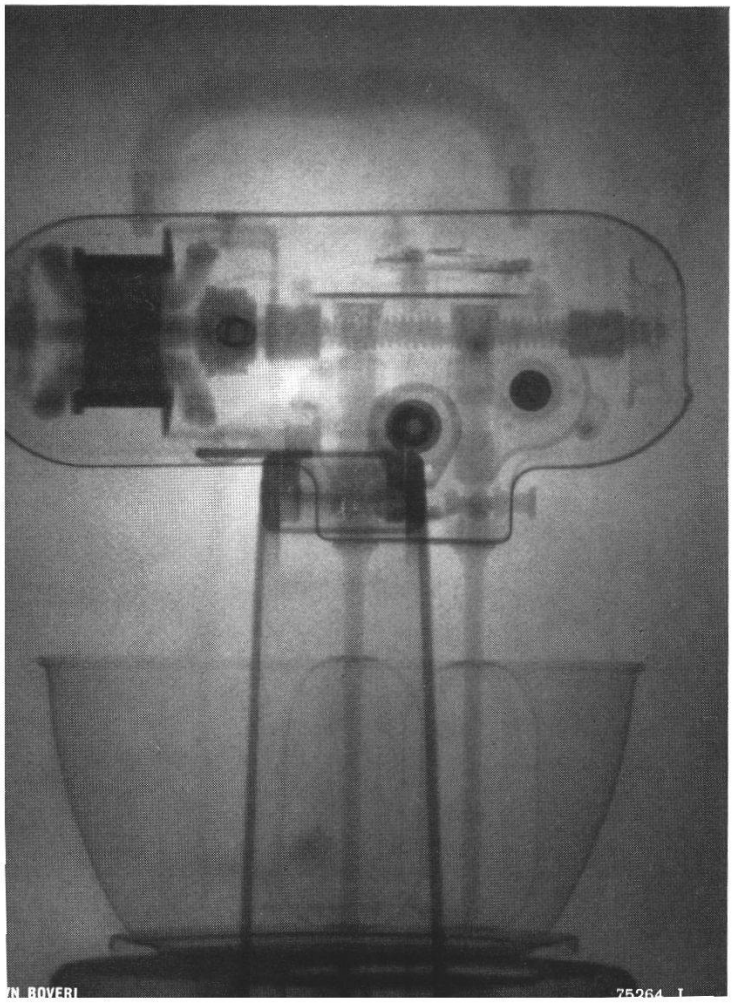

Abb. 3

gleichen Eigenschaften besitzt. Man nennt ein derartiges Atom ein «Isotop» des ursprünglichen Stoffes. Diese Isotopen haben sich für die Forschung auf vielen Gebieten als äußerst wichtig erwiesen. Diese neuen Atome mit, wie erwähnt, fast genau gleichen Eigenschaften wie jene vor der Bestrahlung, haben eine ganz besondere, neue Eigenschaft hinzu erhalten: *Sie sind radioaktiv geworden* und lassen sich aus diesem Grunde leicht erkennen und feststellen. Man kann beispielsweise solche «markierte Atome» bei ihrer Wanderung durch den menschlichen Körper genau verfolgen und kann auf diese Art Aufschlüsse über den Stoffwechsel und über die chemischen Vorgänge im Organismus erhalten, von denen man früher nicht einmal zu träumen gewagt hätte.

Man erkennt aus diesen nur kurz angedeuteten Hinweisen, wie wertvolle Dienste der neue Strahlentransformator zu leisten vermag. Es ist tatsächlich hier ein neues Werkzeug geschaffen worden, welches sowohl für das praktische Leben wie auch in der Hand des Forschers die Lösung vieler Probleme und den Weg zu neuen Erkenntnissen bringen wird.