

H. E. SCHMIDT,

# Röntgen-Therapie

Vorte Auflage

# RÖNTGEN-THERAPIE

(Oberflächen- und Tiefenbestrahlung).

---

Vierte Auflage.

# RÖNTGEN-THERAPIE

(Oberflächen- und Tiefenbestrahlung).

Von

**Dr. H. E. Schmidt,**  
Berlin.

**Vierte neubearbeitete und erweiterte Auflage.**

Mit 83 Abbildungen.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1915

---

Alle Rechte, besonders das der Uebersetzung,  
vorbehalten.

---

ISBN 978-3-662-34227-5  
DOI 10.1007/978-3-662-34498-9

ISBN 978-3-662-34498-9 (eBook)

**Softcover reprint of the hardcover 4th edition 1915**

## Vorwort zur vierten Auflage.

---

Innerhalb eines Jahres ist die dritte Auflage der „Röntgen-Therapie“ vergriffen gewesen!

Das ist um so erfreulicher, als auch in diesem Jahre wieder so wichtige Neuerungen auf dem Gebiete des Röntgen-Instrumentariums und infolgedessen so erhebliche Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgen-Therapie, insbesondere der Tiefenbestrahlung zu verzeichnen sind, daß allein aus diesem Grunde die vorliegende durchgreifende Neubearbeitung erforderlich gewesen wäre, die hoffentlich eine ebenso freundliche Aufnahme finden wird, wie sie den früheren Auflagen beschieden war.

Berlin, Anfang November 1914.

**Dr. H. E. Schmidt.**

# Inhalt.

---

<b>Physikalisch-technischer Teil.</b>	<b>Seite</b>
Kathoden- und Röntgenstrahlen . . . . .	1
Röntgeninstrumentarium . . . . .	5
Stromquelle . . . . .	5
Induktor . . . . .	7
Unterbrecher . . . . .	9
Röntgenröhren . . . . .	16
Vorrichtungen zur Unterdrückung der verkehrten Stromrichtung . . . . .	33
Instrumente zur Prüfung der Qualität der Röntgenstrahlen . . . . .	36
Radiometer (Benoist-Walter) . . . . .	36
Kryptoradiometer (Wehnelt) . . . . .	37
Härteskala (Walter) . . . . .	38
Absoluter Härtemesser (Christen) . . . . .	39
Qualimeter (Bauer) . . . . .	44
Sklerometer (Klingelfuß) . . . . .	44
Instrumente zur Prüfung der Quantität der Röntgenstrahlen . . . . .	45
Freundsches Meßverfahren . . . . .	45
Radiometer (Sabouraud-Noiré) . . . . .	46
Radiometer (Bordier) . . . . .	49
Quantimeter (Kienböck) . . . . .	50
Fällungsradiometer (Schwarz) . . . . .	52
Skala zum Sabouraud (Holzknecht) . . . . .	55
Köhlersche Meßmethode . . . . .	56
Elektrische Meßmethoden . . . . .	57
Vorrichtungen zur Kontrolle der Röhrenkonstanz	57
Milliampèremeter . . . . .	59
Parallele Funkenstrecke . . . . .	60
Rhythmeur und Periodeur . . . . .	62
Strahlungsregionen der Röntgenröhre . . . . .	63

Die Bedeutung der Röntgenstrahlen-Qualität für die direkte Dosimetrie . . . . .	64
Behandlung der Röntgenröhren . . . . .	67

### Therapeutischer Teil.

Die Entwicklung der Röntgentherapie . . . . .	75
Erste therapeutische Versuche . . . . .	75
Histologische Veränderungen der Haut . . . . .	76
Wirkung der Röntgenstrahlen auf die männlichen Geschlechtsdrüsen . . . . .	77
Wirkung der Röntgenstrahlen auf die weiblichen Geschlechtsdrüsen . . . . .	79
Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Lymphsystem und die blutbildenden Organe . . . . .	81
Wirkung der Röntgenstrahlen auf verschiedene drüsige Organe . . . . .	82
Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Zentralnerven- system . . . . .	84
Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge . . . . .	84
Störungen des Allgemeinbefindens nach Röntgenbe- strahlung . . . . .	85
Theorie der Röntgenstrahlenwirkung . . . . .	85
Wirkung der Röntgenstrahlen auf junge Tiere . . . . .	86
Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Gravidität . . . . .	88
Wirkung der Röntgenstrahlen auf Bakterien . . . . .	89
Wirkung der Röntgenstrahlen auf Pflanzen . . . . .	89
Die Röntgenstrahlen-Dermatitis . . . . .	90
Experimentelle Untersuchungen . . . . .	90
Verschiedene Reaktionsgrade . . . . .	91
Frühreaktionen . . . . .	93
Bleibende Hautveränderungen . . . . .	94
Histologische Befunde . . . . .	95
Wirkungen der harten filtrierte Strahlen auf die Haut Behandlung der Röntgenstrahlen-Dermatitis und ihrer Folgeerscheinungen . . . . .	96
Folgeerscheinungen . . . . .	100
Das „Röntgen-Karzinom“ . . . . .	101
Dosierung der Röntgenstrahlen . . . . .	103
Die Erythemgrenze bei den verschiedenen Strahlenqualitäten . . . . .	111
Desensibilisierung und Sensibilisierung für Röntgenstrahlen . . . . .	113
Allgemeine Bestrahlungstechnik . . . . .	123
Methodik der Oberflächenbestrahlung . . . . .	135

Inhalt.	IX
	Seite
Methodik der Tiefenbestrahlung . . . . .	138
Die forensische Bedeutung der Schädigungen durch Röntgenstrahlen . . . . .	144
Die Hygiene im Röntgenzimmer . . . . .	148
Indikationen . . . . .	150
a) Dermatologie.	
Psoriasis . . . . .	150
Ekzem . . . . .	156
Pityriasis rosea . . . . .	159
Lichen simplex (Vidal) . . . . .	159
Lichen ruber planus . . . . .	160
Lichen ruber verrucosus . . . . .	161
Prurigo . . . . .	163
Aknekeloid . . . . .	163
Akne vulgaris (Rosacea) . . . . .	163
Rhinophyma . . . . .	165
Furunkulosis . . . . .	165
Pemphigus vegetans . . . . .	166
Lupus erythematoses . . . . .	166
Sklerodermie . . . . .	167
Elephantiasis . . . . .	167
Granulosis rubra nasi . . . . .	168
Seborrhoea oleosa . . . . .	168
Hyperhidrosis . . . . .	169
Hydrocystadenom . . . . .	169
Ichthyosis . . . . .	169
Keratoma hereditarium palmare et plantare . . . . .	169
Dariesche Dermatose . . . . .	170
Hypertrichosis . . . . .	170
Leukoplakia linguae . . . . .	171
Perniones . . . . .	172
Favus . . . . .	172
Trichophytie . . . . .	174
Sykosis . . . . .	176
Lupus vulgaris . . . . .	177
Lupus pernio . . . . .	180
Skrophuloderma . . . . .	180
Tuberkulosis cutis verrucosa . . . . .	181
Erythema induratum . . . . .	181
Folliklis und Aknitis . . . . .	182
Rhinosklerom . . . . .	182
Verruca . . . . .	184
Keloid . . . . .	184
Angiom . . . . .	186
Lipom . . . . .	188
Fibrom . . . . .	188
Karzinoma cutis . . . . .	188

	Seite
Pagets disease . . . . .	193
Xeroderma pigmentosum . . . . .	194
Sarkoma cutis . . . . .	194
Mykosis fungoides . . . . .	198
Syphilis . . . . .	198
Pruritus . . . . .	200
b) Innere Medizin.	
Leukämie . . . . .	201
Pseudoleukämie . . . . .	204
Malaria . . . . .	205
Morbus Banti . . . . .	205
Morbus Addisonii . . . . .	205
Morbus Basedowii . . . . .	206
Arthritis deformans und Arthritis urica . . . . .	208
Bronchitis, Bronchialasthma . . . . .	208
Neuralgie . . . . .	209
Syringomyelie . . . . .	210
Multiple Sklerose . . . . .	211
Arteriosklerose . . . . .	211
c) Chirurgie.	
Tuberkulose der Drüsen, Knochen und Gelenke . . . . .	211
Lungen-, Kehlkopf-, Nieren-, Blasen-, Bauchfell-, Nebenhodentuberkulose . . . . .	215
Aktinomykose . . . . .	216
Venerische Bubonen . . . . .	216
Morbus Mikulicz-Kümmel . . . . .	217
Struma . . . . .	217
Thymushypertrophie . . . . .	218
Prostatahypertrophie . . . . .	219
Karzinome innerer Organe . . . . .	221
Sarkome innerer Organe . . . . .	229
Hypophysistumoren . . . . .	237
d) Gynäkologie.	
Myoma uteri; Präklimakterische Blutungen; Chronische Metritis; Dysmenorrhoe; Osteomalacie; Kraurosis . . . . .	238
e) Ophthalmologie.	
Lid-Epitheliome . . . . .	246
Hornhaut-Epitheliome . . . . .	248
Sarkome des Bulbus und der Orbitalgegend . . . . .	249
Lupus conjunctivae . . . . .	249
Trachom . . . . .	250
Frühjahrskatarh, Episkleritis, Hornhautflecke, Hornhautgeschwüre . . . . .	251
f) Oto-Rhino-Laryngologie . . . . .	251
g) Veterinär-Medizin . . . . .	253
Nachtrag . . . . .	253

Physikalisch-technischer Teil.



## Kathoden- und Röntgenstrahlen.

Zur Erzeugung von Röntgenstrahlen sind elektrische Ströme von hoher Spannung und gleicher Richtung erforderlich, die Stromstärke kann dabei sehr gering sein.

Die Begriffe „Spannung“ und „Stromstärke“ macht man sich am besten durch Vergleich des elektrischen Stromes mit einem Wasserstrom klar. Wie das Wasser von Stellen höheren zu Stellen niedrigeren Druckes fließt, so strömt die Elektrizität von Stellen höherer zu Stellen niedrigerer Spannung. Die Spannung bei der strömenden Elektrizität entspricht also dem Druck beim strömenden Wasser.

Die Menge Wasser, welche in einem Rohre von bekanntem Querschnitt an einer bestimmten Stelle in 1 Sekunde vorbeifließt, ist offenbar ein Maß für die Stärke des Stromes, ebenso die Elektrizitätsmenge, die durch einen Draht von bekanntem Querschnitt an einer bestimmten Stelle in 1 Sekunde hindurchströmt, ein Maß für die Stärke des elektrischen Stromes. Die Einheit der Spannung nennt man 1 Volt, die der Stromstärke 1 Ampère. Ein kurzer dicker Draht setzt dem elektrischen Strom einen viel geringeren Widerstand entgegen als ein langer dünner Draht; durch ersteren können große Elektrizitätsmengen bei niedriger Spannung, durch letzteren kleine Elektrizitätsmengen nur bei hoher Spannung fließen.

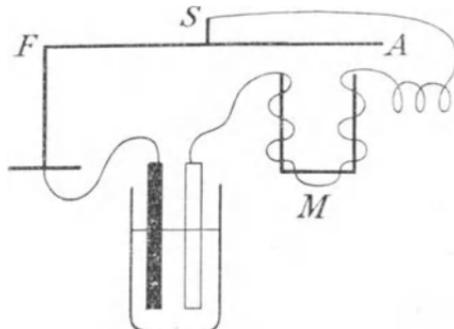
Zur Messung der Spannung und Stromstärke dienen sogen. Volt- und Ampèremeter, deren Konstruktion auf der Tatsache beruht, daß ein beweglicher stromdurchflossener Leiter in einem konstanten Magnetfelde eine Ablenkung erfährt, und zwar um so mehr, je kräftiger der Strom ist. Diese Drehspul-Instrumente nach Deprez-d'Arsonval zeichnen sich durch große Präzision aus. Zur Messung der Stromstärke in Röntgenröhren werden Milli-Ampèremeter benutzt, deren Wirkungsweise auf gleicher Grundlage beruht.

Hochgespannte Ströme erhält man am bequemsten durch Induktion; unter Induktion versteht man folgenden von Faraday entdeckten Vorgang:

In einem geschlossenen stromlosen Leiter entsteht ein elektrischer Strom, sobald diesem Leiter ein Magnet genähert oder von ihm entfernt wird. Ebenso entstehen in einem geschlossenen stromlosen Leiter Ströme, wenn in seiner Nähe ein Strom geöffnet oder geschlossen wird. Auf dieser Tatsache beruht die Konstruktion der sogenannten

Induktionsapparate, welche im wesentlichen aus 2 voneinander isolierten, gewöhnlich übereinander gewickelten Drahtrollen bestehen. Die Drahtrolle, durch welche der Hauptstrom geschickt wird, bezeichnet man als primäre, die darüber gewickelte, in welcher durch Oeffnung und Schließung des Hauptstromes die hochgespannten Induktionsströme entstehen, als sekundäre Spule. Man bezeichnet den induzierenden auch als primären, den induzierten oder Induktionsstrom auch als sekundären Strom. Der Oeffnungsinduktionsstrom ist dem Schließungsinduktionsstrom entgegengesetzt gerichtet und besitzt eine größere Intensität. Induktionsströme entstehen auch beim Stärker- und Schwächerwerden, sowie beim Nähern und Entfernen des primären Stromes. Sie sind beim Schließen, Nähern und Stärkerwerden des primären Stromes diesem entgegengesetzt, beim Oeffnen, Entfernen und Schwächerwerden ihm gleich gerichtet. Induktion findet auch im primären Stromkreise selbst statt, wenn dieser aus vielen dicht aneinander liegenden Windungen besteht. Die dadurch entstehenden Ströme heißen Extraströme. Der Vorgang wird als Selbstinduktion bezeichnet. Da es sich beim Betrieb von Röntgenröhren darum handelt, einen niedrig gespannten Strom in einen solchen von hoher Spannung umzuwandeln, und da die Spannung des sekundären Stroms um so größer ist, je größer die Stärke des primären Stroms und je zahlreicher die Windungen der sekundären Rolle sind, so wählt man für die primäre Rolle verhältnismäßig dicken und kurzen, für die sekundäre Rolle dagegen dünnen und langen Draht.

Fig. 1.



Wagnerscher Hammer.

Zur selbsttätigen Unterbrechung des primären Stromes dient z. B. der Wagnersche Hammer (Fig. 1). Das hufeisenförmige Eisenstück  $M$  wird durch den herumfließenden Strom magnetisch und zieht den Anker  $A$ , der bei  $F$  durch eine Feder befestigt ist, an und von der Metallspitze  $S$  fort. Dadurch wird der Strom unterbrochen, und infolgedessen verliert das Eisenstück  $M$  seinen Magnetismus, die Feder geht in ihre alte Lage zurück, der Strom ist wieder geschlossen, und das alte Spiel beginnt von neuem.

Der Wagnersche Hammer ist ein Bestandteil des Dubois-Reymondschen Schlitten-Induktoriums, bei welchem die sekundäre über die primäre Spirale geschoben, und dadurch die Wirkung abgestuft werden kann.

Wirksamer als das Dubois-Reymondsche Schlitten-Induktorium ist der Ruhmkorffsche Funkeninduktor, bei welchem beide Spiralen über einander gewickelt sind, und der Draht der sekundären oft bis 100 000 m lang ist. Im Innern der primären Rolle befindet sich außerdem ein unterteilter Eisenkern, welcher durch seinen entstehenden und vergehenden Magnetismus die Induktionswirkung noch verstärkt.

Schickt man den hochgespannten Strom eines Induktionsapparates — es handelt sich immer um den bei der Oeffnung des primären Stromes entstehenden Induktionsstrom, dessen Spannung höher ist, als die des Schließungsinduktionsstromes — durch eine mit 2 eingeschmolzenen Elektroden versehene Glasröhre, welche mit verdünnten Gasen gefüllt ist, so zeigt sich — vorausgesetzt, daß die beiden Elektroden weit genug von einander entfernt sind, um bei der angewendeten Spannungsdifferenz das Ueberspringen von Funken unmöglich zu machen — gar nichts, so lange der Druck in der Röhre gleich dem einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe ist. Sobald aber die Röhre soweit evakuiert ist, daß der Druck der Luft im Innern der Röhre etwa 6—8 mm Quecksilber beträgt, sieht man zwischen den Elektroden ein helles violettes Lichtband auftreten. Derartige Röhren wurden zuerst von Geißler in Bonn hergestellt und heißen nach ihm Geißlersche Röhren. Bei genauerem Zusehen findet man, daß das violette von der positiven Elektrode ausgehende Licht geschichtet ist und sich nicht ganz bis an die von einem bläulichen Lichtschimmer umgebene negative Elektrode erstreckt, sondern von dieser durch einen kleinen dunklen Zwischenraum, den „dunklen Kathodenraum“ getrennt ist. Bei weiterem Auspumpen der Röhre wird der dunkle Kathodenraum immer größer, das positive farbige Lichtband immer kürzer, bis es

schließlich ganz verschwindet. Gleichzeitig tritt eine andere Erscheinung auf, die zuerst 1869 von Hittorf beobachtet wurde; es beginnt nämlich das Glas der Röhre gegenüber der negativen Elektrode (Kathode) zu fluoreszieren. Die Farbe der Fluoreszenz ist von der Glasart abhängig; das Thüringer Glas, aus welchem die meisten Röntgenröhren bestehen, leuchtet grünlich, das Cerium-Didym-Glas rötlich, englisches Glas blau und das Lithium-Glas (Lindemann-Glas) leuchtet überhaupt nicht. Diese Erscheinung läßt sich am einfachsten durch die Annahme erklären, daß von der Kathode Strahlen ausgehen, die selbst für gewöhnlich nicht sichtbar sind, aber da, wo sie das Glas absorbiert, dieses zur Fluoreszenz bringen. Diese Strahlen fanden nach ihrer Entdeckung durch Hittorf lange keine besondere Beachtung, bis es 1879 Crookes gelang, Röhren herzustellen, in deren Innern der Druck etwa  $\frac{1}{1000}$  mm Quecksilber betrug, und welche die Versuche mit Kathodenstrahlen wesentlich erleichterten.

Hittorf bewies, daß die Kathodenstrahlen 1. senkrecht zur Kathode fortgehen; 2. das Glas, das sie treffen, zur Fluoreszenz bringen; 3. durch den Magneten leicht abgelenkt werden. Eine vierte Eigenschaft der Kathodenstrahlen wurde erst von Crookes entdeckt, nämlich die mechanischen Wirkungen auf leicht bewegliche Körper auszuüben. Bringt man nämlich in einer Crookeschen Röhre ein leicht bewegliches Flügelrad auf 2 Glasschienen verschiebbar an, so treffen die Kathodenstrahlen die Flügel, drehen diese und treiben das Rädchen auf den Schienen vorwärts. Kehrt man den Strom um, so bewegt sich das Rädchen in der entgegengesetzten Richtung. Gerade diese mechanische Wirkung der Kathodenstrahlen spricht sehr für die Annahme, daß es sich hier nicht um eine Wellenbewegung, sondern um eine Massenbewegung handelt, daß von der Kathode aus kleine Teilchen fortgeschleudert werden, entweder Gasteilchen oder Teilchen der Kathode selbst.

Die Kathodenstrahlen werden von dem Glase vollständig absorbiert. Zwar gelang es Lenard, dem Schüler von Hertz, der die Beobachtung gemacht hatte, daß die Kathodenstrahlen durch äußerst dünne Schichten von Aluminium hindurchgehen, diese Strahlen dadurch aus der Röhre heraus zu bekommen, daß er in die Glaswand ein kleines Stück von Aluminiumfolie einsetzte; aber damit war nicht viel mehr geglückt, als der Beweis, daß die

Kathodenstrahlen auch in dichter Luft bestehen können, während sie nur in stark verdünnter Luft entstehen können.

Da machte Ende des Jahres 1895 Röntgen die Entdeckung, daß auf der Stelle der Glaswand, welche von Kathodenstrahlen getroffen wird, neue Strahlen entstehen, die sich von den Kathodenstrahlen dadurch unterscheiden, daß sie 1. nicht vom Magneten abgelenkt werden und 2. nur z. T. vom Glase absorbiert, z. T. aber hindurch gelassen werden. Diese vom Entdecker als X-Strahlen, heute allgemein als Röntgenstrahlen bezeichneten Strahlen besitzen eine Reihe sehr merkwürdiger Eigenschaften: 1. sie sind durch ein Prisma nicht brechbar und auch nur in geringem Maße reflektierbar; 2. sie schwärzen die photographische Platte; 3. sie bringen fluoreszenzfähige Körper, z. B. Barium-Platin-Cyanür zum hellen Aufleuchten; 4. sie erzeugen in dem Medium, in dem sie absorbiert werden, wiederum Röntgenstrahlen, sogen. Sekundärstrahlen; 5. sie durchdringen alle Körper nach Maßgabe ihrer Dichte und ihrer Schichtdicke; 6. sie wirken auf lebende Zellen je nach der absorbierten Strahlenmenge reizend, lähmend oder tödend. Diese beiden letzten Eigenschaften geben den Röntgenstrahlen die enorme praktische Bedeutung für die medizinische Diagnostik und die Therapie.

Was die Durchlässigkeit der verschiedenen Körper für Röntgenstrahlen anbetrifft, so sind am wenigsten durchlässig die schweren Metalle, aber auch Eisen, Silber, Gold, Kupfer lassen in dünnen Schichten Röntgenstrahlen passieren. Auf die optische Durchlässigkeit kommt es gar nicht an; Glas ist weniger durchlässig als Aluminium.

---

## Röntgeninstrumentarium.

### Stromquelle.

Am meisten zu empfehlen ist der Anschluß an eine Gleichstromzentrale wegen der größten Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Betriebes. Der Anschluß an eine Wechsel- oder Drehstromanlage kann durch einen rotierenden Umformer oder einen Synchronmotor erfolgen, welche den vorhandenen Wechsel- oder Drehstrom in Gleichstrom umwandeln. Auch mit Akkumulatoren ist der Betrieb eines Röntgenapparates möglich; ferner kann man den Strom größerer Influenzmaschinen zum

Betriebe der Röntgenröhren benutzen, welche direkt an die Maschinen angelegt werden. Doch ist die Leistung der Akkumulatoren und Influenzmaschinen so gering, daß sie als Stromquellen für röntgentherapeutische Zwecke gar nicht in Betracht kommen. Bei dem Induktor-Unterbrecherbetrieb handelt es sich natürlich immer um 2 Ströme entgegengesetzter Richtung, von denen nur der eine, der Oeffnungsinduktionsstrom, die Röhre von der Anode zur Kathode durchfließen soll. Die modernen Unterbrecher, und z. T. auch die Röhren sind aber so konstruiert, daß der Schließungsinduktionsstrom in der Regel gar nicht zur Geltung kommt. Außerdem kann man ihn auch durch besondere Vorrichtungen eliminieren (cf. „Vorrichtungen zur Unterdrückung der verkehrten Stromrichtung“ S. 33). Außer den Induktor-Unterbrecher-Apparaten finden vielfach auch die sogen. Hochspannungsgleichrichter Verwendung für den Röntgenröhrenbetrieb, welche den der Leitung entnommenen Gleichstrom durch einen Umformer in Wechselstrom umwandeln, den Wechselstrom mittels eines Transformators auf hohe Spannung bringen und schließlich die beiden Phasen des Wechselstroms gleich richten, so daß ein pulsierender Gleichstrom die Röhre durchfließt (Instrumentarium von Snook, Koch und Sterzel, „Idealapparat“ von Reiniger, Gebbert und Schall, „Reformapparat“ der Veifa-Werke, Apparate von Siemens und Halske, Sanitas u. a.).

Die Hochspannungsgleichrichter sind besonders da beliebt, wo Wechselstrom vorhanden ist, der ohne weiteres für die Induktor-Unterbrecher-Apparate nicht brauchbar ist, sondern erst in Gleichstrom transformiert werden muß. Beide Systeme — sowohl die mit Unterbrecher wie die ohne Unterbrecher arbeitenden — leisten Vorzügliches. Trotzdem ist auch heute noch speziell für therapeutische Zwecke der Betrieb mit den modernen Induktoren und Unterbrechern bei weitem beliebter.

Im übrigen ist beim Induktor-Unterbrecherbetrieb die Stromkurve für therapeutische Zwecke offenbar günstiger als beim Hochspannungsgleichrichter, welcher einen größeren Anteil weicher Strahlen liefert. Da es aber in der Therapie fast ausschließlich auf härtere Strahlen ankommt, so dürfte in der Tat der Induktor-Unterbrecherbetrieb mehr zu empfehlen sein.

## Induktor.

Ein Funkeninduktor besteht wie jeder Induktionsapparat aus 2 Teilen, aus einer starken über ein Bündel weicher, von einander isolierter Eisendrähte oder über eine Anzahl weicher Eisenbleche gewickelter Drahtspule, durch welche der primäre Strom hindurchgeleitet wird. Diese primäre Spule steckt isoliert in einer zweiten größeren aus zahlreichen Windungen feinen Kupferdrahtes bestehenden Rolle, der sekundären Spule. Die Enden der sekundären Rolle gehen zu den beiden Ableitungsklemmen des Induktors. Die Spannung der induzierten Ströme ist, wie gesagt, außer von der Stärke des induzierenden Stromes abhängig von der Zahl der Windungen der sekundären Spule. Die Klemmen der meisten Induktoren sind mit + und - versehen, um die Richtung des Oeffnungsstromes anzudeuten, auf welchen allein es bei der Erzeugung der Röntgenstrahlen ankommt. Denn die Stromimpulse, die durch Öffnen und Schließen des primären Stromes induziert werden, sind von ganz ungleicher Intensität. Die des Oeffnungsstromes überwiegt bei weitem und zwar aus folgenden Gründen:

Sowohl bei der Öffnung, als auch bei der Schließung des primären Stromes entstehen durch die Selbstinduktion in der primären Spule die sogen. Extraströme, die beim Schließen die entgegengesetzte Richtung haben wie der Hauptstrom, ihn also schwächen und bewirken, daß er nicht plötzlich, sondern ganz allmählich von Null bis zu seiner vollen Stärke ansteigt, während sie bei der Öffnung dem Hauptstrom gleichgerichtet sind und viel kürzere Zeit andauern, als die Schließungsextraströme, so daß dadurch die Unterbrechung des primären Stromes keine nennenswerte Verzögerung erleidet, sondern ziemlich plötzlich erfolgt. Da nun aber die in der sekundären Spule induzierten elektromotorischen Kräfte um so größer sind, je plötzlicher die Öffnung und die Schließung, resp. das Verschwinden und Entstehen des primären Stromes stattfindet, so muß der durch die Öffnung induzierte sekundäre Stromstoß eine bedeutend größere Intensität haben, als der bei der Schließung induzierte. Die Leistungsfähigkeit eines Induktors ist außer von seiner Bauart von seinen Dimensionen abhängig.

Je größer diese sind und je besser die einzelnen Teile des Induktors von einander isoliert sind, je zweckmäßiger

die Eisen- und Kupferverhältnisse des Induktors gewählt sind, desto größer ist seine Leistung. In der Röntgentechnik werden Induktoren verwendet, deren sekundäre Spannung so groß ist, daß die Elektrizität in Gestalt eines Funkenstromes von 15—100 cm Länge von Klemme zu Klemme übergeht.

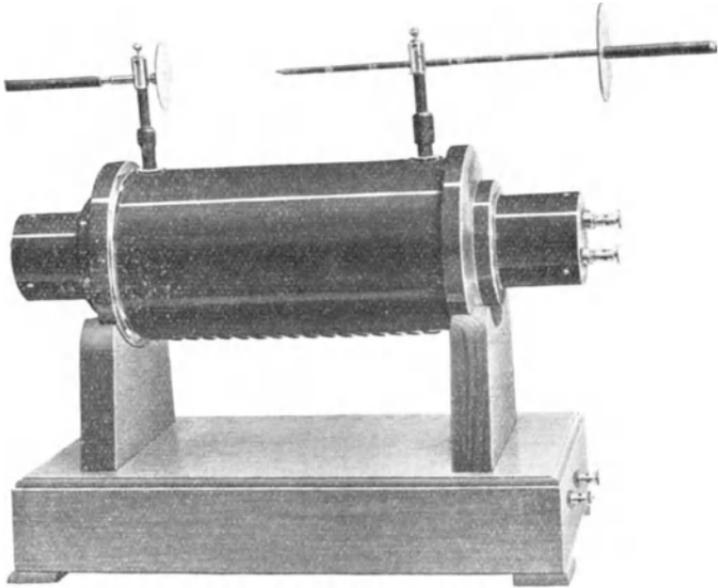
Ein guter Induktor soll die vorgeschriebene Funkenlänge dauernd vertragen können, ohne daß seine Isolation Schaden nimmt oder sich verdächtige Erscheinungen, z. B. Funkenbildung an anderen Stellen als zwischen den Klemmen zeigen. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Hartgummirohre, welche den Kern der sekundären, bzw. die Hülle der primären Spule bilden, aus allerbestem, unter sehr hoher Spannung geprüfem Material bestehen, und ihre Wandung hinreichend stark ist.

Die innere Isolation der sekundären Spule muß kräftig genug sein, um die außerordentlich hohen Spannungen, welche zwischen den Drahtwindungen herrschen, zu vertragen. Die Bewickelung der Spule ist zu diesem Zweck aus vielen sehr dünnen unter einander leitend verbundenen Drahtscheiben hergestellt, welche von einander durch mehrere paraffinierte Papierstreifen isoliert sind. Nach der Fertigstellung wird die Sekundärspule im Vakuum mit einer schwer schmelzbaren Isoliermasse ausgegossen.

Der Eisenkern ist von großer Bedeutung für die Güte des Induktoriums; von seiner Dimensionierung und der Qualität des Eisens hängt der Wirkungsgrad des Apparates in erster Linie ab.

Die Spannung des sekundären Stromes eines Induktors von 50 cm Schlagweite dürfte etwa 150 000—165 000 Volt betragen. Zum Induktor gehört der Kondensator, welcher meist in dem als Sockel für den Induktor dienenden Holzkasten untergebracht wird. Der Kondensator ist eine vielfach geschichtete Franklinsche Tafel (eine andere Form der Leydener Flasche), deren beide Belegungen parallel zum Unterbrecher geschaltet sind, also mit den Unterbrecherkontakten leitende Verbindung besitzen. Der Zweck des Kondensators ist, die Elektrizitätsmengen, welche durch den Oeffnungsextrastrom frei werden, aufzuspeichern, den bei der Oeffnung entstehenden durch den Oeffnungsextrastrom bedingten Funken, welcher ein Hindernis für die möglichst plötzliche Unterbrechung des primären Stromes bildet, zu verkleinern und dadurch die Wirkung des Apparates zu erhöhen.

Fig. 2.



Funkeninduktor und Kondensator. (Reiniger, Gebbert &amp; Schall A.-G.)

Die modernen „Intensiv-Induktoren“ sind den älteren Typen an Leistungsfähigkeit bei weitem überlegen. Bei den älteren Typen kam es vor, daß infolge der Erwärmung bei starker Belastung das Paraffin zwischen den Drahtwindungen schmolz. Aus diesem Grunde baut die Reiniger, Gebbert und Schall-A.-G. ihre Induktoren so, daß die Primärspule von der Sekundärspule durch eine Luftschicht getrennt ist und stellt den Induktor nicht horizontal (wie in Fig. 2), sondern vertikal. Erwärmt sich der Induktor, so steigt die warme Luft zwischen Primär- und Sekundärspule nach oben, und kalte Luft dringt von unten nach. Es findet also automatisch eine Art Kaminkühlung statt.

### Unterbrecher.

Der Unterbrecher hat den Zweck, den Strom, welcher durch die primäre Spule fließt, selbsttätig zu öffnen und zu schließen. Dadurch werden in der sekundären Spule

die hochgespannten Induktionsströme hervorgerufen, welche zur Erzeugung der Röntgenstrahlen dienen. Ein guter Unterbrecher hat folgende Anforderungen zu erfüllen: 1. gleichmäßiges Arbeiten; 2. hinreichend hohe Unterbrechungszahl; 3. sicheres Kontaktgeben und Unterbrechen. Der einfache Platin-Unterbrecher, der nach dem Prinzip des Wagnerschen Hammers (cf. S. 3) konstruiert ist, genügt diesen Anforderungen nicht, da die zu erzielende Unterbrechungszahl zu gering, das Leuchten der Röntgenröhre daher nicht ruhig, sondern flackernd, und außerdem die Kontaktgebung unvollkommen und ungleichmäßig ist. Für den Betrieb der Röntgenröhren sind wohl die Quecksilber-Motor-Unterbrecher am meisten zu empfehlen, elektrolitische (Wehnelt-) Unterbrecher werden für röntgentherapeutische Zwecke selten benutzt.

### Quecksilber-Motor-Unterbrecher.

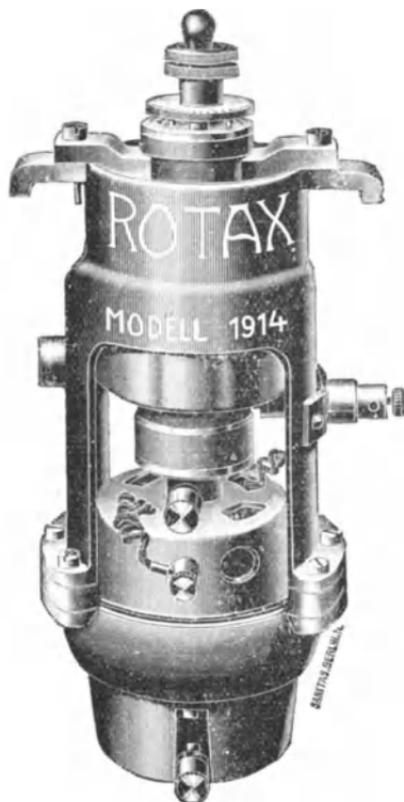
Es gibt eine ganze Anzahl „mechanischer“ Unterbrecher (Siemens und Halske, Löwenstein, Levy, Reiniger, Gebbert und Schall, Sanitas u. a.). Von allen diesen Unterbrechern ist der leistungsfähigste der Rotax-Unterbrecher der „Sanitas“, der hier genauer geschildert werden soll (s. Fig. 3).

Das birnenförmige Unterbrechergefäß (in Fig. 3 oben) wird durch einen Motor (in Fig. 3 unten) in schnelle Rotation versetzt.

Das im Ruhezustande am Boden befindliche Quecksilber, über welchem sich eine Schicht Petroleum befindet, bildet bei der Rotation einen an der Wand des Unterbrechergefäßes rotierenden Quecksilberring, welcher eine im Innern des Gefäßes exzentrisch angebrachte bewegliche Scheibe mit 1 oder 2 Kontakten mitreißt, so daß die Kontakte in bestimmten Pausen für längere oder kürzere Zeit in den Quecksilberring eintauchen und auf diese Weise abwechselnd Stromschluß und Stromöffnung erzielt wird. Mittels einer Schraube kann die Scheibe verstellt werden, derart, daß die Kontakte mehr oder weniger weit, und damit auch längere oder kürzere Zeit in den rotierenden Quecksilberring eintauchen, und die Stromschlußdauer nach Wunsch variiert werden kann. Mit dem Quecksilber rotiert natürlich gleichzeitig das Petroleum, und zwar bildet es, da es leichter ist, einen an der Innenfläche des Quecksilberringes rotierenden Flüssigkeitsring. Das Petroleum hat den Zweck,

die Funkenbildung, welche beim Austritt der Kontaktsegmente aus dem rotierenden Quecksilberring stattfindet, nach Möglichkeit zu unterdrücken, da sonst ja ein Verbrennen des Quecksilbers und eine Beschädigung der Segmente sehr rasch stattfinden müßte.

Fig. 3.



Rotax-Unterbrecher der Elektrizitäts-Gesellschaft „Sanitas“.

Auch eine Verschlämmung des Quecksilbers findet nicht so leicht statt, da durch die Zentrifugierung des Quecksilbers eine Art Selbstreinigung erzielt wird.

Die Variierungsmöglichkeit der Stromschlußdauer in Verbindung mit dem Regulierwiderstand für den primären

Strom gestattet die feinste Abstufung in der Stromintensität. Nach längerem Gebrauch findet natürlich doch eine Verschlammung des Quecksilbers und eine Abnutzung der Segmente statt, so daß ab und zu — bei sehr starker Inanspruchnahme etwa alle 2—3 Monate — eine gründliche Revision in der Fabrik zu empfehlen ist.

Der Arzt soll selbst etwa alle 14 Tage nachsehen, ob noch genügend Quecksilber und genügend Petroleum in dem Unterbrechergefaß vorhanden ist, und eventuell das fehlende Quantum nachfüllen.

Außer der Stromschlußdauer ist bei dem Rotax-Unterbrecher auch die Umdrehungszahl und damit die Anzahl der Unterbrechungen durch den Regulierwiderstand des Motors zu variieren. Man wird den Unterbrecher im allgemeinen nicht schneller laufen lassen, als zum einigermaßen ruhigen (nicht flackernden) Aufleuchten der Röntgenröhre erforderlich ist.

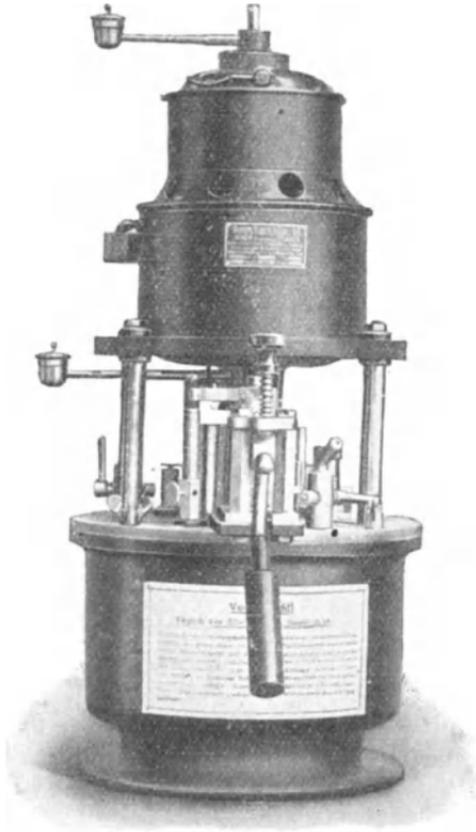
Eine genaue Vorschrift für die übrigens verhältnismäßig einfache Behandlung des Unterbrechers wird jedem Apparate von der Firma beigegeben.

Einen neueren Typ der Quecksilber-Motor-Unterbrecher, der übrigens in Frankreich schon lange in Gebrauch ist, stellt der sogen. Gas-Unterbrecher dar. Er ist in Deutschland zuerst von der Reiniger, Gebbert und Schall-A.-G. in den Handel gebracht worden, wird aber auch von anderen deutschen Firmen (Siemens und Halske, Sanitas, Veifa-Werke) hergestellt.

Bei diesem Typ steht das Unterbrechergefaß fest, und ein rotierender Quecksilberstrahl spritzt gegen Segmente, die oben breit, nach unten sich verjüngen und in der Höhe mittels eines Hebels verstellbar sind, so daß die Stromschlußdauer variiert werden kann; sie muß länger sein, wenn ein breiterer, kürzer, wenn ein schmalerer Teil der Segmente getroffen wird.

Das Wesentliche bei diesem Typ aber ist, daß zur Verhinderung der Funkenbildung bei der Stromöffnung nicht Petroleum, sondern Gas, am besten gewöhnliches Leuchtgas benutzt wird, das das Unterbrechergefaß vollkommen ausfüllen muß, da beim Vorhandensein atmosphärischer Luft Explosionen stattfinden könnten, die übrigens gefahrlos wären; denn ein Sicherheitsventil trägt auch dieser Möglichkeit Rechnung.

Fig. 4.



Gas-Unterbrecher der Reiniger, Gebbert & Schall-A.-G.

(Unten das Unterbrechergefäß, oben der Motor, welcher die Rotation des Quecksilberstrahls besorgt, vorn am Unterbrechergefäß der Hebel zum Höher- und Tieferstellen der Segmente zwecks Variierung der Stromschlußdauer.)

Am besten wird das Unterbrechergefäß direkt an die Gasleitung angeschlossen, doch kann zur Füllung auch Blaugas verwendet werden, das in Stahlflaschen geliefert wird.

Man muß sich täglich, bevor der Unterbrecher in Be-

trieb gesetzt wird, einmal davon überzeugen, daß das Unterbrechergefäß vollständig mit Gas gefüllt ist. Das geschieht in der Weise, daß man einen auf dem Deckel befindlichen Auslaßhahn öffnet, das ausströmende Gas entzündet und so lange brennen läßt, bis die Flamme nicht mehr blau, sondern gelb aussieht. Dann wird der Auslaßhahn geschlossen, und der Unterbrecher ist betriebsfertig. Am besten steht er tagsüber dauernd unter Gasdruck, während nachtsüber der Hahn der Gasleitung der Sicherheit wegen geschlossen bleibt. Eine weitere Wartung des Unterbrechers ist nicht erforderlich, abgesehen etwa davon, daß man gelegentlich nachsieht, ob die Oelvorrichtungen für die rotierende Achse in Ordnung sind, da es sonst passieren kann, daß sie sich — bei stundenlanger Benutzung des Unterbrechers — festläuft.

Der Hauptvorteil dieses sehr leistungsfähigen Typs vor dem „Rotax“ ist das Fehlen jeglicher Verschlammung, da eben als Funkenlöschmittel statt des Petroleumgas verwendet wird, und die sehr einfache Bedienung. Ferner ist der Unterbrecher mittels eines Synchron-Motors ohne weiteres auch an Wechselstrom anzuschließen, während beim „Rotax“ ein Transformator erforderlich ist.

### **Wehnelt-Unterbrecher.**

Die Konstruktion des Wehnelt-Unterbrechers beruht auf folgender Tatsache. Taucht man in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure 2 Elektroden, eine größere Bleiplatte und einen dünnen Platindraht, welcher von einem Porzellanrohr umgeben ist und nur mit der Spitze in die Flüssigkeit hineinreicht, schickt nun einen Strom hindurch, derart, daß die Platinspitze die positive Elektrode (Anode) bildet, und schaltet ferner in diesen Stromkreis die primäre Rolle eines Induktionsapparates ein, so tritt durch die Wärme- und elektrolytische Wirkung eine Gasbildung um die Anode ein. Der die Anode umgebende Gasmantel verhindert die Berührung der Flüssigkeit mit der Platinspitze und bewirkt also eine Unterbrechung des Stromes, bei welcher durch die Selbstinduktion ein starker Öffnungsfunke entsteht, welcher die Gasblase zur Explosion bringt. Nach der Explosion kommt die Flüssigkeit wieder in Berührung mit der Platinspitze, der Strom ist geschlossen. Dieser Vorgang wiederholt sich mit großer Schnelligkeit und Regelmäßigkeit.

Fig. 5.



Dreiteiliger Wehnelt-Unterbrecher.

Statt eines Platindrahtes werden auch 3, von Walter sogar 6 verwendet, die verschieden dick sind und aus dem isolierenden Porzellanrohr verschieden weit vorgeschoben werden können. Die Unterbrechungen erfolgen um so langsamer, je weiter der Platinstift in die Säure hineinreicht, resp. je dicker er ist, je größer also die freie Oberfläche der Anode ist, um so schneller, je kleiner die letztere ist. Je größer die freie Anodenfläche, desto größer ist auch die primäre Stromstärke, bei welcher der Unterbrecher seine Tätigkeit beginnt.

Eine interessante Modifikation des Wehnelt-Unterbrechers ist der Simon-Unterbrecher. Simon vermutete die Ursache der Unterbrechungen im Wehnelt-Apparat in der Jouleschen Wärme, d. h. der an den verengten Stellen der Strombahn stattfindenden Wärmeentwicklung, welche zur Verdampfung der Flüssigkeit und zur Bildung einer Dampfhülle um die Platinspitze führen soll. War diese Ansicht richtig, so mußte eine Unterbrechung auch dann

eintreten, wenn in einem Elektrolyten von großem Querschnitt an einer Stelle die Strombahn stark verengt wird. In der Tat ist dies der Fall. Der Simon-Unterbrecher besitzt 2 gleichartige Elektroden, die aber in der Säure durch ein Diaphragma aus Porzellan von einander getrennt sind. Dieses Diaphragma hat eine oder mehrere feine Oeffnungen, welche der Strom passieren muß. An diesen Oeffnungen findet die Unterbrechung des Stromes statt.

Der Simon-Unterbrecher hat sich im Röntgen-Betrieb nicht einbürgern können, und auch der Wehnelt-Unterbrecher ist heute durch die modernen mechanischen Unterbrecher fast völlig verdrängt worden.

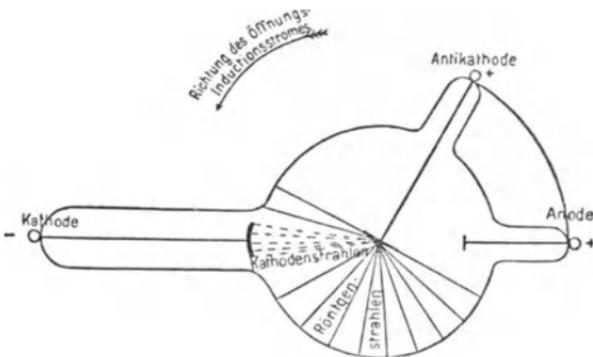
Denn diese leisten ebensoviel, brauchen sehr viel weniger Strom, sind einfacher zu handhaben und gestatten eine genauere Regulierung der Unterbrechungszahl und der Stromstärke, die ja für eine möglichst gute Konstanz der Röntgenröhre sehr wichtig ist.

### Röntgenröhren.

Da die Kathodenstrahlen sich senkrecht zur Fläche der Kathode fortpflanzen, kann man sie auf einen Punkt konzentrieren dadurch, daß man der Kathode die Form eines Hohlspiegels gibt. Die Kathodenstrahlen vereinigen sich dann im Krümmungsmittelpunkt der Kugel, von welcher der Kathodenhohlspiegel einen Teil darstellt. Bringt man an dieser Stelle ein Platinblech — eine sogenannte Antikathode — in schräger Stellung zur Kathode an, so werden von diesem Platinblech die Röntgenstrahlen senkrecht und radiär nach allen Richtungen hin ausgehen (cf. Fig. 6). In Wahrheit liegt nun das Antikathodenblech nicht im Krümmungsmittelpunkt des Kathodenhohlspiegels, sondern ein beträchtliches Stück dahinter. Mit abnehmendem Luftdruck rückt nämlich der sogenannte Brennpunkt oder Focus immer weiter von der Kathode fort. Außerdem vereinigen sich die Kathodenstrahlen nicht wie gewöhnliche Lichtstrahlen in einem Punkte, sondern es gibt, da es sich bei Kathodenstrahlen um negativ geladene kleinste Masseteilchen (Anionen) handelt, welche sich infolge ihrer gleichartigen Ladung gegenseitig abstoßen, nur eine Stelle größter Einschnürung. Bei Therapie-Röhren wird der Antikathodenspiegel zweckmäßig nicht an der Stelle der größten Einschnürung des

Kathodenstrahlenbündels, sondern ein Stück weiter davor angebracht; man erhält dann einen größeren Brennfleck und die Wärmeentwicklung ist dann nicht so groß. Ein möglichst kleiner Brennfleck ist nur bei Röhren, die zu diagnostischen Zwecken dienen, erforderlich. Die Kathodenstrahlen auf die Glaswand der Röhre selbst zu konzentrieren, so daß an dieser Stelle die Röntgenstrahlen entstehen, ist darum unzumutbar, weil die Kathodenstrahlen eine derartige

Fig. 6.



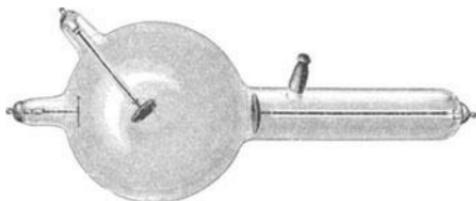
Schema einer Röntgenröhre.

Wärmeentwicklung hervorrufen, daß das Glas an der getroffenen Stelle schmelzen würde. Auch den Antikathodenspiegel selbst hinterlegt man noch mit größeren Metallmassen oder läßt ihn den Boden eines Glas- oder Metallrohres bilden, in welches Wasser gefüllt oder Luft hineingeblasen werden kann; sowohl die Hinterlegung mit Metall, wie die Wasser- und Luftkühlung bei den modernen Röhren bezweckt eine bessere Wärmeableitung und damit eine bessere Konstanz der Röhre. Denn durch starke Erhitzung des Antikathodenspiegels werden Gasmengen aus dem Metall frei, die dann natürlich das Vakuum erniedrigen müssen.

Eine Röntgenröhre ist also eine stark evakuierte Glas- kugel, welche 3 röhrenförmige Fortsätze besitzt. Diese dienen zur Aufnahme der Elektroden, der Anode, der hohlspiegelförmigen Kathode und der annähernd im Krümmungsmittelpunkt der letzteren befindlichen Antikathode. Anode

und Kathode sind aus Aluminium, die Antikathodenfläche aus Platin oder einem anderen schwer schmelzbaren Metall (Iridium, Wolfram) gefertigt. Die Zuschmelzstelle der Röntgenröhren befindet sich meist an dem Glasfortsatz, welcher zur Aufnahme der Kathode dient, dem sogenannten „Kathodenhals“ und stellt einen kleinen Auswuchs des Kathodenhalses dar, der durch eine darüber gestülpte Gummihülse geschützt ist. Eine Röntgenröhre soll — eingeschaltet und richtig belastet — eine Halbteilung in eine grün leuchtende, vor dem Antikathodenspiegel gelegene und eine dunkle, hinter dem Antikathodenspiegel gelegene Kugelhälfte zeigen (cf. Fig. 6). Die grüne Fluoreszenz der Halbkugel vor dem Antikathodenspiegel soll durch „sekundäre“ Kathodenstrahlen bedingt sein, d. h. Strahlen, welche

Fig. 7.



Einfache Röntgenröhre ohne Regeneriervorrichtung.

mit den Röntgenstrahlen auf dem Antikathodenspiegel entstehen und sich, ebenso wie diese senkrecht und radiär nach allen Seiten fortpflanzen, aber vom Glase vollkommen absorbiert und in Fluoreszenzlicht umgewandelt werden. Diese komplizierte Annahme besonderer Strahlen zur Erklärung der Fluoreszenz ist nicht unbedingt erforderlich. Es könnte sich auch um stark absorbierbare, besonders „weiche“ Röntgenstrahlen handeln, welche von der Glaswand der antifocalen Kugelhälfte völlig absorbiert und in Fluoreszenzlicht transformiert werden.

Fig. 7 zeigt eine derartige einfache Röntgenröhre; in dem längeren Glasfortsatz befindet sich die Kathode, ihr gegenüber die Anode und Antikathode.

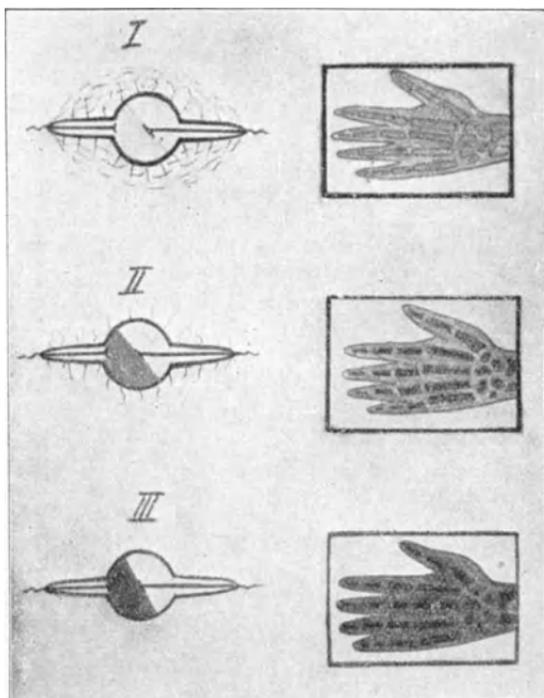
Solche Röhren besitzen aber zwei große Nachteile; einmal wird durch die auffallenden Kathodenstrahlen das Platinblech der Antikathode bei längerem Betriebe so stark erhitzt, daß es glühen und schließlich schmelzen kann,

und dann wird die Röhre bei längerem Gebrauche immer luftleerer. Ebenso aber wie dichte Luft dem elektrischen Strom einen großen Widerstand entgegensetzt, so auch ein sehr hohes Vakuum. Die Luftverdünnung wird mit der Zeit so groß, daß der Strom seinen Weg um die Röhre herum nimmt in der Form von elektrischen Entladungen, die Röhre wird — wie der Terminus technicus lautet — immer „härter“. Es findet eben beim Stromdurchgang ein Gasverbrauch statt. Ferner ist für das „Härterwerden“ von Bedeutung die Zerstäubung des Platins, welche zu einer Deponierung von feinsten Platinteilchen auf die Glaswand führt. Diese Teilchen binden offenbar auch Gase und erhöhen damit das Vakuum der Röhre. Sehr wichtig ist nun aber der Einfluß des Vakuums auf die Qualität der erzeugten Röntgenstrahlen. Ist das Vakuum so hoch, der Widerstand für den Strom so groß, daß die gesamten Elektrizitätsmengen ihren Weg um die Röhre herumnehmen, so ist die Röhre „zu hart“, sie gibt gar kein Röntgenlicht. Ist das Vakuum etwas niedriger, so daß nur ein Teil des Stromes durch die Röhre, ein anderer um die Röhre herum geht, so entstehen Röntgenstrahlen, welche ein sehr starkes Penetrationsvermögen besitzen: sie durchdringen z. B. die Knochen der Hand fast ebenso leicht wie die Weichteile, so daß ein flaes, kontrastloses Bild entsteht (cf. Fig. 8, I). Das Fluoreszenzlicht derartiger „harter“ Röhren ist durchsichtig grün, der Strom geht nur zum Teil durch die Röhre, zum Teil um die Röhre herum, die Ausgleichung der Elektrizitätsmengen außerhalb der Röhre gibt sich durch ein Knistern kund.

Ist das Vakuum so niedrig, der Widerstand für den Strom so gering, daß der größte Teil durch und nur ein kleiner Teil um die Röhre herumgeht, so bezeichnet man die Röhre als „mittelweich“. Sie liefert Röntgenstrahlen von mittlerer Penetrationsfähigkeit, die Handknochen erscheinen grauschwarz, die Weichteile hellgrau, das Bild ist also kontrastreich (cf. Fig. 8, II). Ist das Vakuum noch niedriger, der Widerstand für den Strom also noch geringer, so gleichen sich die gesamten Elektrizitätsmengen innerhalb der Röhre aus, es entstehen dann Röntgenstrahlen, deren Penetrationskraft minimal ist, die also z. B. von den Weichteilen der Hand fast ebenso stark absorbiert werden, wie von den Knochen, so daß die letzteren tietschwarz, die ersteren fast ebenso dunkel erscheinen; derartige Röhren

bezeichnet man als „weich“ (cf. Fig. 8, III). Das Fluoreszenzlicht solcher Röhren ist gesättigter, mehr gelblich, weniger durchsichtig, als das härterer Röhren. Um die Anode herum ist meist ein blauer Lichtmantel sichtbar. bei sehr weichen Röhren auch ein blaues Lichtband, welches

Fig. 8.



sich — entsprechend der Richtung der Kathodenstrahlen — von der Kathode zur Antikathode erstreckt.

Bei weiterer Erniedrigung des Vakuums wird die Röhre „zu weich“, sie gibt ebenso wie die „zu harte“ Röhre keine Röntgenstrahlen; dagegen treten bläuliche Lichtnebel auf, welche die ganze Röhrenkugel ausfüllen. Man hat also in diesem Falle eine Geißlersche Röhre vor sich.

Zwischen den drei Härtegraden: hart, mittelweich, weich gibt es natürlich Übergangsstufen. Je mehr Röntgenstrahlen von einem Körper, z. B. von Bromsilbergelatine oder von der menschlichen Haut absorbiert werden, desto stärker ist auch ihre Wirkung auf die betreffenden Körper, desto stärker z. B. die Schwärzung der photographischen Platte oder die schädigende Wirkung auf die Haut. Es ist also sowohl für diagnostische als auch für therapeutische Zwecke erwünscht, das Vakuum und damit die Qualität der Röntgenstrahlen „regulieren“ zu können. Gewöhnlich wird es sich darum handeln, harte Röhren weicher zu machen. Zu diesem Zwecke wird entweder die Fähigkeit gewisser Metalle (Platin, Palladium), in glühendem Zustande Wasserstoff diffundieren zu lassen, benutzt (Gundelach) oder die Eigenschaft bestimmter Substanzen (Aetzkali, Kohle, Glimmer), Gase auf sich zu kondensieren und beim Erwärmen abzugeben (Ehrhardt, Müller). Die erste Art der Gaszufuhr bezeichnet man als Osmoregulierung. An den Röhren befindet sich — luftdicht eingeschmolzen — ein dünnes nach außen geschlossenes Röhrchen aus Platin oder Palladium. Will man die Röhre weicher machen, so erwärmt man das geschlossene Ende des Röhrchens mit einer Spirituslampe bis zur Rotglut. In glühendem Zustande läßt dann das Röhrchen Wasserstoff aus der Flamme in das Innere der Röntgenröhre diffundieren, die Röhre wird weicher. Man kann die Osmoregulierung auch aus der Entfernung vornehmen, mittels eines Mikrobunsenbrenners, dessen Flamme durch einen Drosselgashahn vergrößert und verkleinert werden kann (Gas-Fernregulierung nach Holzknecht). Auch auf elektrischem Wege ist die Osmoregulierung aus der Ferne zu betätigen. Das geschieht mittels eines von Schwarz angegebenen Apparates. Dieser besteht aus zwei Elektroden, welche das Osmoröhrchen umfassen und zum Glühen bringen. Darüber ist ein Glaszylinder gestülpt, in dem sich ein mit Aethylalkohol getränkter Wattebausch befindet. Die Dämpfe diffundieren, ohne sich zu entzünden, in die Röhre und machen sie weicher. Etwas anders ist das Verfahren von Grisson, bei dem ein das Osmoröhrchen umfassender Heizkörper als Widerstand in den elektrischen Strom eingeschaltet wird, sich erhitzt, das Osmoröhrchen zum Glühen bringt und gleichzeitig Gas abgibt, das dann durch das glühende Osmoröhrchen diffundiert. Bei der zweiten Art der Regenerierung durch Er-

hitzung gasabgebender Substanzen wie Kohle oder Glimmer läßt man die Erwärmung dieser Substanzen den sekundären Strom besorgen, indem man einen beweglichen Metallhebel, der mit der Kohle- oder Glimmerplatte in Verbindung steht, so weit der Kathode — am einfachsten mittels eines langen Holzstabes — nähert, bis Funken überspringen. Derartige Röhren sind zuerst von C. H. F. Müller in Hamburg und von E. Ducretet in Paris hergestellt worden.

Die neueste Regulierungsart ist die von Bauer angegebene Luftregenerierung, die es ermöglicht, durch Druck auf ein Gebläse ein minimales Quantum atmosphärischer Luft in die Röhre zu pressen.

Die Osmo- und die Bauer-Regulierung sind m. E. die besten und auch aus dem Grunde besonders empfehlenswert, weil ihre Betätigung aus der Ferne, von strahlengeschütztem Orte aus möglich ist.

Was nun die verschiedenen Röhrentypen anbelangt, so sollen und können hier nicht alle, die eventuell brauchbar sind, beschrieben werden, sondern nur einige, die sich gerade für therapeutische Zwecke besonderer Beliebtheit erfreuen. Man unterscheidet metallreiche und metallarme Röhren. Bei den ersteren wird die Wärmeableitung von dem Antikathodenspiegel durch eine starke Metallhinterlegung erzielt (Typen von Gundelach, Rosenthal, Fürstenau [Radiologie], Grisson u. a.), bei den letzteren bildet der Antikathodenspiegel den Boden eines Kühlgefäßes, das mit Wasser gefüllt ist (Müller).

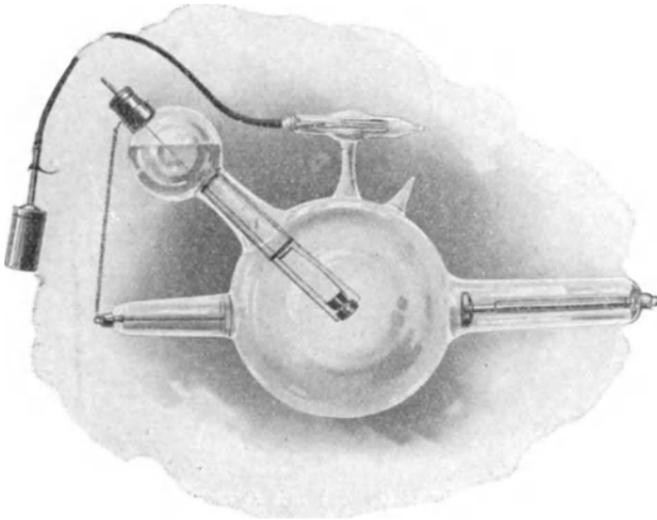
Infolge dieser Wasserkühlung verträgt die Röhre eine starke Belastung, ohne ihren Härtegrad zu ändern, da eben eine Erhitzung des Platinspiegels und damit ein Freiwerden von Gas und ein Weicherwerden der Röhre erst eintritt, wenn auch das Wasser im Kühlrohr sich stark erhitzt, resp. ins Kochen gerät. Dann muß entweder die Röhre oder aber das Wasser gewechselt werden.

Das Wechseln des heißen Kühlwassers muß allerdings vorsichtig vorgenommen werden. Man muß zunächst die Röhre nur so weit neigen, daß der größte Teil des heißen Wassers abfließt und nur noch ein kleines Quantum das Antikathodenmetall bedeckt. Dann kann man unbedenklich kaltes Wasser nachfüllen.

Außer der Wasserkühlröhre mit dünner Antikathode fertigt Müller-Hamburg seit einigen Jahren ein zweites Modell mit verstärkter Antikathode „das Rapidrohr“

(Fig. 9) und trägt damit den erhöhten Anforderungen Rechnung, die sich aus der Anwendung größerer Stromstärken ergeben haben.

Fig. 9.

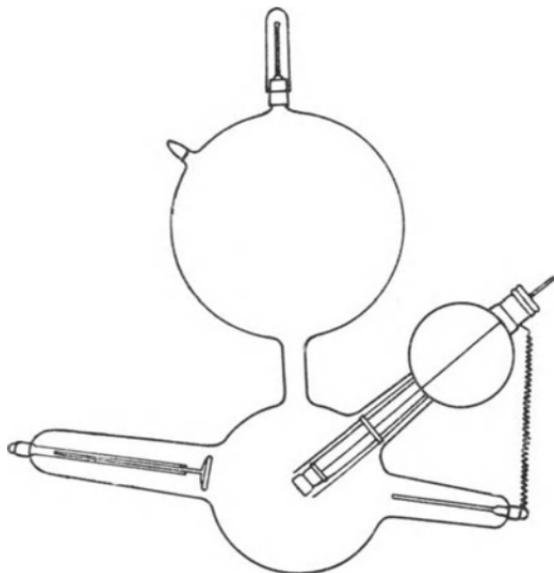


Wasserkühlröhre von Müller mit verstärkter Antikathode („Rapidrohr“) und Bauer-Regulierung.

Die Verstärkung, aus einem guten Wärmeleiter hergestellt, ist so dimensioniert, daß einerseits ein Durchstechen auch bei höchster Belastung ausgeschlossen ist, und daß andererseits eine gute Wärmeabgabe an das Kühlmittel, also eine Konstanz des Vakuums, d. h. des Härtegrades gewährleistet ist.

Speziell als Tiefentherapierohr, unter Hinsicht auf möglichst kleine Fokus-Hautdistanz, fertigt Müller das Penetransrohr (Fig. 10). Die Elektroden derselben Art wie im Rapidrohr sind in einer kleinen Kugel untergebracht und die Nebenkugel bildet ein hinreichend großes Reservoir an Gasgehalt, um einem frühzeitigen Hartwerden vorzubeugen.

Fig. 10.

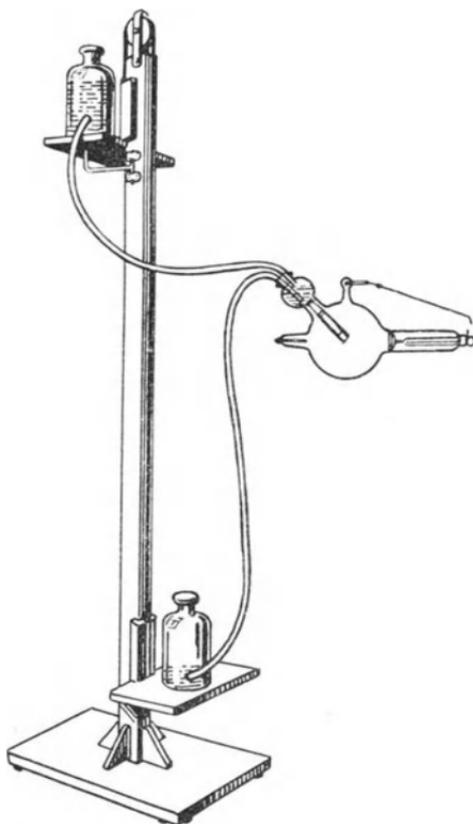


Penetransrohr (Müller) mit Osmoregulierung.

Zum Zwecke einer Kühlung der Antikathode mit fließendem Wasser kann der Verschluß der Wasserkühlröhre mit einem Zu- und Abflußröhrchen versehen und diese durch Gummischläuche mit der in Fig. 11 abgebildeten Vorrichtung verbunden werden. Nach Entleerung der oberen Flasche wird die dann gefüllte untere Flasche gehoben, eine sehr bequeme Manipulation, da die beiden Flaschenträger durch ein über eine Rolle laufendes Seil verbunden sind. Die direkte Kühlung von der Wasserleitung ist wegen der auftretenden Ladungserscheinungen, die zur Zerstörung der Röhren führen können, zu verwerfen.

Die Dauerkühlung durch fließendes Wasser kommt ausschließlich für Tiefenbestrahlungen bei sehr starker Belastung in Betracht; für den üblichen Betrieb wird die Kühlung durch stehendes Wasser ausreichen. Im übrigen kann man das stehende Wasser dadurch länger kühl halten, daß man kleine Eisstückchen hineintut.

Fig. 11.



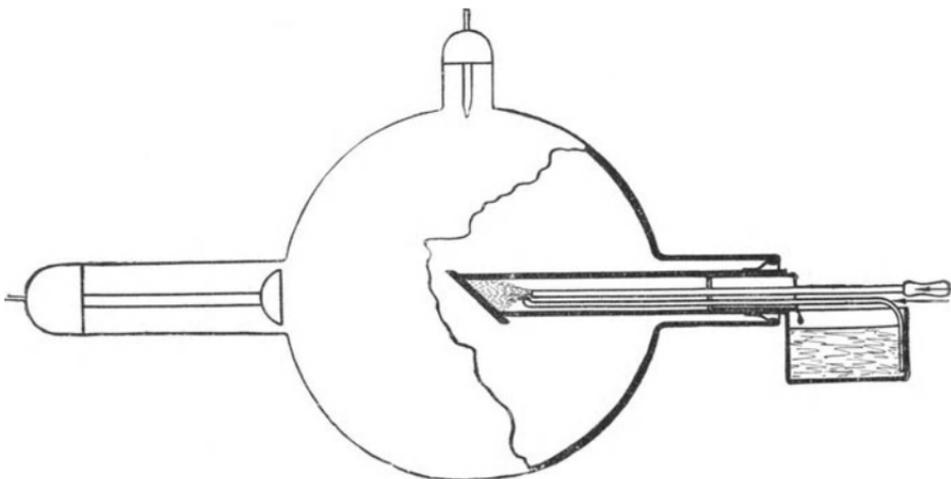
Vorrichtung zur Kühlung der Antikathode durch fließendes Wasser.

Die Müller-Röhren werden auf Wunsch mit einem Lithiumglasfenster (Lindemann-Glas) versehen, welches sich durch eine besondere Durchlässigkeit auszeichnet und auch die sehr weichen Röntgenstrahlen, die von gewöhnlichem Glase absorbiert werden, passieren läßt. Eine große praktische Bedeutung hat das Lithiumglasfenster nicht.

Noch belastungsfähiger und wirksamer als die Müllerschen Wasserkühl-Röhren sind die Amrheinsche Maxi-

imum-Röhre (Veifa - Werke) und die Dura - Röhre (Reiniger, Gebbert und Schall).

Fig. 12.

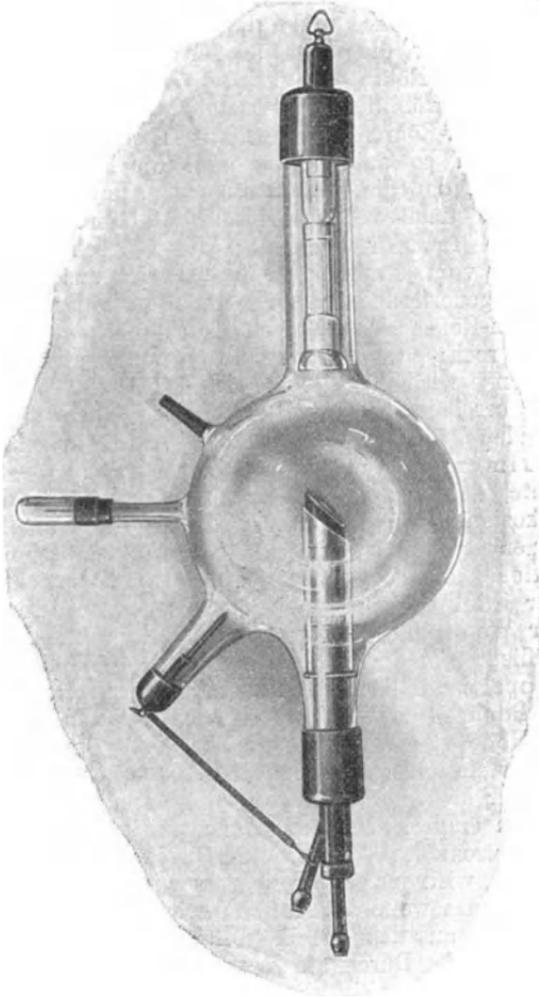


Amrheinsche Maximum-Röhre (Veifa-Werke).

Bei der Amrheinschen Maximum-Röhre (Fig. 12) wird durch ein Motorgebläse ständig ein Wassersprühnebel gegen die Rückfläche des Antikathodenmetalls geschleudert und dadurch eine ganz außerordentliche Kühlwirkung erzielt.

Die Dura-Röhre (Fig. 13) ist eine metallreiche Röhre, welche eine vollständig hohle Antikathode besitzt. Die Antikathode besteht lediglich aus einem Kupferrohr, welches durch eine Kupferplatte abgeschlossen ist; auf dieser wiederum ist der Antikathodenspiegel befestigt, der aus einem rechteckigen massiven Platinplättchen besteht, so daß bei etwaigen Läsionen der obersten Platinschicht das Kathodenstrahlenbündel immer noch auf reines Platin fällt. Nun ist Bedingung, daß die Antikathode absolut kalt gehalten wird, und dies wird dadurch erreicht, daß man Wasser in der Antikathode zirkulieren läßt. Die Hohl-Antikathode ist zu diesem Zweck mit einem Zufluß- und einem Abflußrohr versehen und von diesen beiden endet das Zuflußrohr in kurzer Entfernung vor der inneren Wand der das Antikathodenrohr abschließenden Kupferplatte. Die Wasser-

Fig. 13.



Dura-Röhre (Reiniger, Gebbert & Schall).

zirkulation wird mittels einer durch einen Motor betriebenen Wasserpumpe bewerkstelligt, welche fortwährend aus einem Wassergefäß die Flüssigkeit herauspumpt und in die Antikathode drückt, aus welcher es dann wieder

in das Gefäß zurückläuft. Die Kombination der metallreichen Antikathode und der durchlaufenden Wasserkühlung scheint die Ursache für die ganz vorzügliche Leistung der Röhre zu sein. Als Regeneriervorrichtung wird gewöhnlich die Osmoregenerierung ausgeführt. Da die Dura-Röhren speziell für therapeutische Tiefenbestrahlungen so ausgepumpt und die Metallteile so gut entgast sind, daß die Röhren stets zum Hartwerden neigen, so ist eine häufige Regenerierung während des Betriebes Bedingung. In sehr bequemer Weise geschieht dies Regenerieren vom strahlengeschützten Ort aus mittels der Gasfern-Regenerierung nach Holzknicht oder der elektrischen Fern-Regenerierung nach Schwarz.

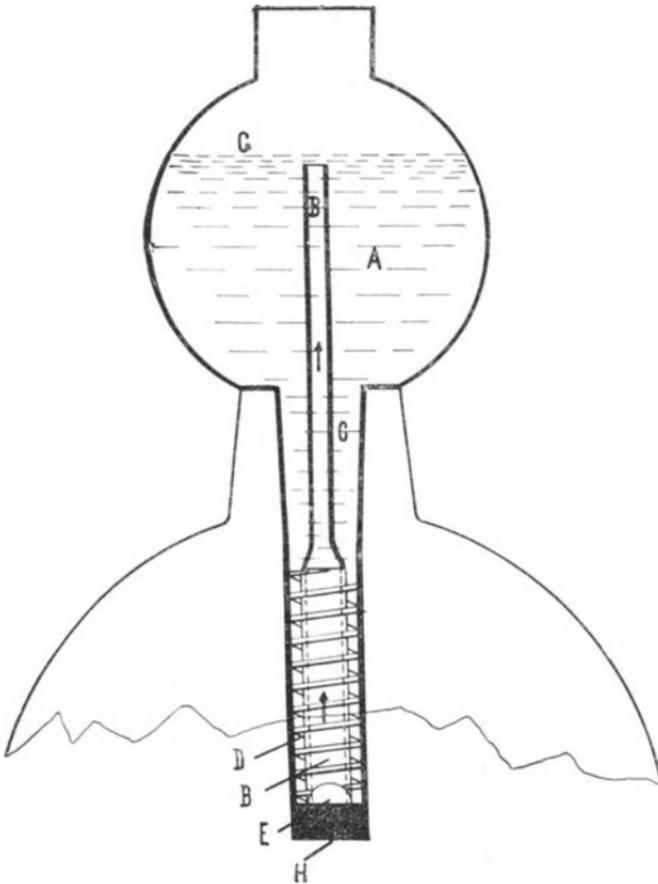
Eine recht gute Kühlung durch „automatische Wasserkirkulation“ wird bei der Helm-Röhre der Watt-A.-G. (Berlin) erreicht. Die Röhre ist — nach einem entsprechenden Training — fast ebenso belastungsfähig, wie die Maximum-Röhre und die Dura-Röhre (3—5 M.-A.) und bietet den Vorteil, daß zur Kühlung der Antikathode keine kostspieligen und umständlichen maschinellen Vorrichtungen erforderlich sind. Wie die automatische Wasserkirkulation zustande kommt, ist aus Fig. 14 ersichtlich.

Der Kühlbehälter *A* wird soweit mit Wasser gefüllt, daß der Wasserspiegel das Rohr *B* überspült. Das Kühlwasser fließt nun durch das Einflußrohr *C* in die zwischen der Doppelwand liegenden Spiralen *D*, erreicht so den tiefsten Punkt *E* der Antikathode und steigt in dem Rohr *B* bis zur Höhe des Wasserspiegels *G* auf. Durch das Auftreffen der Kathodenstrahlen auf den Platinspiegel *H* wird die darüber stehende Wassersäule erwärmt und steigt infolgedessen empor. Da nun die Gewindgänge der Spiralen dem Rückstrom des Wassers einen großen Widerstand entgegensetzen, wird das erwärmte Wasser immer den leichteren Weg durch das weite glatte Rohr *B* wählen, indem gleichzeitig Wasser aus dem Kühlbehälter *A* durch die Spiralen angesogen wird. Durch die stete Wiederholung dieses Vorganges kommt eine Zirkulation des Kühlwassers zustande, dessen Intensität mit der Belastung der Röhre und mit der entsprechenden Erwärmung des Platinspiegels *H* steigt.

Einen von allen anderen Röntgen-Röhren völlig abweichenden Typ stellt die Coolidge-Röhre dar.

Die Coolidge-Röhre unterscheidet sich von allen anderen Röhren-Typen dadurch, daß die Erzeugung der

Fig. 14.

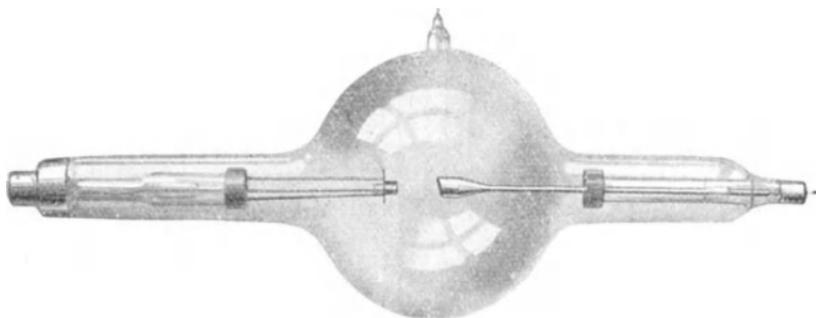


Querschnitt des Antikathodenteils der Helm-Röhre.

Kathodenstrahlen ohne Mitwirkung von Gasresten in der Röhre erfolgt. Die Kathodenstrahlen werden nicht, wie in allen anderen Röhren, durch den Aufprall positiver Ionen auf die Kathode ausgelöst, sondern sie werden unmittelbar von der aus Wolfram bestehenden Kathode emittiert, die durch elektrischen Strom auf Glühtemperatur erhitzt wird. Die Coolidge-Röhre ist also so hoch evakuiert, daß in ihr

nennenswerte Gasreste nicht mehr vorhanden sind. Die Glaswand fluoresziert nicht während des Betriebes. Der Härtegrad der Röhre hängt von der Anzahl der durch Glühen aus der Kathode ausgetriebenen „Thermionen“ ab. Je mehr man die Kathode durch den Heizstrom erhitzt, desto weicher wird die Röhre. Bei einer gegebenen Induktorspannung hat man in der Regulierung des Heizstromes der Kathode das Mittel, die Röhre bei jedem beliebigen Härtegrad zu betreiben. Ebenso kann man bei einem gegebenen Heizstrom durch Variation der Induktorspannung den Härtegrad der Röhre und die Menge der Röntgenstrahlen beeinflussen, da der Härtegrad nicht nur

Fig. 15.

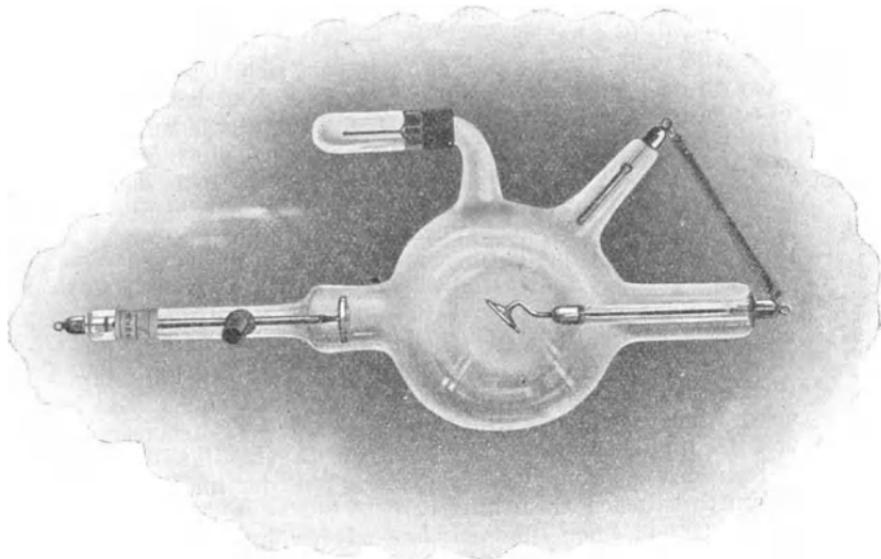


Coolidge-Röhre der A.-E.-G.

mit der Verringerung der Heizstromstärke, sondern auch mit der steigenden Belastung zunimmt. Für den Betrieb der Röhre wird eine besondere Stromquelle (kleine Akkumulatorenbatterie) zur Erzeugung des Heizstromes benötigt. Dagegen ist keinerlei Kühlvorrichtung oder dergleichen erforderlich, ebensowenig eine Regeneriervorrichtung. Die Röhre kann stundenlang, auch bei einer sehr starken Belastung, in Betrieb gehalten werden, ohne daß sich der Härtegrad ändert. Sind Heizstrom und Induktorspannung einmal eingestellt, so ergeben sie bei jedem neuen Einschalten immer wieder den gleichen Härtegrad. Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin besitzt das Herstellungsrecht für die meisten europäischen Staaten. Aus patentrechtlichen Gründen ist die Röhre zurzeit noch nicht im Handel erhältlich.

Während sich die bisher genannten Röhren-Typen in erster Linie für die Tiefentherapie eignen, genügen für die Oberflächentherapie in den allermeisten Fällen einfachere und billigere Röhren. Insbesondere sind Röhren von kleinerem Kugeldurchmesser (ca. 12 cm) empfehlenswert, weil man mit diesen näher an die zu bestrahlende Hautpartie herangehen kann.

Fig. 16.



Kleine Therapie-Röhre (Burger).

Solche Typen sind z. B. die kleine Therapie-Röhre von Gundelach, die Eta-Röhre von Bauer, das Dermo-Rohr der Radiobogie-G. m. b. H. und die kleine Therapie-Röhre von Burger (Fig. 16).

Besonders die letztere verwende ich mit Vorliebe in der Dermatotherapie. Die Glaswand ist im ganzen besonders dünn geblasen, und trotz der schwachen Antikathode und der dadurch bedingten geringen Belastung, welche die Röhre verträgt, ist sie doch recht wirksam und eignet sich in mittelweichem Zustande vorzüglich für Oberflächen-Bestrahlungen, besonders auch für Bestrahlung größerer

Flächen. Für Tiefen-Bestrahlungen ist sie ebensowenig zu gebrauchen, wie die anderen hier genannten kleineren Röhren.

Mit der Aufzählung der hier genannten Röhren-Typen soll nicht gesagt sein, daß andere hier nicht genannte Typen für therapeutische Zwecke ungeeignet sind.

Man wird immer einen Unterschied machen müssen in der Auswahl der Röhren, je nachdem man sie für Oberflächen- oder Tiefen-Bestrahlungen gebrauchen will.

Man soll jedenfalls immer für beide Zwecke besondere Röhren vorrätig haben.

Alte vielgebrauchte Röhren färben sich, besonders in dem vor dem Antikathodenspiegel liegenden Kugelabschnitte, aber auch — wenn auch schwächer — hinter demselben. Hält man eine derartige alte Röhre gegen einen weißen Hintergrund, so zeigt sich der Kathodenhals ganz durchsichtig, die vor dem Antikathodenspiegel liegende Kugelhälfte dagegen mehr oder weniger violett, die hinter demselben gelegene Kugelhälfte gelblich verfärbt. Die violette Färbung durchsetzt die ganze Dicke des Glases und beruht auf einer chemischen Veränderung des Glases (Reduzierung von Mangan), wie sie auch durch die Radium- und Lichtstrahlen hervorgerufen wird. Außerdem kommt es bei älteren Röhren zu einer Metallzerstäubung, welche zu einem Belag an der Innenfläche der Glaskugel führt. Diese Zerstäubung von Metallteilchen ist von Bedeutung für das ständige Härterwerden der Röhren, weil sie einen Teil der im Röhreninnern enthaltenen Gase binden.

Das Ende einer Röntgenröhre ist gewöhnlich dadurch bedingt, daß sich — häufig beim Regenerieren alter Röhren — ein Funke den Weg durch die Glaswand bahnt; es dringt Luft in das Röhreninnere und zwischen Anode resp. Antikathode und Kathode gleicht sich nun die Elektrizität — wie immer in dichter Luft — in Form eines Funkenbandes aus. Ist die Durchschlagsöffnung besonders klein, sodaß nur ganz allmählich minimale Luftmengen eindringen, so zeigen sich im Röhreninnern zunächst rotviolette Lichtnebel; erst wenn ein genügendes Quantum Luft eingedrungen ist, springen dann Funken von der Anode, resp. der Antikathode zur Kathode über. Zu den glücklicherweise sehr seltenen, aber dafür um so unangenehmeren Ereignissen gehört die Implosion einer Röntgenröhre, die unter lautem Knall und pulverförmiger Zerstäubung des Glases erfolgt.

oft ohne jede nachweisbare Veranlassung, während die Röhre nicht in Betrieb ist. Die Implosion einer Röhre während einer therapeutischen Bestrahlung habe ich niemals erlebt.

### **Vorrichtungen zur Unterdrückung der verkehrten Stromrichtung.**

Die Röntgenröhren leiden bei dem Betriebe mit Induktor und Unterbrecher besonders durch die Schließungsströme, welche die gleiche Wirkung haben, wie verkehrte Stromrichtung, und die Röhre sehr schnell hart machen. Für den Schließungsstrom wird nämlich die Kathode zur Anode und die Antikathode zur Kathode, so daß die Kathodenstrahlen auf dem leicht zerstäubbaren Platinspiegel entstehen, feinste Platinteilchen losreißen, die schließlich einen gelbbraunen bis braunschwarzen Belag auf der Glaswand bilden und zur Bindung der Gase im Innern der Röhre führen. Das gilt vor allem für weiche Röhren wegen des an und für sich geringen Widerstandes, welchen sie dem Schließungsstrom bieten. Diese Tatsache benutzt man z. B. bei Röhren, die man „überregeneriert“, also „zu weich“ gemacht hat, indem man den Strom „wendet“, so daß die Antikathode zur Kathode wird. Den Durchgang des Schließungsstromes erkennt man daran, daß auf der hinter dem Antikathodenspiegel gelegenen Kugelhälfte unregelmäßige fluoreszierende Ringe, konaxial zur Anode, resp. zur Antikathode auftreten. Uebrigens werden auch auf der vor dem Antikathodenspiegel gelegenen fluoreszierenden Kugelhälfte durch den Schließungsstrom fluoreszierende Flecken hervorgerufen, die — eben weil sie innerhalb der fluoreszierenden Kugelhälfte gelegen — nicht sichtbar sind. Der Schließungsstrom ist auch darum recht störend, weil er die exakte Messung der Stromstärke mittels eines in den sekundären Stromkreis eingeschalteten Milliampèremeters erschwert oder unmöglich macht, da er dieses in umgekehrter Richtung wie der Oeffnungsstrom durchfließt. Das Milliampèremeter zeigt also dann nicht die Stärke des Oeffnungsstromes an, sondern nur den aus den beiden entgegengesetzten Stromrichtungen resultierenden Mittelwert.

Sehr gut zeigt die Glimmlichtröhre das Vorhandensein von Schließungsstrom an. Die Glimmlichtröhre ist eine mäßig evakuierte Glasröhre mit 2 stabförmigen

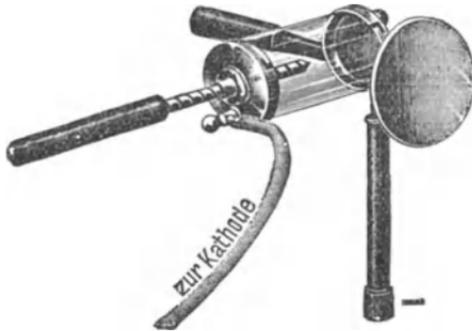
Metallelektroden, welche in den sekundären Stromkreis eingeschaltet wird. Passiert nur der Oeffnungsinduktionsstrom die Röntgenröhre, so zeigt nur die Kathode der Glimmlichtröhre einen blauen Lichtmantel. Geht auch der Schließungsinduktionsstrom hindurch, so tritt auch um die Anode der Glimmlichtröhre ein blauer Lichtmantel auf.

Da nun der Schließungsstrom eine erheblich niedrigere Spannung besitzt als der Oeffnungsstrom, so kann man den ersteren dadurch ausschalten, daß man ihm einen Widerstand in den Weg legt, den er nicht überwinden kann, während der Oeffnungsstrom ihn mit Leichtigkeit überwindet. Diesem Zwecke dienen z. B. die sogenannten Ventilröhren. Die Ventilröhren sind evakuierte, meist mit Regeneriervorrichtung versehene, in ihrer Form den Röntgenröhren ähnelnde Glastuben, mit 2 Elektroden, die derartig angeordnet sind, daß die Ueberbrückung des Raumes zwischen ihnen dem Schließungsstrom sehr erhebliche, dem kräftigeren Oeffnungsstrom dagegen gar keine Schwierigkeiten macht. Die Ventilröhren werden aber — auch trotz der Regeneriervorrichtung — sehr schnell hart und damit unbrauchbar. Sie sind heute wohl allgemein dadurch verdrängt, daß man in den Stromkreis eine gewöhnliche Funkenstrecke einschaltet. Die beiden Elektroden sind in einer mit der Außenluft kommunizierenden Glasröhre angebracht, die an der negativen Polklemme des Induktors oder an irgend einer anderen Stelle in den sekundären Stromkreis eingeschaltet, z. B. am Röhrenstativ befestigt wird. Als Anode dient eine Metallspitze, als Kathode eine Metallplatte. Man wählt die Entfernung zwischen beiden so groß, daß gerade noch der Oeffnungsfunke von der Spitze zur Platte überspringen kann und an der in Betrieb befindlichen Röhre keine fluoreszierenden Flecken und Ringe mehr auftreten. Bei Einschaltung der Funkenstrecke wird die Röhre härter, weil eben der Widerstand im sekundären Stromkreis größer und damit die zur Ueberwindung dieses Widerstandes erforderliche Spannung höher wird. Denn streng genommen ist die Qualität nicht von dem Vakuum der Röhren abhängig, oder jedenfalls nur insofern, als auch mit dem steigenden Vakuum der Widerstand und damit die sekundäre Spannung wächst. Es ist also richtiger, zu sagen: der Härtegrad einer Röhre

ist abhängig von der sekundären Spannung, letztere wiederum von dem Widerstand im sekundären Stromkreis, der z. B. durch ein hohes Vakuum, aber auch durch eine in den sekundären Stromkreis eingeschaltete Funkenstrecke sehr groß werden kann.

Die Intensität der Schließungsströme ist im übrigen auch von der Bauart der Induktoren, von der Konstruktion der Röhren und der Unterbrecher abhängig. So überwiegt beim Wehnelt die Spannung des Oeffnungsstromes die des Schließungsstromes sehr wenig, bei den Quecksilbermotorunterbrechern dagegen sehr erheblich. Bei letzteren liegen

Fig. 17.



Vorschaltfunkenstrecke zur Unterdrückung des Schließungsstromes.

also in dieser Beziehung die Verhältnisse für den Röhrenbetrieb viel günstiger.

Schließungsstrom macht sich besonders bei weichen Röhren wegen ihres sehr geringen Widerstandes bemerkbar und läßt sich dann durch Ventilröhren oder Vorschaltfunkenstrecken eliminieren.

Aber auch sehr harte Röhren, welche eine besonders starke Belastung erfordern, zeigen bisweilen Schließungslicht, einfach aus dem Grunde, weil mit der stärkeren Belastung nicht nur die Spannung des Oeffnungsinduktionsstromes, sondern auch die des Schließungsinduktionsstromes wächst und infolgedessen auch den größeren Widerstand harter Röhren überwindet.

In solchen Fällen ist auch die Vorschaltung von Ventilröhren oder Funkenstrecken nutzlos, da deren Widerstand ja nicht größer sein darf wie der Widerstand der Röntgen-

röhre. Bei den neueren Induktorunterbrecherapparaten wird übrigens die Ausschaltung des Schließungsstromes auch noch durch andere maschinelle Sperrvorrichtungen ermöglicht, auf deren Konstruktion hier nicht näher eingegangen werden kann.

### **Instrumente zur Prüfung der Qualität der Röntgenstrahlen.**

Während die Quantität der Röntgenstrahlen abhängig ist von der Intensität des primären Stromes, richtet sich die Qualität der Röntgenstrahlen nach dem Vakuum der Röhren oder, richtiger gesagt, nach der zur Ueberwindung des durch das Vakuum bedingten Widerstandes erforderlichen sekundären Spannung. Je höher das Vakuum, je „härter“ also die Röhre, desto penetrationsfähiger die erzeugten Röntgenstrahlen; je niedriger das Vakuum, je „weicher“ also die Röhre, desto geringer die Penetrationskraft der produzierten Strahlen.

Den Härtegrad einer Röhre, also die Qualität der Röntgenstrahlen kann man ungefähr schon nach der Intensität des Schattens, welchen die vorgehaltene Hand auf dem durch die Röntgenstrahlen zur Fluoreszenz gebrachten Barium-Platin-Cyanür-Schirm wirft, beurteilen; je dunkler der Schatten, desto weicher die Röhre und umgekehrt. Man tut gut, nicht seine eigene Hand, sondern ein Handskelett als Tastobjekt zu benutzen, um Schädigungen der Haut und der Nägel zu vermeiden. Dieses Handskelett ist zweckmäßig in eine Masse eingebettet, welche einen den Weichteilen entsprechenden Schatten auf dem Fluoreszenzschirm erkennen läßt. Für therapeutische Bestrahlungen genügt die annähernde Schätzung der Strahlenqualität nach dem Handschattenbilde nicht, sondern es ist die zahlenmäßige Bestimmung des Härtegrades mittels der in den folgenden Zeilen genauer geschilderten „Härteskalen“ oder „Härtemesser“ erforderlich.

#### **Radiometer.**

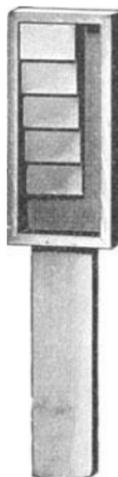
Dieses von Benoist angegebene, von Walter verbesserte Instrument beruht auf der ungleichen Aenderung der Transparenz des Silbers und des Aluminiums. Diese Ungleichheit der Aenderung tritt auf, sobald sich die Qualität der Röntgenstrahlen ändert. Während die Trans-

parenz beim Silber mit der Aenderung der Qualität nur sehr wenig wechselt, ist sie beim Aluminium bei den verschiedenen Härtegraden sehr verschieden. Das erklärt sich wohl daraus, daß das Silber ein sehr viel größeres Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen besitzt als das Aluminium, und also in dünner Schicht nur die in jeder — auch in einer weichen — Röhre vorhandenen härteren Strahlen passieren läßt, so daß der Schatten der Silberplatte auf dem Leuchtschirm sowohl bei weichen wie bei harten Röhren immer annähernd die gleiche Intensität zeigt, während das Aluminium in dünner Schicht auch weiche und erst in dickerer Schicht nur härtere Strahlen passieren läßt.

Bei einer weicheren Röhre wird daher eine dünnere Aluminiumschicht auf dem Leuchtschirm den gleichen Schatten geben wie die Silberplatte, bei einer härteren Röhre eine dickere Schicht.

Zum Vergleiche dient eine dünne Silberplatte und ein in arithmetischer Reihe zweiter Ordnung stufenförmig verdickter Aluminiumstreifen, dessen einzelne Stufen durch Bleizahlen kenntlich gemacht sind. Bei einem bestimmten Härtegrad wird eine bestimmte Stufe des Aluminiumstreifens, die natürlich um so dicker sein wird, je härter die Röhre ist, die gleiche Helligkeit zeigen wie die Silberplatte; die Bleizahl der betreffenden Stufe gibt den Härtegrad der Röhre direkt an.

Fig. 18.

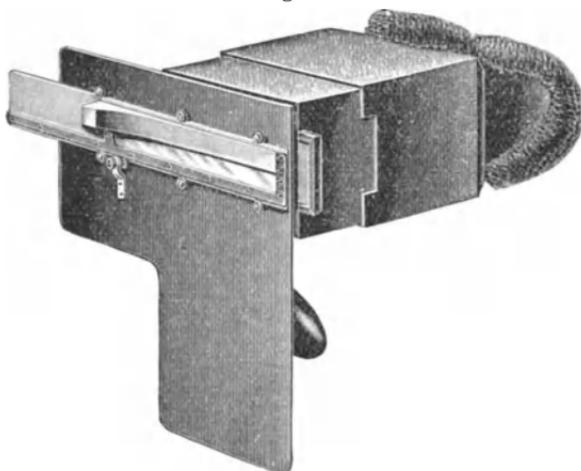
Radiometer  
nach  
Benoist.

### Kryptoradiometer.

Eine weitere Vervollkommnung des Radiometers hat Wehnelt in seinem Kryptoradiometer erreicht, und zwar dadurch, daß der Aluminiumstreifen nicht stufenförmig, sondern keilförmig ist; es kann bei dieser Anordnung nicht vorkommen, daß die Qualität einer Röhre zwischen 2 Stufen liegt, und damit eine genaue Messung unmöglich ist. Ein weiterer Mangel des Stufen-Radiometers, nämlich die Irritation des Auges durch die verschiedene Helligkeit der der maßgebenden Stufe benachbarten Aluminiumfelder auf dem Leuchtschirm ist dadurch vermieden, daß sich zwischen den

Metallstreifen und dem Schirm eine für Röntgenstrahlen undurchlässige Platte befindet, die nur durch einen schmalen Spalt den Röntgenstrahlen den Durchgang zum Fluoreszenzschirm gestattet. Beide Metallstreifen sind auf einem Schieber angebracht, der mittels Zahn und Trieb an dem Spalt vorbeigeschoben werden kann. Auch der Leuchtschirm ist, um eine Ermüdung bei ständiger Beleuchtung derselben Stelle zu verhüten, verschiebbar. Eine am Schieber angebrachte Skala und ein an der undurchlässigen

Fig. 19.



Kryptoradiometer nach Wehnelt.

Platte markierter Index ermöglichen die Ablesung des Härtegrades. Es empfiehlt sich, den kleinen Leuchtschirm von Zeit zu Zeit dem Tageslicht auszusetzen, da er sich mit der Zeit bräunt. Diese Bräunung beeinträchtigt die Fluoreszenzfähigkeit und verschwindet wieder unter dem Einflusse des Tageslichtes.

#### Waltersche Härteskala.

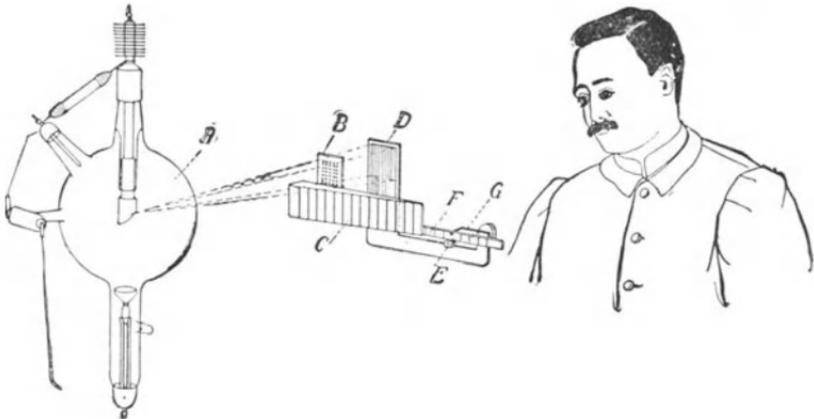
Die Waltersche Härteskala besteht aus einer für Röntgenstrahlen undurchlässigen Bleiplatte, in welcher 8 Löcher ausgestanzt und mit Platinscheiben verschiedener Dicke ausgefüllt sind. Die Zunahme der Schichtdicke erfolgt in arithmetischer Reihe 2. Ordnung.

Vor der Bleiplatte ist ein Fluoreszenzschirm angebracht, auf welchem um so mehr Platinscheiben als fluoreszierende Felder erscheinen, je penetrationsfähiger die Röntgenstrahlen sind, je härter also die Röhre ist.

### Der absolute Härtemesser nach Christen.

Christen hat an Stelle der konventionellen Einheiten der verschiedenen Skalen (Benoist, Wehnelt, Walter u. a.) als absolutes Maß des Härtegrades die „Halbwertschicht“ eingeführt.

Fig. 20.



Schematische Darstellung der Messung der Halbwertschicht.

Unter Halbwertschicht versteht man nach Christen diejenige Dicke einer Schicht destillierten Wassers, gemessen in Zentimetern, welche von der einfallenden Strahlung gerade die Hälfte absorbiert und die andere Hälfte durchläßt.

Je weicher die Strahlung, desto dünner ihre Halbwertschicht; je härter eine Strahlung, desto dicker ihre Halbwertschicht, d. h. um so tiefer kann sie eindringen, bevor sie durch Absorption die Hälfte ihrer Intensität eingebüßt hat.

Da nun die Absorptionsfähigkeit der menschlichen Weichteile nur sehr unwesentlich von derjenigen des destillierten Wassers abweicht, so kann man praktisch annehmen, daß die auf Wasser bezogene Halbwertschicht ohne wesentlichen Fehler auf das menschliche Weichteilgewebe übertragbar ist.

Der absolute Härtemesser von Dr. Christen-Bern beruht auf folgendem Prinzip:

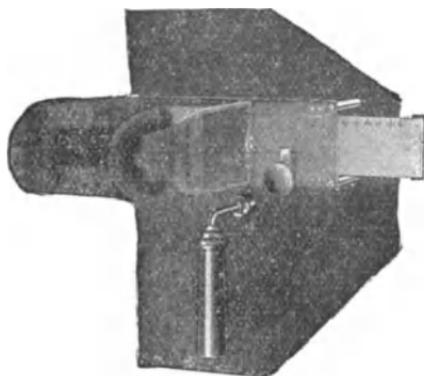
Die von der Röntgenröhre *A* ausgehende Strahlung fällt durch zwei Absorptionskörper *B* und *C* auf einen Fluoreszenzschirm *D*, dessen Fluoreszenzschicht dem Beschauer zugekehrt ist (cf. Fig. 20). Der „Halbwert“ der von *A* ausgehenden Strahlung wird hergestellt, indem als Absorptionskörper *B* ein Metallblechsieb verwendet wird, bei welchem der Querschnitt sämtlicher Löcher gleich dem Querschnitt des stehengebliebenen Bleches ist. Durch diese „Halbwertplatte“ geht stets die Hälfte der Strahlung, ob hart oder weich, denn die Summe aller Löcher ist gleich der halben Fläche der Scheibe. Durch das Metall geht nichts hindurch. Was durchgeht, ist also bei jeder Strahlung gerade so viel wie das, was nicht durchgeht, d. h. die Hälfte dessen, was auffällt. Durch einen größeren Abstand zwischen Metallsieb *B* und Fluoreszenzschirm *D*, sowie durch die stets vorhandene räumliche Ausdehnung des Brennflecks (Fokus) wird das Fluoreszenzbild der Sieblöcher nicht scharf, sondern verwaschen sein und es entsteht somit auf dem Fluoreszenzschirm *D* eine gleichmäßige Fluoreszenz, deren Helligkeit natürlich halb so groß (Halbwert) ist als beim direkten Auftreffen der Strahlen ohne das Sieb *B*. Mit dieser Fluoreszenzhelligkeit wird diejenige Helligkeit verglichen, welche von Röntgenstrahlen erregt wird, in deren Bahn der Absorptionskörper liegt. Dieser besteht aus Bakelit, einem Material, dessen Absorptionsfähigkeit genau gleich der des destillierten Wassers ist. Der Absorptionskörper *C* ist treppenförmig abgestuft und kann mit Hilfe eines Zahntriebes *E* hin- und hergeschoben werden. Es wird nun diejenige Dicke des Absorptionskörpers *C* durch den optischen Vergleich der beiden Fluoreszenzfelder gesucht, bei welcher die Fluoreszenzhelligkeit beider Felder genau die gleiche ist. Die jeweilige Dicke des Absorptionskörpers *C* und dadurch auch die Halbwertschicht in Zentimetern wird abgelesen an einer seitlichen Skala *F* mit Hilfe des Zeigers *G*. Die Messung ist also praktisch genau die gleiche, wie sie bisher mit dem Präzisions-Kryptoradiometer von Prof. Wehnelt ausgeführt wurde.

Um ein einwandfrei richtiges Resultat bei der Messung zu erhalten, muß das Instrument unbedingt so gehalten werden

1. daß die Vergleichsfelder die größtmögliche Breite haben und
2. daß an der Grenze der Vergleichsfelder weder eine helle noch eine dunkle Trennungszone auftritt. Nur dann haben die eintretenden Strahlen die korrekte Richtung parallel zu den Löchern der Halbwertplatte.

Der absolute Härtemesser von Dr. Christen wird in in seiner äußeren Form durch Fig. 21 dargestellt, aus welcher ersichtlich ist, daß auf einem Schutzblech (gegen

Fig. 21.



Absoluter Härtemesser nach Christen.

Schädigung der Hände und des Gesichts des Messenden) die Meßeinrichtung angebracht ist und die Betrachtung bzw. Messung bei unverdunkeltem Raum ermöglicht wird durch ein Kryptoskop, welches sich dicht an das Gesicht des Beobachtenden anlegt. Die Messung ist durch Ablenkung jeden Seitenlichtes und Verwendung sehr helleuchtender Fluoreszenzmasse eine sehr genaue.

Die Halbwertschicht ist das einzige Maß, welches uns auch über die Tiefen-Dosen orientiert. Haben wir z. B. eine Strahlung von der Halbwertschicht 2 cm und applizieren auf die Hautoberfläche die Dosis 100, so wissen wir, daß wir in 2 cm Tiefe die Dosis 50, in 4 cm Tiefe die Dosis 25, in 8 cm die Dosis 12,5 haben, vorausgesetzt natürlich, daß kein Knochen unter der Haut liegt.

Nach dem Vorschlage von Christen empfiehlt es sich, statt von „Strahlen mit der Halbwertschicht 0,5, 1, 1,5, 2 m“ einfach von 0,5, 1, 1,5, 2 cm-Strahlen zu sprechen, geradeso wie wir ja auch nicht von „Kugeln mit dem Durchmesser 6 cm“, sondern von „6 mm-Geschossen“ sprechen.

Die Handhabung des Instrumentes ist ziemlich umständlich, und die Einstellung jedenfalls schwieriger als bei der Wehnelt-Skala, so daß immerhin eine größere Uebung dazu gehört, die Halbwertschichten richtig abzulesen. Ich bevorzuge daher für die Praxis nach wie vor die Wehnelt-Skala.

Vergleichstabelle der konventionellen Härteskalen mit dem absoluten Maß der Halbwertschicht (nach einem Prospekt der Firma Reiniger, Gebbert u. Schall).

Halbwertschicht in cm	Härtebezeichnung	Wehnelt-Einh. We.	Benoist-Einh. B.	Walter-Einh. W.	Benoist-Walter B.-W.	Bauer Qualim. Grade
0,2	sehr weich	1,3	2—	—	1—	0,8
0,4	„ „	2,9	2+	3—	2—	2,0
0,6	weich	5,6	3+	5	3+	3,7
0,8	mittel	8,3	6+	7—	5+	5,6
1,0	hart	10,0	8+	8—	6+	6,4
1,2	sehr hart	11,2	—	—	—	7,5
1,4	„ „	12,3	—	—	—	8,1
1,6	„ „	13,2	—	—	—	8,7
1,8	„ „	14,0	—	—	—	9,3
2,0	„ „	14,8	—	—	—	9,9

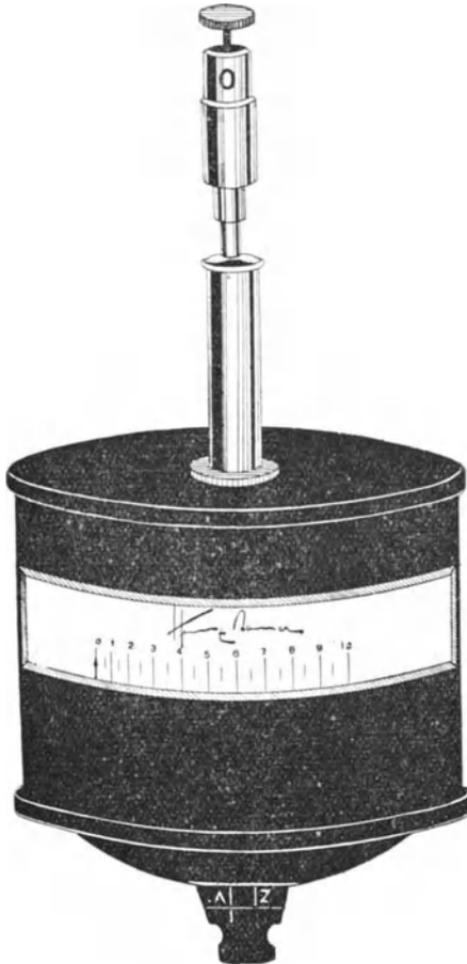
Die Zeichen + und — bezeichnen „mehr“ und „weniger“ in bezug auf die folgende Zahl, z. B. 5— heißt, daß 5 Grade noch nicht bei dem Vergleichswert erreicht werden, 5+, daß 5 Grade überschritten werden.

Vergleichstabelle der Wehnelt-Skala und des Qualimeters mit dem Christenschen Härtemesser (nach Untersuchungen des Verfassers).

Wehnelt-Einh. (We.)	Halbwertschicht in cm	Bauer Qualimeter Grade	Härtegrad
5—7	0,7—0,9	5—7	mittelweich
10	ca. 1,5	10	hart
12	ca. 2	—	sehr hart
13	ca. 2,25	—	„ „

Die Angaben des Qualimeters sind übrigens etwas verschieden, je nach dem benutzten Instrumentarium. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind bei Verwendung eines Rotax-Instrumentariums gewonnen. Bei Verwendung eines Gasunterbrechers zeigte dasselbe Qualimeter immer ca. 1 Grad weniger wie die Wehnelt-

Fig. 22.



Qualimeter von Bauer.

Skala, also z. B. bei 10 We. 9 Bauer. Will man sich also auf die Angaben des Qualimeters verlassen, so muß man bei jedem Wechsel des Instrumentariums oder auch nur des Unterbrechers von neuem feststellen, welchen Zahlen der Wehnelt-Skala die Zahlen des Qualimeters entsprechen.

Der Härtegrad 12 We. wurde durch Vorschaltung eines 1 mm dicken Aluminium-Filters, der Härtegrad 13 We. durch Vorschaltung eines 2 mm dicken Aluminium-Filters bei einer Röhre von 10 We. erhalten. Durch weitere Verstärkung des Aluminium-Filters (bis zu 6 mm!) wird die Halbwertschicht nicht deutlich größer. Nach Untersuchungen von Hans Meyer steigt die Halbwertschicht bei Vorschaltung eines 4 mm dicken Aluminium-Filters auf 2,5 cm, bleibt dann konstant bei weiterer Verstärkung des Filters bis zu 7 mm; erst bei 8 mm Dicke überschreitet die Halbwertschicht 2,5 cm, ohne aber 3 cm zu erreichen.

### Qualimeter von Bauer.

Das Qualimeter von Bauer ist ein Zeiger-Instrument, welches aus der sekundären Spannung den Härtegrad bestimmt. Es wird mit dem negativen Pol des Induktors verbunden. Seine Angaben erfolgen nicht in Volt, sondern in Graden, welche den Stufen einer Treppe aus Bleiblechen von Zehntel Millimetern entsprechen.

Ist das Instrument außer Betrieb, so steht der Zeiger auf Null; ist eine Röhre eingeschaltet, so erfolgt ein Zeigerausschlag, der um so größer ist, je härter die Röhre ist; steht der Zeiger also z. B. auf 5, so haben wir eine mittelweiche, steht er auf 10, eine harte Röhre vor uns. Die Skala umfaßt die Zahlen 1—10 (cf. Fig. 22).

Das Qualimeter ist kein objektiver Härtemesser, aber trotzdem ein ganz ausgezeichnetes Mittel zur Kontrolle der Röhrensubstanz, das schließlich nicht mehr leistet als die parallele Funkenstrecke, aber jedenfalls bequemer ist als diese, da ein Blick auf die Skala genügt, um uns über die Konstanz und Inkonzanz einer Röhre zu orientieren.

### Sklerometer von Klingelfuß.

Das Sklerometer von Klingelfuß ist ein Hitzdraht-Voltmeter und mißt eine der gesamten Sekundärspannung proportionale Teilspannung in Volt, zieht also wie das Qualimeter aus der Spannung Schlüsse auf den Härtegrad. Als objektiver Härtemesser dürfte das Instrument wohl ebensowenig in Betracht kommen wie das Qualimeter.

## **Instrumente zur Prüfung der Quantität der Röntgenstrahlen.**

Einen Weg, die applizierte Röntgenstrahlen - Menge direkt zu messen, hat uns Holz knecht mit seinem Chromoradiometer im Jahre 1902 gewiesen. Ihm verdanken wir es, daß die Röntgenbehandlung aus einem unsicheren im Dunkeln tappenden Verfahren eine wissenschaftliche Disziplin geworden ist.

Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Haut ist nämlich immer erst nach einer bestimmten Latenzzeit zu erkennen.

Dagegen zeigen gewisse chemische Substanzen unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen eine Farbenänderung, die sofort sichtbar ist.

Sowohl die Reaktion von seiten der Haut, wie auch die Verfärbung dieser chemischen Substanzen ist abhängig von der absorbierten Strahlenmenge, sie ist um so stärker, je mehr Röntgenstrahlen zur Absorption gebracht werden.

Einer bestimmten Hautreaktion, z. B. einem Erythem, wird also eine ganz bestimmte Farbnuance entsprechen.

Wenn auch das erste „chemische Dosimeter“, das Chromoradiometer, sich als unbrauchbar erwies und von Holz knecht selbst zurückgezogen wurde, so basieren doch auf ihm alle späteren Dosimeter, von denen besonders das Radiometer von Sabouraud-Noiré und das Quantimeter von Kienböck in der Praxis Verwendung finden.

Zu beachten ist, daß alle chemischen Dosimeter nur für eine mittelweiche Strahlung geeicht sind und also zunächst nur für diese Strahlenqualität Gültigkeit haben aus Gründen, welche aus dem später folgenden Abschnitt „Die Bedeutung der Röntgen-Strahlenqualität für die direkte Dosimetrie“ ersichtlich sind.

### **Freundsches Meßverfahren.**

Freund hat vorgeschlagen, die unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen eintretenden, von der Menge der absorbierten Röntgenstrahlen abhängigen Farbenänderungen einer 2%igen Lösung von Jodoform in Chloroform für die Beurteilung der absorbierten Röntgenstrahlenmenge zu verwenden. Das Verfahren ist umständlich und die Möglichkeit der Fehlerquellen (Einwirkung der Temperatur, des

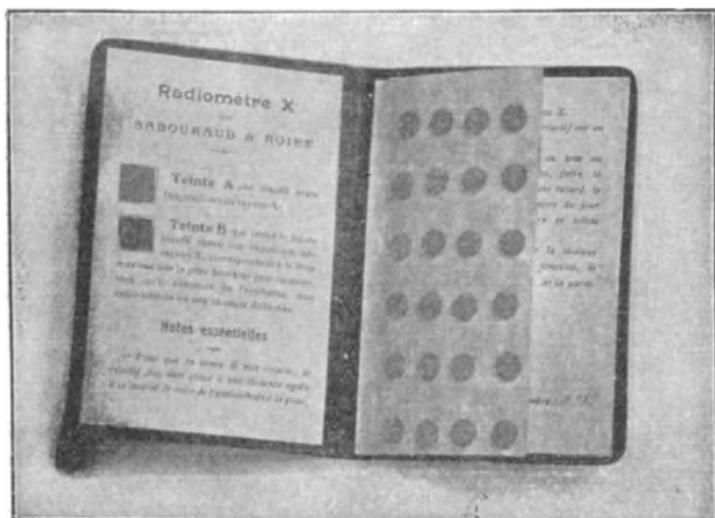
Lichtes, Fortschreiten der Färbung nach Unterbrechung der Bestrahlung) ist größer als bei den anderen direkten dosimetrischen Methoden, so daß es sich keinen Eingang in die Praxis verschafft hat.

### **Radiometer nach Sabouraud und Noiré.**

Auch dieses Radiometer ist ein Chromometer und mißt direkt die absorbierte Röntgenstrahlenmenge. Es wird hier ein Reagenzpapier verwendet, und zwar ein Stück Barium-Platin-Cyanürpapier. Dieses Reagenzpapier hat eine hellgrüne Farbe, die durch Einwirkung der Röntgenstrahlen in ein Gelb und schließlich in Rot und Braun übergeht. Wird das durch die Röntgenstrahlen verfärbte Papier dem Tageslichte ausgesetzt, so nimmt es wieder seine hellgrüne Farbe an und kann dann von neuem benutzt werden. Es empfiehlt sich, die gleiche Tablette nach der Entfärbung höchstens 2—3 mal zu benutzen; zur Abschätzung der erzielten Färbung dienen 2 Farben: ein dem Reagenzpapier entsprechendes Hellgrün (Teinte A) und ein Dunkelgelb (Teinte B). Man soll so lange bestrahlen, bis das Reagenzpapier die dunkelgelbe Färbung angenommen hat; dann hat man die Maximaldosis appliziert, welche die Haut vertragen soll, ohne daß eine starke Dermatitis oder dauernder Haar ausfall eintritt. Das Reagenzpapier muß von der Antikathode halb so weit entfernt sein wie die Haut. Diese Befestigung des Reagenzpapieres in der halben Entfernung ist etwas umständlich und muß mittels eines besonderen, am Röhrenstativ verschieblich angebrachten Halters aus Metall oder Holz bewerkstelligt werden. Im übrigen ist das Instrument, das die Form eines kleinen Taschenbuches hat, handlich, billig, und der Unterschied zwischen der normalen und der der Maximaldosis entsprechenden Färbung ist so deutlich, daß Irrtümer in der Abschätzung der Farbe kaum möglich sind.

Auch bei diesem Instrument sind gewisse Vorsichtsmaßregeln zu beachten, um Fehler in der Dosierung zu vermeiden. Vor allem muß die Einwirkung der Wärme ausgeschaltet werden, die Tabletten dürfen also der Glaswand nicht direkt anliegen, weil starke Erwärmung gleichfalls eine Gelb- bzw. Braunfärbung zur Folge hat, die allerdings nicht so gleichmäßig ist, wie die durch Röntgenstrahlen hervorgerufene, sondern sich auf die Rand-

Fig. 23.



Radiometer nach Sabouraud-Noiré.

partien der Tablette beschränkt, während das Zentrum fast immer grün bleibt oder jedenfalls eine sehr viel schwächere Verfärbung zeigt. Das dürfte sich so erklären, daß die Tabletten am Rande, wo sie ausgestanzt sind, die schützende Kollodiumschicht verloren haben, so daß dort die Wärmewirkung besonders leicht zur Geltung kommt. Für die Röntgenstrahlen bildet natürlich der dünne Kollodiumüberzug kein Hindernis, und Zentrum und Peripherie der Tablette sind daher bei reiner Röntgenstrahlenwirkung ganz gleichmäßig gefärbt.

Man sieht also der Tablette ohne weiteres an, ob die Färbung nur durch Röntgenstrahlen oder durch Röntgenstrahlen und Wärmewirkung bedingt ist. In letzterem Falle ist die Färbung am Rande immer erheblich dunkler, und man hat sich zur Abschätzung an die Farbe der zentralen Partie zu halten.

Die Erwärmung der Glaswand ist um so stärker, je näher die Antikathode der Glaswand und je stärker die Belastung ist. Besonders bei sehr starker Belastung wird man die Tablette der Glaswand nicht zu nahe bringen

dürfen. Zweckmäßig ist es, jede Tablette durch einen Scherenschnitt zu halbieren und nur immer eine halbe Tablette zu bestrahlen. Erstens spart man auf diese Weise an Tabletten, und zweitens ist die Abschätzung der Färbung leichter, wenn man eine halbierte Tablette mit dem geraden Rand an die Testfarbe legt; man muß dann ein gleichmäßig gelb gefärbtes Feld haben, wenn die Teinte B erreicht ist.

Die Tabletten müssen ferner mit Metall ( $1/2$  mm dickes Bleiblech) hinterlegt, genau in der halben Fokushautdistanz angebracht und während der Bestrahlung vor grellem Tageslicht geschützt sein. Es genügt, wenn die Bestrahlung — wie gewöhnlich — in einem nur leicht verdunkelten Raum oder bei gedämpftem Tageslicht vorgenommen wird. Auch die Aufbewahrung der Tabletten ist nicht ganz gleichgültig; sie sollen bei möglichst gleichmäßiger mittlerer Zimmertemperatur gehalten und vor Röntgenstrahlen und Wärmeeinwirkung geschützt werden.

Der Vergleich mit den Testfarben muß bei Tageslicht erfolgen, und zwar bei diffusem Tageslicht, wie es durch die üblichen Vorhänge in das Zimmer dringt, nicht etwa bei direktem Sonnenlicht, da die Färbung der Reagenztabletten bei diesem und bei elektrischem Glühlicht bedeutend dunkler erscheint und so eine zu große Strahlendosis vortäuschen würde. Die Ausdosierung einer Röhre erfolgt daher am besten bei leicht bedecktem Himmel in der Zeit von 10 Uhr morgens bis 2 Uhr nachmittags. Unbedingt erforderlich ist es ferner, daß man Testfarben und Reagenztabletten nur von L. Drault u. Ch. Raulot-Lapointe (Paris) bezieht, da es auf eine ganz gleichmäßige Herstellung der Tabletten ankommt. Um zu beurteilen, ob die Tabletten sich unter dem Einflusse des Tageslichtes wieder vollkommen entfärbt haben, betrachtet man sie am besten bei elektrischem Glühlicht (Kohlenfadenlampe) oder einer anderen Lichtquelle, die reich an gelben und roten Strahlen ist (Benzinlampe), weil man dann Spuren einer noch vorhandenen Gelbfärbung leichter erkennt.

Verfärbte Tablettèn legt man zur Entfärbung an das Fenster, aber nicht in direktes Sonnenlicht, da hier wieder die Wärme die Entfärbung verhindern oder jedenfalls verlangsamen würde.

Die Tabletten sind nicht immer von gleicher Empfindlichkeit. Zu jedem Radiometer gehört ein bestimmter Satz Tabletten. Demnach ist auch die Teinte B bei den einzelnen Exemplaren verschieden und bei Nachbestellungen ist es durchaus erforderlich, die Nummer des betreffenden Exemplars, welche auf der zweiten Seite verzeichnet ist, anzugeben.

Beobachtet man genau die hier gegebenen Vorschriften, so ist das Radiometer für die Praxis genügend zuverlässig und wegen seiner Einfachheit und des billigen Preises von allen direkten Dosimetern das empfehlenswerteste.

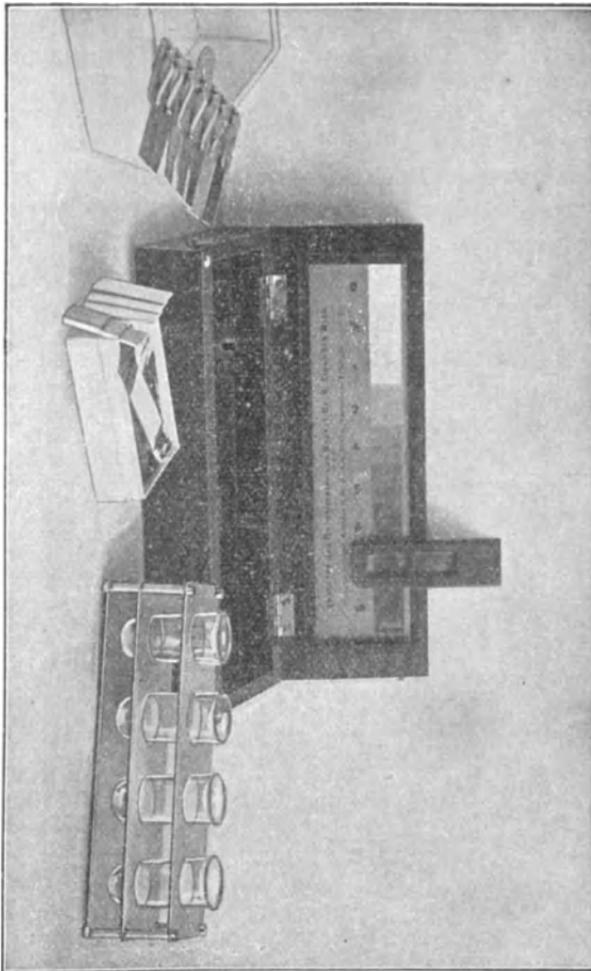
Um die Schwankungen des Tageslichtes zu vermeiden, wird von Krüger eine künstliche Lichtquelle empfohlen, welche spektroskopisch dieselbe Beschaffenheit haben soll wie das diffuse Tageslicht, und zwar eine 50kerzige Osram-Lampe mit einem Blauglasfilter von bestimmter Dicke und bestimmter Färbung (zu beziehen von Pohl, Kiel, Hospitalstraße).

Auch eine Modifikation von Bucky (Orthospektraldosimeter, hergestellt von Siemens und Halske, Berlin) gestattet die Ablesung bei einer konstanten künstlichen Lichtquelle.

### **Radiometer nach Bordier.**

Das Radiometer nach Bordier ist eine Modifikation desjenigen von Sabouraud und Noiré. Die Barium-Platin-Cyanür-Tabletten werden hier direkt auf die zu bestrahlende Haut, resp. dicht daneben gelegt. Die Skala besteht aus 5 Farben (Teinte 0, 1, 2, 3, 4, gelbgrün bis gelbbraun). Teinte 1 soll der Sabouraud-Noiréschen Teinte B, die folgenden stärkeren Farbennuancen intensiveren Reaktionsgraden entsprechen. Die Modifikation ist nicht besonders empfehlenswert.

Gerade die Anfangsfärbungen, auf welche es vor allem ankommt, scheinen nicht ganz zuverlässig zu sein, und die Reaktion fällt meist stärker aus, als man erwarten sollte (Wetterer, Kienböck). Auch Verfasser konnte feststellen, daß die Teinte 0 nach Bordier noch nicht erreicht war, wenn die Sabouraud-Tablette in der halben Entfernung vom Fokus bereits die Teinte B anzeigte. Bei elektrischem Glühlicht erscheinen natürlich auch bei diesem Radiometer die Färbungen immer etwas dunkler.



Quantimeter nach Kienböck.

Fig. 24.

### Quantimeter nach Kienböck.

Bei dem quantimetrischen Verfahren wird die von der Haut absorbierte Strahlendosis nach der mehr oder weniger intensiven Schwärzung eines auf der Haut mitbestrahlten, schwarz kuvertierten Chlorbromsilbergelatinepapier-

streifens von bestimmter Empfindlichkeit durch Vergleich mit einer Normalskala abgeschätzt. Diese besteht aus einer Reihe stufenweise dunkler werdender Felder, welche in „quantimetrischen“ Einheiten,  $x$  genannt, die absorbierte Strahlenmenge angeben. Die mit  $10x$  bezeichnete Schwärzungsnuance soll ungefähr der Sabouraud-Noiréschen Normaldosis (Teinte B der in halber Fokus-Haut-Distanz bestrahlten Reagenztablette) entsprechen.

Der bestrahlte Papierstreifen wird „nach der Sitzung in der Dunkelkammer einer bestimmten Entwicklung mit nachfolgender Fixierung unterzogen. Die Entwicklung des Streifens geschieht mit Entwickler von vorgeschriebener Zusammensetzung bei Zimmertemperatur ( $18^{\circ}$  C.) 1 Minute lang, wodurch sich das Reagenzpapier um so dunkler grau färbt, je größere Lichtmengen absorbiert wurden. Aus dem Entwickler wird der Streifen nach raschem Eintauchen in Wasser in eine gewöhnliche Fixierlösung gebracht, wo er auch nur kurz verweilt und die Färbung des Papiers lichtbeständig wird. Der Streifen wird nun noch feucht oder nach dem Trocknen mit der Normalskala verglichen“ (Kienböck).

Für Tiefenbestrahlungen wird noch eine Zusatz-Skala nach Gauß geliefert, welche die Ablesung höherer  $x$ -Zahlen gestattet. Bei Verwendung dieser Skala müssen die Quantimeterstreifen unter einem 10 mm dicken Aluminiumblock bestrahlt werden. Die Skala beginnt mit einer Schwärzung, die  $10x$  entspricht. Diese Anfangsstufe der Zusatz-Skala wurde in der Weise gewonnen, daß man einen Quantimeterstreifen unter dem Aluminiumblock so lange bestrahlte, bis ein anderer in gleicher Entfernung ohne Aluminiumblock mitbestrahlter Streifen nach der Kienböck-Skala  $10x$  zeigte. Natürlich mußte die unter dem Aluminiumblock erzielte,  $10x$  entsprechende Schwärzung sehr viel heller ausfallen als an der Original-Kienböck-Skala, so daß man nun bequem stärkere Schwärzungsgrade für die höheren  $x$ -Zahlen verwenden konnte.

Das Quantimeter gibt uns nicht nur über die verabfolgte Oberflächendosis Aufschluß, sondern gestattet uns auch eine Abschätzung der in tieferen Schichten absorbierten Strahlenmenge. Das geschieht mittels Aluminiumplättchen von 1 mm Dicke, welche ungefähr ebensoviel Röntgenstrahlen absorbieren wie eine Gewebsschicht von 1 cm Dicke und während der Bestrahlung derart auf den kuver-

tierten Papierstreifen gelegt werden, daß dieser nur partiell bedeckt ist. Der unter dem Aluminium erscheinende Schwärzungsgrad zeigt dann ungefähr die Dose an, die in einer 1 cm tiefen Gewebsschicht appliziert wurde.

Wenn man einen Quantimeterpapierstreifen durch mehrere solcher übereinander gelegter Aluminiumplättchen bestrahlt, kann man nach dem erhaltenen Schwärzungsgrad auch die in tieferen Schichten absorbierten Strahlenmengen annähernd abschätzen.

Trotz dieser und anderer Vorzüge ist das Quantimeter als Dosimeter für die Praxis nicht besonders geeignet, erstens, weil das Entwicklungsgeschäft sehr viel Zeit und große Sorgfalt erfordert, und zweitens vor allem aus dem Grunde, weil die applizierte Dose nicht direkt abgelesen werden kann, da die Schwärzung des Papierstreifens erst nach der Entwicklung und Fixierung zu sehen ist, und Kienböck selbst gibt zu, daß man, wenn es sich nicht um ganz schwache Bestrahlungen handelt, noch gleichzeitig ein „offenes“, d. h. ein direkt ablesbares Dosimeter — z. B. Sabouraud-Noiré — nötig hat.

Drittens hat sich leider gezeigt, daß die Quantimeterstreifen nicht verlässlich sind; Vergleichsuntersuchungen (H. E. Schmidt) haben ergeben, daß die Kienböckstreifen keineswegs immer 10 x anzeigen, wenn die S.-N.-Tablette die Teinte B zeigt, sondern meist mehr: bisweilen 15 x, bisweilen 20 x, bisweilen 30 x und darüber. Kirstein hat meine Resultate bestätigen können und betont auch gerade die Regellosigkeit in den Angaben der Quantimeterstreifen als das Hauptübel, während Levy-Dorn und Heßmann in ihren Nachuntersuchungen zwar gleichfalls gefunden haben, daß der Quantimeterstreifen bei Anwendung filtrierter Strahlen erheblich mehr als 10 x anzeigt, wenn die S.-N.-Tablette die Teinte B erreicht hat, aber doch der Meinung sind, daß ein gewisses konstantes, gesetzmäßiges Verhältnis der x-Zahl zu der Teinte B besteht.

### **Fällungsradiometer nach Schwarz.**

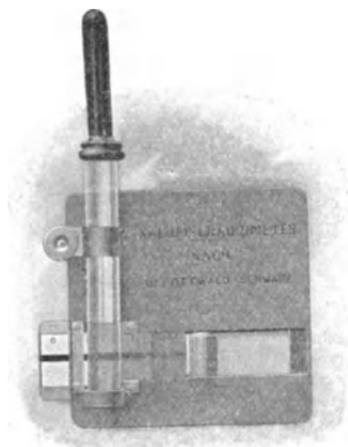
Der Schwarzsche Dosimeter beruht auf der von ihm entdeckten Eigenschaft der Röntgenstrahlen, aus einer konzentrierten Ammonium-Oxalat-Sublimatlösung Calcium auszufällen, einer Eigenschaft, die bekanntlich auch das Tageslicht besitzt, und in der Tat ist ja die oben ge-

nannte Lösung schon von Eder zur Tageslichtmessung benutzt worden.

Durch den Ausfall von Calomel entsteht eine Trübung der wasserklaren Flüssigkeit, die schwarz verhüllt aufbewahrt werden muß, um die Einwirkung des Tageslichtes auszuschalten, das ja sonst gleichfalls eine Trübung herbeiführen würde.

Die Intensität der Trübung ist abhängig von der absorbierten Strahlenmenge. Zur Beurteilung der erzielten

Fig. 25.



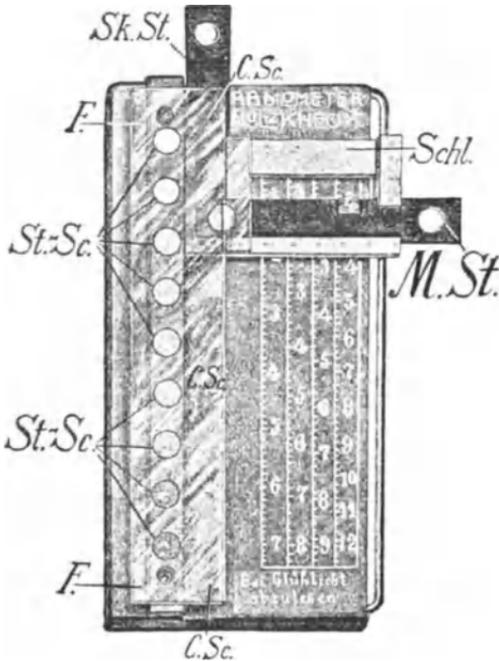
Trübungsskala mit Prüfeprouvette nach Schwarz.

Trübung dienen zuerst Vergleichseprouvetten, die Flüssigkeiten von verschiedenen Trübungsgraden enthielten (Trübung 1, 2, 3). Trübung 3 entsprach ungefähr der Tinte B des Sabouraud-Noiréschen Radiometers. Neuerdings dient zur Beurteilung der erzielten Trübung eine Trübungsskala, welche aus übereinander gelegten matten Zelluloidstreifen besteht; diese Skala zeigt 4 verschiedene an Intensität zunehmende Trübungsgrade. Die Röntgenstrahlenmenge, welche in halber Fokushautdistanz gemessen die erste deutliche Trübung hervorruft, nennt Schwarz 1 Kolom (K).

Nach der neuen Skala soll 4 K etwa der Erythem-Dosis, 3 K der Epilations-Dosis, 2 K der halben und 1 K einer viertel Erythem-Dosis entsprechen.

Ein bestimmtes Quantum der Prüf­flüssigkeit wird in einer umgestürzten mit hoher Gummikappe bedeckten Eprouvette bestrahlt, die an der einen Röhrenflanke in halber Fokushautdistanz mittels einer besonderen Fixiervorrichtung befestigt wird, während mit der

Fig. 26.



Holzknachts Skala zum Sabouraud.

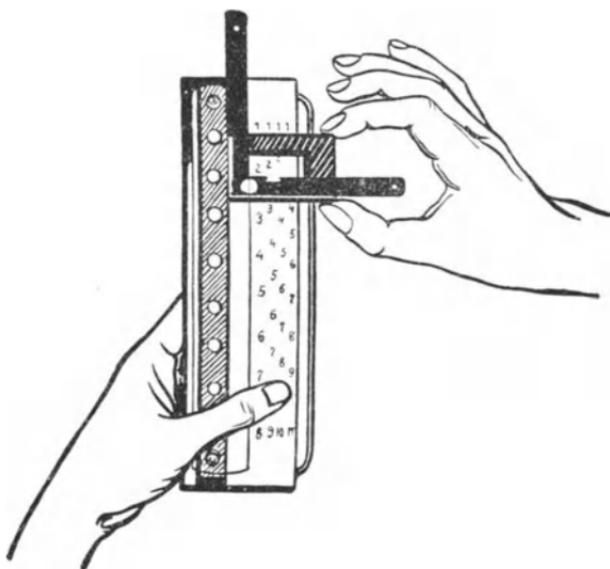
*M.St.* = Reagenzstück oder Meßstück, *Sk.St.* = Skalenstück. Beide sind der Vorratsschachtel entnommen und in den Schlitten (*Schl.*) des Instrumentes eingeschoben. *F.F.* = Farbband; *C.Sc.* = Kontinuierliche Skala (*St.Sc.* = Stufenskala).

anderen Röhrenflanke die betreffende Körperregion bestrahlt werden soll.

Die Flüssigkeit befindet sich also während der Bestrahlung in der Gummikappe, welche einerseits einen

Schutz gegen die Einwirkung des Fluoreszenzlichtes und des Tageslichtes bietet und andererseits die Röntgenstrahlen fast ungehindert passieren läßt, während sich die Glaswand der Eprouvette natürlich in beiden Beziehungen gerade umgekehrt verhalten würde. Die Temperatur hat keinen Einfluß auf die Ausfällung von Calomel.

Fig. 27.



Handhabung des Apparates.

### Holzknachts Skala zum Sabouraud.

Holzknacht hat eine „Skala zum Sabouraud“ konstruiert, welche es gestattet, kleinere und größere Dosen abzulesen. Er benutzt halbkreisförmige Tabletten, die mit dem geraden Rand an den Rand der ebenfalls halbkreisförmigen Scheibchen der Skala gelegt werden, so daß die beiden aneinandergelegten halben Scheibchen einen Kreis mit gleichfarbigen Hälften ergeben müssen.

Die Farbenskala wird in der Weise hergestellt, daß ein halbkreisförmiges Leuchtschirmscheibchen unter einem

Zelluloidstreifen hin- und her geschoben werden kann, der an dem einen Ende durchsichtig sich nach dem anderen Ende zu immer mehr verfärbt. Man erhält so eine Skala, welche zwischen einem Hellgrün (der Normalfarbe des unbestrahlten Scheibchens entsprechend) an dem einen und einem Rotbraun an dem anderen Ende die verschiedenen Uebergangsfarben zeigt. Die Einheit bezeichnet Holz knecht mit 1 H

Einer Gelbfärbung, welche mit 5 H bezeichnet wird, entspricht ungefähr die Erythem-Dosis.

Neben der „kontinuierlichen“ Skala ist noch eine „Stufenskala“ dadurch geschaffen, daß eine Reihe runder Originaltabletten unter dem Farbband angebracht ist. Ueber der Skala befinden sich 4 Zahlenreihen; welche benutzt werden soll — je nach der verschiedenen Empfindlichkeit der Tabletten, die erste, zweite, dritte oder vierte —, wird vom Fabrikanten angegeben. Die Ablesung erfolgt bei elektrischem Glühlicht.

Die Tabletten werden in halber Fokus-Haut-Distanz bestrahlt. Neuerdings wird noch eine zweite Skala mitgeliefert, welche die Ablesung der Dosen bei Bestrahlung der Tabletten in ganzer Fokus-Haut-Distanz gestattet.

### Köhlersche Meßmethode.

Köhler hat eine besondere „Thermometerröhre“ (Hirschmann) herstellen lassen und benutzt die Erwärmung der Glaswand als Maß für die produzierte Strahlmenge. Der Grad der Erwärmung steht nämlich in einem bestimmten Verhältnis zu der Röntgenstrahlenemission, so daß aus der am Thermometer nach einer bestimmten Zeit ablesbaren größeren und kleineren Temperaturerhöhung Rückschlüsse auf die absorbierte Röntgenstrahlenmenge gezogen werden können, und zwar nach einer Tabelle, welche angibt, wie lange die Expositionszeit bei den verschiedenen nach einer bestimmten Zeit erreichten Temperatursteigerungen ausgedehnt werden muß, damit man — eine Glas-Hautdistanz von 5 cm vorausgesetzt — ein leichtes Erythem erhält. Die von Köhler aufgestellte Tabelle hat nur für ganz bestimmte Betriebsverhältnisse Geltung und muß für andere Betriebsverhältnisse ev. empirisch variiert werden. Dem Erfinder hat sich das Verfahren in seiner Praxis als verläßlich bewährt.

### Elektrische Meßmethoden.

Die Selenzelle, deren Leitungswiderstand unter Röntgenbestrahlung abnimmt, hat bisher keine praktische Bedeutung für die Dosierung gewinnen können; dasselbe gilt von den auf der Ionisierung der Luft durch Röntgenstrahlen beruhenden elektrischen Methoden.

Die Selenzelle findet z. B. Verwendung bei dem Intensimeter von Fürstenuau; das Instrument besteht aus der Auffangedose, die Selen enthält, und einer Zeigerskala. Die Auffangedose, welche mit der Zeigerskala durch eine lange Leitungsschnur verbunden ist, wird den Röntgenstrahlen ausgesetzt, und zwar in der gleichen Entfernung wie die zu bestrahlende Haut. Dann erfolgt ein Zeigerausschlag, der um so größer ist, je mehr Strahlen die Auffangedose getroffen haben.

Auf der Ionisierung der Luft durch Röntgenstrahlen beruht z. B. das Ionometer von Siemens und Halske, gleichfalls ein Zeigerinstrument, auf dessen ziemlich komplizierte Konstruktion hier nicht näher eingegangen werden soll. Beide Instrumente sind m. E. für den Gebrauch in der Praxis noch nicht reif. Ueberhaupt erscheint mir die Messung auf „elektrischem“ Wege der direkten Dosimetrie keineswegs überlegen.

Die Konstruktion der Meßapparate ist sehr kompliziert, Defekte an den Meßapparaten selbst können ebenso wie andere Ursachen (wechselnder Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Einwirkung der elektrischen Entladungen) Fehlerquellen bei der Dosierung bedingen, die bei der so einfachen und bei einiger Uebung gar nicht subjektiven Abschätzung der Farbänderung der S.-N.-Tablette gänzlich ausgeschlossen sind.

### Vorrichtungen zur Kontrolle der Röhrenkonstanz.

Es ist aus verschiedenen Gründen für therapeutische Bestrahlungen erwünscht, die Röhren für eine längere Betriebszeit konstant halten zu können, so daß sich Qualität und Quantität der Strahlung nicht, oder jedenfalls nicht wesentlich ändert.

Zunächst ist dazu vor allem eine geeignete Belastung der Röhren erforderlich, d. h. die Intensität des sekundären Betriebsstromes, als

dessen direktes Umwandlungsprodukt die Röntgenstrahlen zu betrachten sind, muß so gewählt werden, daß der Röhre weder zuviel noch zu wenig elektrische Energie zugeführt wird. Natürlich ist die sekundäre Leistung wieder von der primären Stromstärke abhängig.

Wenn man eine Röhre zu stark belastet, so wird sie weicher, d. h. die Penetrationsfähigkeit der Strahlen nimmt ab, und zwar aus dem Grunde, weil starke Erwärmung der Antikathode durch die aufprallenden Kathodenstrahlen und der Glaswand durch die auf der Antikathode entstehenden sekundären Kathodenstrahlen, die meines Erachtens mit sehr weichen Röntgenstrahlen identisch sein dürften (oder nach Köhler durch die von der Antikathode ausgehende Wärmestrahlung) ein Freiwerden der an die Metall- und Glasteile gebundenen Gasmengen bewirkt.

Ist eine Röhre andererseits zu schwach belastet, so wird von dem vorhandenen Gasgehalt ein Teil beim Durchgang des elektrischen Stromes verbraucht, ohne daß ein Ersatz durch Gasmengen, die von den Metall- und Glasteilen frei werden, stattfindet, da bei zu schwacher Belastung die Erwärmung der Röhre nicht ausreicht, um nennenswerte Gasmengen frei zu machen; die Röhre wird also härter.

Das Richtige liegt auch hier in der Mitte; eine Röhre hält sich während des Betriebes konstant bei einer Belastung, welche so gewählt ist, daß der beim Stromdurchgang entstehende Gasverlust durch die infolge von Erwärmung der Glas- und Metallteile (besonders der Antikathode) freiwerdenden Gasmengen gerade ausgeglichen wird. Eine derartige Belastung ist sowohl für die momentane Konstanz als auch für die Lebensdauer der Röhre am zweckmäßigsten, demnächst eine Belastung, welche etwas zu schwach für die Röhre ist, so daß sie die Neigung zeigt, während des Betriebes ganz langsam härter zu werden, weil man dann derartige geringe Aenderungen des Vakuums mittels der Regeneriervorrichtung wieder ausgleichen kann.

Schon das Aussehen der Röhre selbst bietet uns — natürlich nur im verdunkelten Raume oder bei gedämpftem Tageslicht — Anhaltspunkte für die Beurteilung der Röhrenkonstanz. Eine weiche Röhre zeigt fast immer blaues

Anodenlicht und läßt kein oder nur sehr geringes Knistern hören, das immer durch die sich außerhalb der Röhre ausgleichenden Elektrizitätsmengen bedingt ist. Wird die Röhre härter, so verschwindet das blaue Anodenlicht immer mehr, das Knistern wird dagegen immer stärker. In umgekehrter Reihenfolge spielen sich die eben geschilderten Vorgänge ab, wenn eine harte Röhre weicher wird. Wird eine weiche Röhre noch weicher, so tritt zunächst „Schließungslicht“ auf, d. h. fluoreszierende Ringe auf der retrofokalen Kugelhälfte, ferner ein blaues Lichtband zwischen Kathode und Antikathode und schließlich zeigen sich violette Lichtnebel, welche die Röhrenkugel vollkommen ausfüllen, so daß man dann also eine Geißlersche Röhre vor sich hat, die überhaupt keine Röntgenstrahlen mehr produziert.

Bezüglich der Qualität der Strahlung gibt uns also schon der Anblick der Röhre selbst einen gewissen Aufschluß. Bezüglich der Quantität der Strahlung dagegen können wir aus dem Aussehen der Röhre nur sehr wenig schließen. Die Fluoreszenz gestattet fast gar keinen Rückschluß auf die Strahlenmenge, denn weiche Röhren fluoreszieren z. B. immer besonders stark, weil ein großer Teil der X-Strahlen eben von der Glaswand absorbiert wird und gar nicht aus der Röhre herauskommt. Es wäre also falsch, aus einer besonders lebhaften Fluoreszenz ohne weiteres auch auf eine besonders große Röntgenstrahlenmenge (außerhalb der Röhre) zu schließen.

Jedenfalls sind Aenderungen der Qualität und Quantität der Strahlung aus der einfachen Beobachtung der Röhrenbeschaffenheit während des Betriebes nicht genügend genau zu beurteilen. Dagegen ist das mittels eines in den sekundären Stromkreis eingeschalteten Milliampèremeters und einer parallel zur Röhre geschalteten Funkenstrecke, oder bequemer mittels des Qualimeters, möglich. Das Milliampèremeter orientiert uns über die sekundäre Stromstärke, welche die Röhre durchfließt, vorausgesetzt, daß neben dem Oeffnungsinduktionsstrom nicht gleichzeitig auch der Schließungsinduktionsstrom in umgekehrter Richtung durch die Röhre und durch das Milliampèremeter fließt und infolgedessen die Angaben des Milliampèremeters in dem Sinne modifiziert, daß es nicht den wahren, sondern einen zu niedrigen Wert anzeigt. Die Schließungsinduktion

stört weniger, wenn sie nur stoßweise die Röhre passiert, ein Vorgang, der sich dann jedesmal durch ein geringes momentanes Zurückschnellen des Milliampèremeterzeigers bemerkbar macht. Aber selbst bei gleichzeitigem Durchgang des Schließungsstromes haben die Angaben des Milliampèremeters für den geübten und denkenden Beobachter noch einen gewissen Wert insofern, als bei einer Röhre, die immer die gleiche, wenn auch sehr geringe Menge Schließungsstrom hindurchläßt, bei gleich bleibendem Härtegrad auch die Milliampèrezahl konstant bleiben muß, so daß man also bei einer Röhre, welche außer dem Öffnungsstrom auch Schließungsstrom hindurchläßt, aus dem Steigen der Milliampèrezahl die Abnahme, aus dem Sinken die Zunahme des Schließungsstromes erkennen kann.

Zur Beurteilung der Konstanz einer Röhre genügt aber das Milliampèremeter allein noch nicht, sondern man muß außer der Stromstärke auch noch die sekundäre Spannung kennen, die ja entsprechend dem Widerstande der Röhren — proportional dem Härtegrade — wächst. Man kann sich zu diesem Zwecke einer parallel zur Röhre geschalteten Funkenstrecke bedienen, welche aus 2 Elektroden, am besten einer Metallspitze (positive Elektrode) und einer Metallplatte (negative Elektrode) besteht, von denen die eine der anderen beliebig genähert, bzw. von ihr entfernt werden kann. Die Länge der Luftfunkenstrecke muß auf einer Skala mit Zentimeterteilung ablesbar sein. Bequemer ist die Benutzung des Qualimeters an Stelle der parallelen Funkenstrecke.

Haben wir nun eine Röhre eingeschaltet und wollen uns über ihren Härtegrad bzw. über die gerade im sekundären Stromkreis herrschende Spannung orientieren, so nähern wir die eine Elektrode der anderen so weit, bis eben Funken von der Spitze zur Platte überzuspringen beginnen; diese Funkenstrecke bezeichne ich als parallele oder äquivalente Funkenstrecke, sie ist um so größer, je härter eine Röhre ist und umgekehrt. Ebenso ist der Qualimeter-Ausschlag um so größer, je härter die Röhre ist und umgekehrt. Bei der gleichen primären Belastung stehen also die Angaben des Milliampèremeters und der Funkenstrecke, resp. des Qualimeters in umgekehrtem Verhältnis zueinander. Also: bei einer weicheren Röhre hat man eine größere Milliampèrezahl und eine

kleinere Funkenstrecke, resp. einen kleineren Qualimeterausschlag, bei einer härteren ist die Sache umgekehrt.

Haben wir nun eine Röhre bei einer bestimmten, für die Röhre gerade passenden, „optimalen“ Belastung eingeschaltet, so muß die Röhre längere Zeit konstant bleiben, d. h. die der gerade gewählten primären Belastung entsprechenden Angaben des Milliampèremeters und der parallelen Funkenstrecke, resp. des Qualimeters dürfen sich nicht ändern. War die primäre Belastung nicht richtig gewählt, z. B. zu schwach, so wird die Röhre während des Betriebes härter, die Milliampèrezahl sinkt, die parallele Funkenlänge, resp. der Qualimeter-Ausschlag wird größer; war die primäre Belastung zu stark, so wird die Röhre während des Betriebes weicher, die Milliampèrezahl steigt, die parallele Funkenlänge, resp. der Qualimeter-Ausschlag wird kleiner. Wird an der primären Belastung nichts geändert und die Milliampèrezahl sinkt, während die parallele Funkenstrecke, resp. der Qualimeter-Ausschlag nicht größer, sondern kleiner wird, so ist das ein Zeichen dafür, daß Schließungsinduktionsstrom durch die Röhre fließt, der ja dem Oeffnungsinduktionsstrom entgegenarbeitet und dadurch ein Zurückgehen des Milliampèrezeigers bedingt; in diesem Falle würde also das Milliampèremeter einen falschen, zu niedrigen Wert anzeigen.

Das Produkt aus Stromstärke und Spannung ist nun maßgebend für die Beurteilung der Wirksamkeit einer Röntgenröhre. Denn wie sich jede elektrische Energie aus diesem Produkt ( $\text{Ampère} \times \text{Volt}$ ) berechnet, so auch die Intensität der Röntgenstrahlen, die ja nur eine aus dem sekundären Strom direkt entstandene Energieform darstellen.

Das Milliampèremeter und die parallele Funkenstrecke, resp. das Qualimeter sind also gleichsam die beiden Zügel, mittels deren man die Röhre vollkommen in seiner Gewalt hat, und wenn man einmal eine Röhre mittels eines direkten Dosimeters bei einer ganz bestimmten sekundären Stromstärke und Spannung ausdosiert hat, so ist die Anwendung des direkten Dosimeters bei allen weiteren Bestrahlungen mit dieser Röhre überflüssig, wenn man immer unter diesen gleichen Betriebsverhältnissen arbeitet.

### Rhythmeur und Periodeur.

Der Rhythmeur ist ein Zusatz-Unterbrecher, welcher neben dem eigentlichen Haupt-Unterbrecher eingeschaltet werden kann und den vom Haupt-Unterbrecher in schneller Folge unterbrochenen Primärstrom in langsamer Folge öffnet und schließt. Dadurch wird erreicht, daß die Röhre immer nur einen Moment in Tätigkeit, im nächsten Moment wieder außer Betrieb ist, so daß sie sehr viel stärker belastet werden kann, weil die im Brennfleck der Antikathode angehäuften Wärme sich in der nachfolgenden Pause immer wieder im Antikathodenmetall verteilen kann. Der Rhythmeur besteht aus einem für hohe Stromstärken eingerichteten Stiftunterbrecher, welcher von einem kleinen regulierbaren Motor angetrieben wird. Störend wirken beim Rhythmeur die großen Schwankungen der Zeigerinstrumente, des Ampèremeters, des Milliampèremeters und des Qualimeters; denn in den Pausen geht der Zeiger sofort auf Null zurück, um im Moment der Einschaltung zunächst sogar über den eigentlichen Wert hinauszuschellen, so daß ein exaktes Ablesen sehr erschwert ist.

Außerdem wird natürlich durch die Pausen die Gesamtexpositionszeit erheblich verlängert. Ich habe den Rhythmeur von jeher nur als einen traurigen Notbehelf betrachtet für Röhren, die eben ohne weiteres eine stärkere Belastung (von 3—5 M.-A.) nicht vertragen. Will man so stark belasten, so ist natürlich der einzig richtige Weg der, daß man die Röhren selbst widerstandsfähiger gestaltet, vor allem durch eine energische Kühlung der Antikathode, wie sie z. B. bei der Amrhein-Röhre und der Dura-Röhre erreicht ist. Bei diesen Röhren ist der Rhythmeur überflüssig. Denselben Zweck wie der Rhythmeur erfüllt auch der Periodeur der Sanitas. Beide Zusatzunterbrecher sind heute jedenfalls entbehrlich und abgesehen von den schon angeführten Gründen gegen ihre Benutzung auch darum nicht empfehlenswert, weil ihr Betrieb mit einem recht störenden Geräusch verbunden ist.

---

## Strahlungsregionen der Röntgenröhre.

Die Röntgenstrahlen pflanzen sich von dem Fokus auf dem Antikathodenspiegel im Innern der Röhre nach allen Seiten hin gleichmäßig fort, die Intensität der Strahlung ist also im Innern der Röhre überall die gleiche, nur die äußerste Randstrahlung ist darum etwas schwächer, weil ein Teil der Randstrahlen durch das Metall des Antikathodenspiegels selbst absorbiert wird.

Anders liegen die Dinge außerhalb der Röhre. Denkt man sich die Röhre durch eine Ebene, in welcher Anode, Kathode und Antikathode liegen, in eine rechte und eine linke Kugelhälfte geteilt, und bezeichnet diese Ebene als ersten Hauptschnitt der Röhre (Kienböck), so ist die Strahlung in diesem ersten Hauptschnitt außerhalb der Röhre nicht gleichmäßig, sondern nimmt an Intensität nach dem Anodenansatz zu erheblich ab, weil dort — ebenso wie am Uebergang der Röhrenkugel in den Kathodenhals — die Dicke der Glaswand erheblich zunimmt und also mehr Strahlen absorbiert (Kienböck, Walter).

Denkt man sich senkrecht zum ersten Hauptschnitt durch den Antikathodenspiegel eine zweite Ebene gelegt, welche die Röhrenkugel in eine vordere und eine hintere Hälfte teilt, so ist in diesem zweiten Hauptschnitt der Röhre (Kienböck) die Strahlung am intensivsten und fast ganz gleichmäßig, weil in diesem Teil der Röhrenkugel, welcher vom Anoden- und Kathodenhals gleich weit entfernt ist, die Glaswand am dünnsten und außerdem recht gleichmäßig dünn ist. Es liegt das an der Herstellungsweise der Röhren, die ja bekanntlich geblasen werden.

Reagenzkörper oder Reagenztabletten soll man daher immer nur im zweiten Hauptschnitt der Röhre anbringen und außerdem am besten während der Bestrahlung noch öfter verschieben.

Am sichersten ist es meines Erachtens, bei der Prüfung mittels eines direkten Dosimeters das Strahlenbündel zu verwerten, welches man auch zur Therapie benutzt, um Fehlerquellen, welche durch die wechselnde Dicke der Glaswand bedingt sein könnten, zu vermeiden. Natürlich ist es nicht angängig, während der therapeutischen Sitzung die Reagenztablette in das therapeutische

Strahlenbündel zu legen, da ja durch die Tablette ein Teil der Strahlung absorbiert wird und für die therapeutische Wirkung verloren geht.

Will man wirklich das Strahlenbündel, das man für die Therapie verwendet, hinsichtlich seiner Oberflächenwirkung mittels eines direkten Dosimeters prüfen, so muß man zunächst die Belastung ausprobieren, bei welcher sich die Röhre konstant hält, und die Konstanz durch Milliampèremeter und parallele Funkenstrecke (oder bequemer durch das Qualimeter) kontrollieren. Dann macht man zunächst einmal die Prüfung der Oberflächenwirkung, indem man die Reagenztablette oder den Reagenzkörper oder die Reagenzflüssigkeit direkt in das therapeutische Strahlenbündel bringt. Bei allen weiteren Bestrahlungen ist dann die Anwendung eines direkten Dosimeters überflüssig, weil man dann immer unter den gleichen Betriebsverhältnissen (gleiche Entfernung, gleiche Milliampèrezahl, gleiche parallele Funkenstrecke (bzw. Qualimeter-Ausschlag) arbeitet.

---

## Die Bedeutung der Röntgenstrahlen-Qualität für die direkte Dosimetrie.

Wie schon früher erwähnt, sind die chemischen Dosimeter nur zuverlässig bei einer mittelweichen Strahlung (5—7 der Wehnelt-Skala), Diese Tatsache wird durch die folgenden Versuche experimentell bewiesen:

### I.

8. VI. 09. Frl. L. H., Tätowierung an der Beugeseite des rechten Vorderarmes. Versuchsweise Röntgenbestrahlung. Zwei Sitzungen: linke Hälfte der Tätowierung mit mittelweicher Therapie-Zentral-Röhre (6—7 Wehnelt) bei 0,8—0,6 Milliampère, 6—8 cm paralleler Funkenstrecke und 18 cm Fokus-Hautdistanz 10 Min. bestrahlt. Dosis: der Teinte B des Radiometers von Sabouraud und Noiré entsprechend.

Rechte Hälfte der Tätowierung mit der gleichen Röhre, aber in sehr weichem Zustande (2—3 Wehnelt, 2—1,6 Milliampère, 4 bis 5 cm paralleler Funkenstrecke, 12 cm Fokus-Hautdistanz) 18 Min. bestrahlt. Dosis: der Teinte B des Radiometers von Sabouraud und Noiré entsprechend.

9. VI. 09. An beiden bestrahlten Stellen leichtes Erythem.

22. VI. 09. Erythem stärker, besonders auf der rechten Hälfte der Tätowierung; etwas Oedem, Schmerzhaftigkeit.

30. VI. 09. Einzelne Blasen auf der rechten Hälfte der Tätowierung; Erythem auf der linken Hälfte der Tätowierung etwas schwächer.

6. VII. 09. Auf der linken Hälfte Bräunung und Abschuppung, auf der rechten Hälfte noch Erythem, Blasen eingetrocknet.

15. VII. 09. Reaktionen auf beiden Stellen abgeheilt, Haut leicht pigmentiert, auf der rechten Hälfte stärker wie links.

15. X. 09. Nachuntersuchung ergibt normale Verhältnisse. Tätowierung nicht beeinflusst.

20. II. 10. Status idem.

## II.

14. VII. 09. 12—1 Uhr mittags. Vier sternförmige Stellen an der Innenfläche meiner linken Hand werden mit verschiedenen harten Röhren bestrahlt unter Abdeckung der Umgebung durch Bleiblechplatten mit entsprechenden Ausschnitten.

Stelle 1: Die gleiche Röhre wie in den vorigen Versuchen. 5—7 Wehnelt. 10 Min. Dosis: der Teinte B entsprechend.

Stelle 2: Die gleiche Röhre, nur sehr viel weicher, 2 bis 3 Wehnelt, 18 Min., im übrigen unter den gleichen Verhältnissen (Milliampère, parallele Funkenstrecke, Fokus-Hautdistanz) wie bei Bestrahlung der rechten Hälfte der Tätowierung im vorigen Versuch. Dosis: der Teinte B entsprechend.

Stelle 3: Bauer-Röhre, 0,5 Milliampère, 15 cm paralleler Funkenstrecke, 22 cm Fokus-Hautdistanz, 10 Wehnelt, 18 Min. Dosis: der Teinte B entsprechend.

Stelle 4: Bestrahlung ebenso wie bei Stelle 3.

7 Uhr abends: Erythem auf Stelle 1 und 2.

17. VII. 09. Erythem auf Stelle 1 und 2 etwas schwächer.

24. VII. 09. Erythem auf Stelle 1 und 2 noch immer deutlich.

30. VII. 09. Erythem auf Stelle 1 und 2 intensiver.

31. VII. 09. Erythem auf Stelle 2 stärker als auf Stelle 1, außerdem Schwellung und Schmerzhaftigkeit.

4. VIII. 09. Blasenbildung im ganzen bestrahlten Bezirk auf Stelle 2.

9. VIII. 09. Rötung auf Stelle 1 und 2 abgeblaßt; Eröffnung der Blase auf Stelle 2. Keine Reaktion auf Stelle 3 und Stelle 4.

12. VIII. 09. Entfernung der Blasendecke auf Stelle 2.

15. VIII. 09. Trockene Abstoßung der Oberhaut auf Stelle 1, nochmalige Häutung auf Stelle 2.

20. VIII. 09. Schwache Rötung und Schuppung auf Stelle 1 und 2. Stelle 3 und 4 immer noch ohne Reaktion.

18. X. 09. Stelle 1 und 2 markieren sich immer noch bei genauer Betrachtung durch leichte Rötung und geringe Schuppung. Auf Stelle 3 und 4 normale Verhältnisse.

1. III. 10. Status idem. Keine Hautatrophie.

1. III. 11. Hautatrophie und Teleangiektasien auf Stelle 1 sehr gering, auf Stelle 2 ziemlich stark.

11. XII. 12. Status idem.

25. VI. 14. Status idem.

Aus den geschilderten Versuchen I und II geht hervor, daß das Radiometer von Sabouraud und Noiré nur für eine mittelweiche Strahlung (Strahlung von mittlerer Penetrationsfähigkeit, ca. 5—7 der Wehnelt'schen Härteskala) Gültigkeit hat. Wenn man bei diesem Härtegrad bestrahlt, bis die Reagenztablette (in halber Fokus-Hautdistanz) die Teinte B erreicht hat, erhält man ein Erythem.

Bestrahlt man bei härterer Strahlung (größerer Penetrationsfähigkeit der Strahlen, ca. 10 der Wehnelt'schen Härteskala und darüber), bis die Tablette die Teinte B zeigt, so erhält man gar keine sichtbare Reaktion.

Bestrahlt man mit sehr weicher Röhre (Strahlung von sehr geringer Penetrationsfähigkeit, ca. 2—3 der Wehnelt'schen Härteskala), bis die Reagenztablette die Teinte B angenommen hat, so erhält man eine zu starke Reaktion: Rötung, Schwellung und Blasenbildung.

Diese Ergebnisse finden ihre Erklärung darin, daß das Absorptionsvermögen der Sabouraud-Noiréschen Reagenztablette sehr viel größer ist als das der menschlichen Haut, wie das schon die Untersuchung mit dem Leuchtschirm zeigt.

Benutzt man nun eine mittelweiche Strahlung (5—7 We.) und bestrahlt so lange, bis die Teinte B erreicht ist, so hat die in doppelter Entfernung befindliche Haut in der Tat eine Dosis Röntgenstrahlen absorbiert, welche ein Erythem zur Folge hat.

Bestrahlt man aber mit härterer Röhre (penetrationsfähigerer Strahlung), so wird die Tablette vermöge ihrer größeren Absorptionsfähigkeit bereits die Teinte B anzeigen, wenn die Haut noch nicht einen entsprechenden Bruchteil dieser härteren Strahlung absorbiert hat. Die Hautreaktion muß demnach schwächer ausfallen. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei sehr weichen Röhren. Mit anderen Worten: Man wird mit dem Radiometer von Sabouraud und Noiré richtig dosieren bei einer Strahlung von mittlerer Penetrationskraft, unterdosieren bei einer Strahlung von großer Penetrationskraft, überdosieren bei einer Strahlung von geringer Penetrationskraft.

Meine zahlreichen klinischen Erfahrungen bestätigen die auf experimentellem Wege gemachten Feststellungen vollkommen und gestatten außerdem noch weitere Schlüsse: Ich habe nämlich gefunden, daß man bei einer härteren Strahlung, von ca. 10 Wehnelt ungefähr doppelt so lange bestrahlen muß, wie nach den Angaben des Radiometers von Sabouraud und Noiré zu erwarten wäre, um ein Erythem zu bekommen, bei einer weicheren Strahlung von ca. 2 Wehnelt höchstens halb so lange.

Aehnlich müssen die Verhältnisse bei allen direkten Dosimetern liegen, die auf chemischen Dissoziationen beruhen; alle diese Dosimeter können nur für eine bestimmte Strahlenqualität, wahrscheinlich auch für die gebräuchlichste mittelweiche Strahlung Gültigkeit haben.

Für jede Strahlenqualität brauchbar könnte nur ein Reagenzpapier sein (resp. ein Reagenzkörper oder eine Reagenzflüssigkeit), dessen Absorptionsvermögen dem der menschlichen Haut vollkommen entspricht.

---

## Behandlung der Röntgenröhren.

Die Behandlung der Röntgenröhren ist von größter Bedeutung für ihre Lebensdauer. Natürlich sind die einzelnen Fabrikate nicht gleichwertig, aber auch die bestkonstruierte Röhre kann durch unzweckmäßige Behandlung rasch, unter Umständen beim ersten Einschalten ruiniert werden.

So soll man eine Röhre, die eben vom Fabrikanten geliefert ist, nicht sofort einschalten, besonders dann nicht, wenn sie bei feuchter Luft transportiert und dann gleich in die trockene, warme Luft des Röntgenzimmers gebracht worden ist. Dann funktioniert die Röhre schlecht, sie ist unruhig, zeigt flackerndes Fluoreszenzlicht, „schlägt um“, d. h. erscheint bald weich, bald hart. Läßt man die Röhre aber einen oder zwei Tage im Röntgenzimmer lagern, so funktioniert sie meist tadellos. Tut sie das dann noch nicht, so liegt irgend ein Fabrikationsfehler vor, und die Röhre muß dem Lieferanten als unbrauchbar zurückgegeben werden.

Die Röhren sollen bei gleichmäßiger mittlerer Zimmer-temperatur aufbewahrt und öfter durch Abwischen mit

einem weichen Flanelllappen vom Staub gereinigt werden. Wenn man eine Röhre aus dem Schrank oder von dem Wandbrett nimmt, fasse man sie stets an dem Kathodenhals, der besonders widerstandsfähig ist.

Dann befestigt man die Röhre in dem Schutzkasten, legt die Kabel an und schaltet ein; zunächst wird schwächste Belastung gewählt, um zu sehen, ob die Kabel richtig angelegt sind, ob also der Oeffnungsinduktionsstrom von der Anode zur Kathode geht. Dann sieht man — im leicht verdunkelten Zimmer resp. bei gedämpftem Tageslicht — die vor dem Antikathodenspiegel gelegene Kugelhälfte gleichmäßig grün aufleuchten. Sieht man dagegen auf der hinter dem Antikathodenspiegel gelegenen Kugelhälfte unregelmäßige fluoreszierende Flecke und Ringe — letztere immer coaxial zur Anode und Antikathode —, während die antifokale Hälfte gleichfalls nur einzelne fluoreszierende Ringe und Flecken zeigt, so geht der Oeffnungsinduktionsstrom von der Kathode zur Antikathode bzw. Anode, die Kabel sind also verkehrt angelegt und müssen umgelegt werden.

Bei verkehrter Schaltung entstehen die Kathodenstrahlen auf dem Platinspiegel, treffen — da sie sich senkrecht zu der Ebene, auf welcher sie entstehen, fortpflanzen — auf einen kleinen, ungefähr der Größe des Platinspiegels entsprechenden Bezirk der gegenüberliegenden Glaswand, die dadurch — bei sehr starker Belastung, von welcher ja die Menge der produzierten Kathodenstrahlen abhängig ist — so stark erhitzt werden kann, daß die Röhre „durchbrennt“ und damit zerstört ist.

Ist die Röhre richtig eingeschaltet, so wird die primäre Stromstärke mittels der Regulierkurbel des Rheostaten soweit gesteigert, daß die Röhre hinreichend hell aufleuchtet. Bei Röhren mit starker Metallantikathode oder Wasserkühlröhren wählt man die Belastung möglichst kräftig, da die widerstandsfähige Antikathode den Anprall der Kathodenstrahlen gut aushält, ohne sich zu sehr zu erwärmen, ohne daß also eine zu große Gasabgabe und damit ein Weicherwerden der Röhre zu befürchten ist. Bei Röhren mit schwacher Antikathode muß man natürlich auch eine entsprechend schwächere Belastung wählen, wenn man sie für einige Zeit konstant halten will.

Wird eine Röhre weicher, so muß man die Belastung ein wenig verringern, wird sie härter, etwas erhöhen, hält

sie sich konstant, so ist die Belastung richtig. Wird eine Röhre weicher, so kann man sie dadurch, daß man sie ein paar Mal kräftig überlastet, zwingen, sich später bei der gleichen Belastung, bei welcher sie früher weicher wurde, konstant zu halten.

Es sei hier von vornherein bemerkt, daß man jede Röntgenröhre für längere Zeit — durch Monate hindurch bei mehrstündiger täglicher Betriebsdauer — annähernd konstant halten kann, aber nur bei einer bestimmten, gerade passenden Belastung.

Weiche Röhren sind weniger wirksam als mittelweiche, weil ein großer Teil der Strahlung durch Absorption in der Glaswand verloren geht, harte Röhren weniger wirksam, weil die Penetrationskraft der Strahlen zu groß ist, gleiche Belastung vorausgesetzt. Weiche Röhren kann man außerdem nur schwach belasten, weil sie sonst während des Betriebes noch weicher, und damit also noch weniger wirksam werden. Härtere Röhren dagegen kann man stärker belasten und so die geringere Absorption durch Steigerung der Quantität wieder ausgleichen.

Die kräftigste Belastung vertragen also — wenn wir von der Coolidge-Röhre absehen — die Röhren, bei welchen die Ableitung der auf der Antikathode durch die aufprallenden Kathodenstrahlen erzeugten Wärme am vollkommensten ist; das sind wohl zurzeit die Amrhein-Röhre (Veifa-Werke) und die Dura-Röhre (Reiniger, Gebbert & Schall), die man auch in hartem Zustande mit 3—5 Milliampère längere Zeit belasten kann, ohne daß sie weicher werden.

Das Rapid-Rohr von Müller verträgt bei Verwendung stehenden Kühlwassers etwa 2 Milliampère, bei Verwendung fließenden Wassers eventuell noch mehr.

Eine möglichst kräftige Belastung ist erwünscht bei Tiefenbestrahlungen, bei denen nur möglichst harte Röhren verwandt und die Strahlen außerdem durch Filtration noch weiter gehärtet werden. Um die hierdurch bedingte Strahlenvergeudung wieder wett zu machen, ist eben eine besonders kräftige Belastung erforderlich, zumal, wenn es darauf ankommt, die wirksame Dosis in möglichst kurzer Zeit zu applizieren.

Kommt es auf die Dauer der Expositionszeit nicht so sehr an, kann man für Tiefentherapie im Notfall auch

Röhren mit metallreicher Antikathode (Gundelach, Rosenthal, Radiologie, Grisson) benutzen, die man allerdings nicht ganz so kräftig belasten darf, wenn man sie einigermaßen konstant halten will; sie vertragen in hartem Zustande kaum mehr als 1 Milliampère.

Die Röhren mit schwacher Antikathode (kleine Therapie-Röhre [Burger]) vertragen nur eine schwache Belastung (0,5—0,7 Milliampère) und eignen sich demnach nicht für Tiefen-, sondern nur für Oberflächen-Bestrahlungen.

Hat man eine Röhre längere Zeit in Betrieb gehabt und läßt sie dann längere Zeit ruhen, so werden beim Erkalten der erwärmten Glas- und Metallteile die vorher freigewordenen Gasmengen wiedergebunden, außerdem ist ein bestimmtes Gasquantum beim Stromdurchgang verbraucht worden, so daß die Röhre, wenn man sie nach längerer Ruhepause wieder in Betrieb nimmt, etwas härter erscheint, diese Erhöhung des Vakuums muß man dann wieder durch Benutzung der Regeneriervorrichtung ausgleichen.

Ueber den Härtegrad der Röhren orientiert man sich, wie gesagt, mittels der verschiedenen „Härtemesser“ (cf. den Abschnitt: Instrumente zur Prüfung der Qualität der Röntgenstrahlen).

Ueber die Konstanz der Röhren bzw. über Aenderungen der Konstanz gibt uns in feinsten Weise das Milliampèremeter und die parallele Funkenstrecke, resp. das Qualimeter Aufschluß (cf. den Abschnitt: Vorrichtungen zur Kontrolle der Röhrenkonstanz).

Eine bestimmte primäre Stromstärke, etwa für weiche, mittelweiche und harte Röhren anzugeben, ist sinnlos. Bei großem Induktorium wird man z. B. viel weniger Ampère brauchen, um die gleiche sekundäre Leistung zu erzielen wie bei einem kleinen Induktorium. Falls die Tourenzahl des Unterbrechers variabel ist, so soll man sie nicht unnötig hoch wählen, sondern nur so hoch, daß die Röhre ruhig, gleichmäßig aufleuchtet, und die einzelnen Unterbrechungen nicht durch stoßweises Aufleuchten zu erkennen sind. Man soll die einmal gewählte Tourenzahl dauernd beibehalten.

Auch an der Stromschlußdauer, die man einmal als die günstigste herausgefunden hat, soll dann nichts mehr geändert werden, so daß man immer unter gleich bleibenden Betriebsverhältnissen arbeitet.

Die günstigste Stromschlußdauer findet man in der Weise, daß man bei einer beliebigen Röhre und einer beliebigen primären Belastung (z. B. 5 Ampère) die Stromschlußdauer zunächst möglichst kurz einstellt, dann (mittels der Stellschraube beim Rotax, mittels des Hebels beim Gas-Unterbrecher) langsam verlängert; dann wird die Ampèrezahl steigen, ohne daß am Rheostaten für den primären Strom etwas geändert wird, aber nur bis zu einer ganz bestimmten Stromschlußdauer. Verlängert man diese dann noch mehr, so steigt die Ampèrezahl nicht weiter, sondern sinkt bisweilen sogar.

Die beste Stromschlußdauer ist also im allgemeinen eine mittlere; sie darf nicht zu kurz, aber auch nicht zu lang sein.

Die Regulierung der Stromstärke erfolgt dann immer bei derselben Tourenzahl und derselben Stromschlußdauer lediglich dadurch, daß man die Kurbel auf einen niedrigen oder höheren Kontaktknopf des Widerstandes für den primären Strom einstellt.

---

# Therapeutischer Teil.



## Die Entwicklung der Röntgentherapie.

Die Behandlung mit Röntgenstrahlen ist eine rein empirische Methode. Sehr bald nämlich machte man bei Durchleuchtungen zu diagnostischen Zwecken die Beobachtung, daß gelegentlich auf den bestrahlten Partien Haarausfall oder Rötung, mitunter auch Ulzeration der Haut auftrat. Schon im Juni 1896 wurde Freund durch eine Zeitungsnotiz, nach welcher bei einem Herrn, der viel mit X-Strahlen zu arbeiten hatte, eine Dermatitis mit gleichzeitigem Haarausfall auf dem Kopfe aufgetreten war, und durch eine bald darauf erschienene Publikation von W. Marcuse in Berlin, der bei einem jungen Manne nach 14 tägiger Bestrahlung dasselbe Resultat erzielte, zu dem Versuche angeregt, die Behaarung eines großen Naevus pigmentosus pilosus bei einem Mädchen durch Röntgenbestrahlung zu beseitigen. Es lag natürlich nahe, ein Agens, das eine so ausgesprochene Einwirkung auf die Haut ausübte, bei verschiedenen Dermatosen als therapeutischen Faktor zu verwerten. In einer — ich möchte beinahe sagen — etwas planlosen Weise wurde fast jede Hauterkrankung der Behandlung mit Röntgenstrahlen unterzogen. Bereits Ostern 1897 berichtete Kümmell auf dem Kongreß der deutschen chirurgischen Gesellschaft über günstige Erfolge beim Lupus vulgaris. Zur selben Zeit und unabhängig von Kümmell berichtete auch Schiff über die Heilung des Lupus vulgaris durch Röntgenstrahlen. Bald folgten Mitteilungen über günstige Erfolge bei anderen Hautleiden. So behandelte Hahn zuerst Ekzeme, Schiff Lupus erythematodes, Freund Favus und Sycosis, Ehrmann Dermatitis papillaris, Pokitonoff Acne vulgaris, Kienböck und Holzknecht Alopecia areata, Scholtz Lepra und Mycosis fungoides, Sjögren und Stenbeck Epitheliome und Warzen mit Röntgenstrahlen. Im Laufe der Zeit machte man die Beobachtung, daß die Röntgenstrahlen

auf bestimmte Zellelemente eine elektive Wirkung ausüben, daß z. B. die Zellen des Haarbalges und die Zellen des Epithelioms unter dem Einflusse der Röntgenstrahlen zugrunde gehen, ohne daß entzündliche Veränderungen der Haut aufzutreten brauchen. Scholtz hat auch histologisch nach schwacher Bestrahlung degenerative Veränderungen (mangelhafte Färbbarkeit der Kerne, Vakuolisierung der Kerne und des Protoplasmas) an den Stachelzellen, an den Zellen der Haarbälge und Wurzelscheiden, in geringerem Maße auch an den Zellen der Schweißdrüsen und der Media und Intima der Gefäße nachgewiesen. Nach intensiverer Bestrahlung waren die degenerativen Veränderungen der zelligen Elemente noch stärker und außerdem zeigten sich entzündliche Erscheinungen: Erweiterung der Gefäße, Randstellung der Leukozyten, seröse Durchtränkung des Gewebes, Einwanderung der Leukozyten in die degenerierten Zellmassen. Zunächst werden also, wie es scheint, die zelligen Elemente der Haut geschädigt. Erst nach stärkerer Einwirkung des Röntgenlichtes lassen sich degenerative Veränderungen an den Gefäßwänden und schließlich auch Schädigungen des bindegewebigen Teiles der Haut konstatieren. Gaßmann konnte an den Gefäßen der Kutis und Subkutis eines etwa 2 Monate bestehenden Röntgen-Ulkus Wucherung und vakuolisierende Degeneration der Intima, Auffaserung der Elastika, Vakuolisierung und Schwund der Muskularis und außerdem eine Zerfaserung des Bindegewebes nachweisen. Auch Scholtz konnte in Röntgen-Ulzerationen eine Zerfaserung und Vakuolisierung des Bindegewebes konstatieren.

Während man im Anfang der röntgentherapeutischen Aera eine besondere Empfindlichkeit der normalen und pathologischen Epithelzellen annahm, zeigten die klinischen Erfahrungen und experimentellen Untersuchungen späterer Jahre, daß diese Annahme nicht richtig war. War es doch schon auffallend, daß innerhalb des Hautorganes nicht alle Zellen in gleicher Weise beeinflußt wurden, daß nur die Zellen des Rete Malpighi, der Haarwurzelscheiden, der Schweiß- und der Talgdrüsen nach schwachen Bestrahlungen degenerative Veränderungen erkennen ließen. Diese Schädigung bestimmter Zellen innerhalb des Hautorgans ließ sich auch makroskopisch durch Herabsetzung

oder völligen Stillstand ihrer spezifischen Funktion erkennen, z. B. an dem elektiven Haarausfall. Buschke und Verfasser konnten experimentell durch Bestrahlung der an Schweißdrüsen besonders reichen Katzenpfote den Nachweis der besonderen Empfindlichkeit dieser Zellen erbringen, indem nach Pilokarpininjektionen in solcher Dosis, daß der Exitus des betreffenden Tieres eintrat, an der bestrahlten, im übrigen völlig normal aussehenden Pfote nicht die geringste Schweißsekretion eintrat, während an den anderen nicht bestrahlten Pfoten der Schweiß in großen Tropfen hervorperlte. Albers-Schönberg erbrachte 1903 zuerst den Nachweis, daß es Organe gibt, deren Zellen noch empfindlicher sind als beispielsweise die schon besonders radiosensiblen Zellen der Haarpapillen. Es gelang ihm durch Röntgenbestrahlung der Bauchgegend bei Kaninchen und Meerschweinchen Sterilität zu erzielen, ohne daß dabei die Libido sexualis oder die Kohabitationsfähigkeit litt. Die Sterilität beruht auf Nekrospermie oder Azoospermie. Die histologische Untersuchung der bestrahlten Hoden (Friebe, Seldin) ergab degenerative Veränderungen nur an den Hodenepithelien.

Buschke und Verfasser erbrachten 1905 zuerst den Nachweis, daß nicht alle Hodenepithelien in gleicher Weise geschädigt werden, sondern in erster Linie die Spermatoblasten, also das eigentliche spermabildende Zellgewebe, während die sogen. Stützzellen (Sertolische Zellen), welche mit der Spermaproduktion nichts zu tun haben, nach schwachen Bestrahlungen gar keine Veränderungen erkennen lassen, ebenso wie die Zellen der ja schon zum System der Ausführungsgänge gehörenden geraden Hodenkanälchen und des Nebenhodens; auch die Blutgefäße des Hodens und Nebenhodens sind nach derartigen schwachen Bestrahlungen intakt. Die zwischen den Samenkanälchen gelegenen sogen. Zwischenzellen reagieren auf die gleiche Strahlenmenge, welche die Spermatoblasten zur Atrophie bringt, mit einer Wucherung; wahrscheinlich ist an diese Zellen die Fähigkeit der Potenz gebunden, die ja bestehen bleibt, auch wenn die Spermatoblasten zugrunde gegangen sind. Eine Regeneration der Spermatoblasten ist, wie das aus den Erfahrungen beim Menschen und auch aus den schönen histologischen Untersuchungen von Simmonds hervorgeht, möglich.

Diese schweren atrophischen Veränderungen werden

also von Röntgenstrahlen hervorgerufen, die bereits die Haut passiert haben, ohne daß dort entzündliche Erscheinungen aufzutreten brauchen. Auch beim Menschen ist die Sterilisation durch Röntgenbestrahlung

Fig. 28.



Hodenatrophie nach einmaliger Röntgenbestrahlung. Beide Hoden vom selben Kaninchen. Der rechte normale war während der Bestrahlung durch eine  $\frac{1}{2}$  mm dicke Bleiplatte abgedeckt. Der bestrahlte Nebenhoden (am oberen Ende des Präparates) annähernd ebenso groß wie der nicht bestrahlte (Buschke u. H. E. Schmidt).

möglich, wie z. B. die Versuche Philipps beweisen, der bei Tuberkulösen das Skrotum bestrahlte und 6 Monate später eine Atrophie der Hoden und vollständige Azoo-

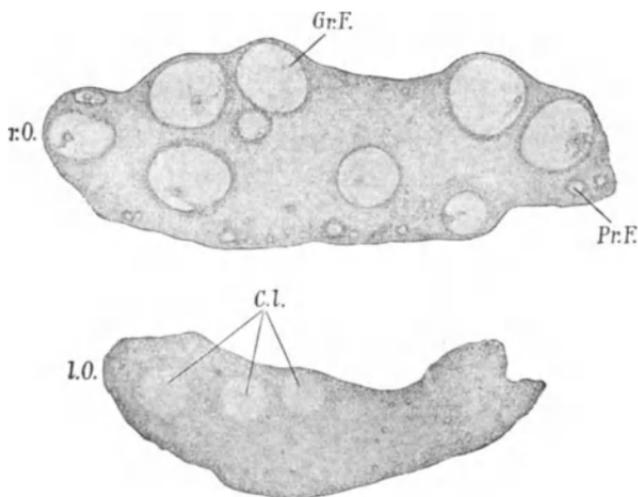
spermie nachweisen konnte, ohne daß die *Potentia coeundi* gelitten hatte. Beobachtungen von Albers-Schönberg, Tilden Brown und Osgood sind beweisend dafür, daß auch bei Technikern und Aerzten, die sich häufig, wenn auch nur ganz schwachen Röntgenbestrahlungen aussetzten, Azoospermie eintreten kann, ohne daß auch in solchen Fällen eine Abnahme der Potenz zu konstatieren ist. Die Sterilität kann — je nach der Intensität, resp. der Anzahl der Bestrahlungen — eine vorübergehende oder dauernde sein. Bei einem Röntgentherapeuten, welcher in der ersten Zeit ohne jeden Schutz vor den Röntgenstrahlen gearbeitet hatte, entwickelte sich sehr bald eine vollkommene Azoospermie, die auch bestehen blieb, als eine Bleischutzwand angeschafft wurde. Der Zustand hielt sich 8 Jahre lang unverändert, wie durch häufigere mikroskopische Untersuchungen festgestellt wurde. Erst nachdem außer der Schutzwand noch ein Schutzkasten benutzt wurde, stellten sich zuerst unbewegliche, später auch wieder bewegliche Spermatozoen ein. Dieser anscheinend wieder normale Zustand besteht zurzeit seit 3 Jahren, trotzdem die Beschäftigung mit Röntgentherapie — allerdings unter Anwendung der geschilderten Schutzvorrichtungen — weiter fortgesetzt wurde. Seit Oktober 1910 ist der Arzt verheiratet; die Frau ist völlig gesund; die Ehe ist — trotz beweglicher Spermatozoen — bisher kinderlos geblieben. (Verfasser.)

Regaud und Dubreuil haben beim Kaninchen nach Röntgenbestrahlung außer dem Erlöschen der Befruchtungsfähigkeit eine ganz bedeutende Steigerung der Libido und der Potenz beobachtet. Da nun die Azoospermie durch die besondere Empfindlichkeit der Spermatoblasten zu erklären ist, so dürfte die Steigerung der Libido und Potenz nach den histologischen Befunden von Simmonds auf die Wucherung der Zwischenzellen zurückzuführen sein. Regaud und Dubreuil haben auch zum ersten Male den Nachweis erbracht, daß Spermatozoen, die kurz nach der Bestrahlung ihre volle Beweglichkeit besitzen und in ihrer Lebensfähigkeit gar nicht gestört erscheinen, trotzdem nicht mehr befruchtungsfähig sind. Ob dasselbe auch für den Menschen gilt, ist nicht sicher bewiesen. Doch sprechen einige Erfahrungen leider dafür.

Auch die Ovarien werden durch Röntgenbestrahlung zur Atrophie gebracht (Halberstädter). Bei weiblichen

Kaninchen kommt es zum Schwund der Graafschen Follikel, nach stärkeren Bestrahlungen gehen auch die Primordialfollikel und Ureier zugrunde (cf. Fig. 29). Dieselben Veränderungen sind auch bei den menschlichen Ovarien nach Röntgenbestrahlung festgestellt (Fraenkel, Faber, Reifferscheid). Fast regelmäßig fanden sich auch Blutungen in das Ovarium (Reifferscheid). Eine Regeneration im röntgengeschädigten Ovarium findet nicht.

Fig. 29.



Ovarien vom Kaninchen, halbiert; Schnittflächen bei Lupenvergrößerung. *r.O.* rechtes Ovarium (nicht bestrahlt), *l.O.* linkes Ovarium (bestrahlt), *Gr.F.* Graafscher Follikel, *Pr.F.* Primordial-Follikel, *C.L.* Corpus luteum (Halberstädter).

statt; sie kann vorgetäuscht werden, wenn nur die vor der Reife stehenden Follikel zerstört, die jüngeren aber ungeschädigt geblieben sind, und von diesen nach einiger Zeit einer zur Reife gelangt (Reifferscheid). Ob bei Frauen, die längere Zeit im Röntgenlaboratorium tätig gewesen sind, trotz erhaltener Menstruation die Konzeptionsfähigkeit herabgesetzt oder gar aufgehoben ist, wissen wir nicht sicher. Doch sprechen einige Erfahrungen leider auch für diese Möglichkeit.

Ganz besonders empfindlich für Röntgenstrahlen sind ferner die lymphatischen Organe. Schon wenige Stunden nach der Bestrahlung konnte Heineke (1903) bei Hunden degenerative Veränderungen in den Zellen der Milz, der Lymphdrüsen und der Darmfollikel nachweisen, ohne daß die Bestrahlung Schädigungen der Haut zur Folge gehabt hatte. Regaud, Nogier und Lacassagne fanden im Hundedarm nach Röntgenbestrahlung schwere Schädigungen der Dünndarmzotten und der Lieberkühnschen Drüsen, die nach starken Bestrahlungen innerhalb einiger Tage restlos verschwinden können. Die in einem Falle von Mammacarcinom nach Röntgenbestrahlung konstatierte Schädigung der Fundusdrüsen des Magens (Aschoff) dürfte gleichfalls auf die Wirkung der Röntgenstrahlen zurückzuführen sein. Auch die blutbildenden Zellen des Knochenmarks werden in elektiver Weise durch schwache Röntgenbestrahlung geschädigt (Milchner und Mosse). Die Schädigung dieser Organe kann — je nach der Intensität resp. Dauer der Strahlenwirkung — eine vorübergehende oder dauernde sein.

Nach Schmid und Géronne sind von den Formbestandteilen des Blutes am röntgenempfindlichsten die polynukleären Leukozyten, demnächst die Lymphozyten, während die roten Blutkörperchen auch durch sehr kräftige Bestrahlung anscheinend gar nicht beeinflusst werden.

Wöhler hat nach kurzdauernden Bestrahlungen (von 1—3 Min. Dauer) zu diagnostischen Zwecken schon in der nächsten halben Stunde eine Zunahme der Leukozyten nachweisen können, deren Zahl in den folgenden 5—8 Stunden noch weiter anstieg, um dann wieder allmählich auf die Norm zurückzukehren.

Auch nach mehrfachen therapeutischen Bestrahlungen bei Patienten (mit Ausnahme Blutkranker!) konnte Wöhler niemals einen so gewaltigen Absturz der Leukozytenzahl beobachten, wie wir ihn häufig bei Leukämikern sehen. Auch hier trat zunächst eine Leukozytose, dann allerdings eine mäßige Verringerung der Leukozytenzahl ein, die sich aber doch immer fast in normalen Grenzen hielt. Die Zahl der Erythrozyten und der Hämoglobingehalt nahmen meist zu. Es scheint demnach, daß der gesunde menschliche Körper Regulierungsmöglichkeiten gegenüber den Röntgenstrahlen hat. Bei fortgesetzter Ein-

wirkung der Röntgenstrahlen kann auch das Blut Gesunder anscheinend Veränderungen erleiden. So ist bei Röntgenologen fast immer Verminderung der weißen Blutkörperchen, speziell der neutrophilen polynukleären Leukozyten zu konstatieren (v. Jagié, Schwarz, v. Siebenrock, Aubertin).

Was die Röntgen-Empfindlichkeit anderer Organe anbetrifft, so wissen wir teils aus tierexperimentellen Ergebnissen, teils aus klinischen Erfahrungen darüber einiges von den großen Drüsen.

Die Nieren sind sehr wenig radiosensibel (Buschke u. H. E. Schmidt); dagegen sind die Nebennieren anscheinend sehr radiosensibel (Zimmern u. Cottenot); die Leber ist in normalem Zustand wenig radiosensibel (Huddellet), dagegen scheint sie bei Diabetikern eine größere Radiosensibilität zu besitzen (Ménétrier, Touraine und Mallet). Sehr radiosensibel ist die Thymus, wenigstens bei Tieren und kleinen Kindern, besonders in hyperplastischem Zustand (Heineke, Rudberg, Regaud und Crémieu); dasselbe gilt von der Thyreoidea (Williams, Zimmern, Battez und Dubus). Eine mäßige Radiosensibilität zeigt die Prostata (Freund und Sachs), eine große die Hypophysis (Béclère). Bei manchen Menschen sind auch die Speicheldrüsen, besonders die Parotis sehr empfindlich für Röntgenstrahlen (Bergonié und Spéder, H. E. Schmidt).

Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß die Schädigung durch Röntgenstrahlen in elektiver Weise die Zellen betrifft, die sich in ständiger Regeneration resp. Proliferation befinden, oder deren Stoffwechsel, infolge ihrer sekretorischen Tätigkeit besonders lebhaft vor sich geht (z. B. Haarpapille, Schweißdrüsen, Talgdrüsen, Hoden, Ovarien, Knochenmark, Milz, Sarkome, Karzinome).

Auch neuere Untersuchungen von A. v. Wassermann bestätigen eigentlich nur das, was wir aus den klinischen Erfahrungen schon längst wissen, daß nämlich die Strahlenempfindlichkeit proportional ist der Regenerations- und Vermehrungskraft der betreffenden Gewebe.

Bekannt ist die wachstumshemmende Wirkung der Röntgenstrahlen auf junge Zellen. So konnte Perthes an Eiern von *Ascaris megalcephala* nach Röntgenbestrahlung eine Verlangsamung der Furchung und unregelmäßige Entwicklung der Embryonen hervorrufen.

Recht charakteristische Entwicklungshemmung und Mißbildung erzielte Verfasser durch Röntgenbestrahlung von Axolotleiern des gleichen Entwicklungsstadiums (Medullarrinne eben geschlossen). Sämtliche bestrahlten Larven gingen außerdem schließlich zugrunde, während sämtliche nicht bestrahlte Kontrollarven am Leben blieben.

Fig. 30.



Links: bestrahlte, in der Entwicklung zurückgebliebene, verkrüppelte Larve mit Blasenbildung am Schwanzende. Rechts: nicht bestrahlte, weiter differenzierte normale Larve desselben Alters (H. E. Schmidt).

Auffallend war der histologische Befund, der lediglich schwere Schädigungen des Hirns und Rückenmarks erkennen ließ. Die Hirnzellen waren fast vollkommen zerstört und füllten als körnige Detritusmassen die Ventrikel aus. Degenerative Veränderungen ließen sich auch an den Zellen des Rückenmarks nachweisen.

Ueber Schädigungen des Zentralnervensystems beim Menschen wissen wir so gut wie nichts, und ich selbst habe in zahlreichen Fällen von Favus, Makro- und Mikrosporie — auch bei kleinen, noch nicht 2 Jahre alten Kindern — nach Röntgenbestrahlung des Kopfes niemals Symptome beobachtet, welche etwa auf eine Schädigung des Hirns zurückzuführen gewesen wären. Trotzdem ist es nicht unmöglich, daß auch die Nervenzellen sehr empfindlich für Röntgenstrahlen sind; dafür spräche erstens der Befund in meinen oben erwähnten experimentellen Versuchen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf Amphibienlarven, zweitens der meist eklatante Einfluß der Röntgenstrahlen auf Neuralgien (Trigeminus, Ischiadicus, Intercostales usw.) und drittens die von Birch-Hirschfeld nach Röntgenbestrahlung des Auges festgestellten degenerativen Veränderungen an den Zellen der Retina und des Nervus opticus. Allerdings sind in den Birch-Hirschfeldschen Tierversuchen ungewöhnlich hohe Strahlendosen verabfolgt worden, die zu Ulzerationen der Lider führten. Trotzdem scheint mir der Schutz des Auges auch bei schwachen Bestrahlungen empfehlenswert. Erwähnt sei hier, daß nach Röntgenbestrahlung trächtiger Kaninchen die Jungen mit Katarakt geboren werden (Tribondeau und Belley, von Hippel), und daß sich überhaupt nach Röntgenbestrahlung kleiner Tiere, z. B. Mäuse, ein- oder doppelseitig Katarakt entwickeln kann (Kienböck und von Decastello). Besonders interessant sind aber ähnliche Beobachtungen beim Menschen, welche Gutmann und Treutler gemacht haben. Gutmann fand bei einem Ingenieur, der sich viel mit Herstellung von Röntgenröhren beschäftigte und über Sehstörungen klagte, Tropfenbildung an der hinteren Corticalis beider Linsen, die trotz Aussetzen der Beschäftigung stationär blieb. In dem Falle von Treutler handelte es sich um den Angestellten eines Röntgenlaboratoriums, der beiderseits hinteren Polarkatarakt und eine Sehschärfe von  $\frac{6}{60}$  zeigte, während er vor seiner Anstellung im Röntgenlaboratorium gut gesehen haben wollte.

Diese Veränderungen der Linse ließen sich durch die große Zahl der immer wieder einwirkenden, sich summierenden und kumulierenden kleinsten Röntgenstrahlen-Dosen erklären, entweder durch direkte Schädigung der Linsenfasern oder des Kapselepthels oder aber durch Schädigung

der für die Ernährung der Linse sehr wichtigen Ciliarkörpergefäße.

Außer den bisher geschilderten rein lokalen Wirkungen auf bestimmte Organe können die Röntgenstrahlen auch Störungen des Allgemeinbefindens hervorrufen. So kann nach Oberflächenbestrahlungen, die stärkere oder sehr ausgebreitete Hautreaktionen hervorgerufen haben, Fieber auftreten. Auch kleinpapulöse, oft skarlatiniforme Exantheme, offenbar bedingt durch Resorption von „Röntgen-Toxinen“ kann man gelegentlich beobachten.

Nach Tiefenbestrahlungen des Thorax oder des Abdomens (Leukämie, Myome) ist ein anderer Symptomenkomplex nicht selten, den Gauß als „Röntgen-Kater“ bezeichnet hat.

Es treten Kopfschmerzen, Uebelkeit und Erbrechen, mitunter auch Diarrhoen auf. Bisweilen kommt es auch nur zu einer Benommenheit und Müdigkeit, die in eine förmliche Schlagsucht ausarten kann. Aus diesem Zustand, den ich als „Röntgen-Rausch“ bezeichnet habe, entwickelt sich dann manchmal, aber keineswegs immer der „Röntgen-Kater“.

Diese Erscheinungen dürften wohl auf eine direkte Schädigung des Magen-Darm-Traktus zurückzuführen sein, da sie ausschließlich nach Bestrahlungen der Magen- und Darmregion beobachtet werden. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen sind sie harmloser Natur, da sie nach einigen Tagen wieder verschwinden. Der „Röntgen-Kater“ ist anscheinend nicht von der Größe der Strahlendosis abhängig, da er nach Applikation gleicher Strahlenmengen keineswegs bei allen Menschen beobachtet wird.

Bei den psychischen Störungen, die von Krause nach Myom-Bestrahlungen in einigen Fällen beobachtet sind, handelt es sich sicher nicht um eine Schädigung durch Röntgenstrahlen. Ich kann nur v. Seuffert bestimmen, wenn er sagt: „Solche Störungen werden ja manchmal bei ganz gesunden, sonst sehr vernünftigen Frauen in den Wechseljahren beobachtet, häufiger noch, auch ohne vorhergegangene Strahlenbehandlung, bei Myomkranken oder unter protahiertem Klimakterium Leidenden“.

Wo der Angriffspunkt der Röntgenstrahlen zu suchen ist, darüber herrscht auch heute noch keine Einigkeit. Vielleicht bildet tatsächlich das Lezithin, das nach Hoppe-Seyler in allen jungen, rasch wachsenden, „ent-

wicklungsfähigen oder in der Entwicklung begriffenen Zellen, als Eidotter, Spermatozoen, farblosen Blutkörperchen, pathologisch schnell wachsenden Geschwülsten, Pflanzensamen, Sporen, Knospen junger Triebe im Frühling, Pilzen, Hefezellen“ ebenso wie gerade im Nervengewebe in besonders großer Menge vorkommt, den Angriffspunkt für die Röntgenstrahlen, eine Theorie, die zuerst von Schwarz aufgestellt worden ist und in der Tat viel für sich hat, zumal sie in zwangloser Weise eine elektive Wirkung auf das Nervensystem und auf alle Zellen, deren Stoffwechsel besonders lebhaft vor sich geht, erklären würde.

Lezithin wird durch Röntgenbestrahlung zersetzt und die Zersetzungsprodukte führen zur Schädigung der Zellen: von den Zersetzungsprodukten des Lezithins kommt besonders das Cholin in Betracht. Werner und Lichtenberg, Hoffmann und Schulz konnten durch Cholininjektionen in verschiedenen Organen Veränderungen erzielen, welche denen nach Röntgenbestrahlung entsprechen. Von großem Interesse ist demnach die Tatsache, daß Benjamin, v. Reuß, Sluka und Schwarz nach Röntgenbestrahlung im Blute ihrer Versuchstiere Cholin fanden. Das allmähliche, langsame Fortschreiten des Zersetzungsprozesses würde auch die Latenzzeit, die zwischen Röntgenbestrahlung und Röntgenwirkung liegt, ganz gut erklären.

Daß man beim Menschen bisher Schädigungen des Hirns oder Rückenmarks nicht beobachtet hat, erklärt sich ja — selbst wenn man eine hohe Röntgenempfindlichkeit dieser Organe annimmt — ohne weiteres daraus, daß sie in gut schützenden Knochenhüllen liegen, welche die Röntgenstrahlen absorbieren.

Da alle jungen, rasch wachsenden Zellen besonders empfindlich für Röntgenstrahlen sind, so ist es verständlich, daß junge Säugetiere, die einer Röntgenbestrahlung ausgesetzt werden, im Wachstum zurückbleiben, und zwar in toto, wenn das ganze Tier oder auch nur der Kopf des Tieres bestrahlt wird.

Wird nur eine Seite des Tieres bestrahlt, so bleibt nur diese im Wachstum zurück, auch die betreffenden inneren Organe; wird nur eine Extremität bestrahlt, so zeigt sich die Wachstumshemmung nur an dieser, wahrscheinlich infolge einer Schädigung des Primordial- und Epiphysenknorpels (cf. Fig. 31). Alle diese Störungen können schon durch schwache Dosen, die auf der Haut keine Re-

aktion hervorrufen, zustande kommen (Försterling). Bei stärkerer Bestrahlung tritt Exitus des Tieres ein. Diese Verhältnisse darf man nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen, und ein sicherer Fall von Wachstumshemmung ist bisher auch nicht nach Röntgenbestrahlung kleiner und

Fig. 31.



Junger Hund, dem im Alter von 8 Tagen die linke Hinterpfote einmal 10 Minuten lang bestrahlt wurde. Resultat: Die bestrahlte Hinterpfote war nach  $7\frac{1}{2}$  Monaten 8 cm kürzer als die nicht bestrahlte (30:38 cm) (Försterling).

kleinster Kinder bekannt geworden, so daß die Röntgentherapie auch bei diesen erlaubt ist.

Es dürfte sich ja auch meist um Behandlung irgend eines Hautleidens (Ekzem, Psoriasis, Herpes tonsurans)

handeln, bei welchem nicht besonders tief wirkende Strahlen angewandt werden, und eine Schädigung des Epiphysenknorpels wäre wohl nur bei großen Dosen harter Strahlung denkbar.

Durch Bestrahlung trächtiger Kaninchen von der Bauchseite aus kann man die Schwangerschaft unterbrechen. In frühen Stadien kommen die abgestorbenen Embryonen offenbar zur Resorption, in späteren Stadien werden entweder tote Junge geworfen, oder die lebend geborenen Jungen sterben wenige Stunden oder wenige Tage nach der Geburt (Fellner, Lengfellner, v. Hippel und Pagenstecher, Verfasser). Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch bei der Frau durch Röntgenbestrahlung des Abdomens ein Abort herbeizuführen ist. Ueber einen derartigen Fall hat Fränkel berichtet. Es handelte sich um eine im dritten Monat gravide Tuberkulöse, bei welcher nach 25 maliger Bestrahlung der rechten und linken Ovarialgegend (und der Schilddrüse, die allerdings nur kürzere Zeit bestrahlt wurde) ein spontaner Abort unter wehenartigen Krämpfen und starker Blutung erfolgte. Fränkel glaubt, daß der Abort in seinem Falle sekundär durch Schädigung der Ovarien herbeigeführt wurde.

Im Gegensatz zu Fränkel konnte Pinard bei einer großen Anzahl von Frauen in allen Schwangerschaftsperioden und Wöchnerinnen durch Bestrahlungen von 30—40 Minuten Dauer keinen ungünstigen Einfluß auf Mutter oder Kind feststellen; auch auf den Verlauf späterer Graviditäten war kein Einfluß zu konstatieren.

Auch Friedrich und Försterling haben über 2 Fälle berichtet, in denen durch Röntgenbestrahlung kein Abort erzielt werden konnte.

Diese verschiedenartigen Resultate können natürlich lediglich durch verschiedenartige Technik bedingt sein. Es ist aber auch möglich, daß ein Abort durch Röntgenbestrahlung beim Menschen überhaupt nicht zu erzielen ist. Ich selbst konnte bei einer im dritten Monat graviden Tuberkulösen trotz kräftiger Bestrahlung innerhalb 4 Wochen keinen Abort erreichen. Zum mindesten steht soviel fest, daß sich die Unterbrechung der Schwangerschaft durch Röntgenstrahlen nicht mit Sicherheit und nicht mit der nötigen Schnelligkeit herbeiführen läßt, so daß also die Röntgenstrahlen als Mittel zur Einleitung des Abortes nicht geeignet sind.

Es dürfte bei Kaninchen und Meerschweinchen eine

direkte Abtötung der Embryonen im Mutterleibe durch die Röntgenstrahlen stattfinden; aber auch die Möglichkeit einer indirekten Schädigung der Embryonen durch irgendwelche Zerfallsprodukte (Röntgentoxine), die durch Bestrahlung des Muttertiers entstehen und durch den Kreislauf auf den Embryo übergehen, dürfte nicht von der Hand zu weisen sein. Trächtige Kaninchen, bei denen nur der Kopf unter Abdeckung des übrigen Körpers bestrahlt wurde, brachten zwar zum richtigen Termin ihre Jungen zur Welt, die sich auch in den ersten 14 Tagen in nichts von den Jungen nicht bestrahlter Kontrolltiere unterschieden; aber dann setzte eine enorme Wachstumshemmung ein; die Zwergtiere hatten ein struppiges Fell, waren müde und matt und litten zum Teil an Augenerkrankungen (Blepharitis, Keratitis), einzelne Tiere starben auch (Max Cohn).

Bezüglich der Wirkung der Röntgenstrahlen auf Bakterien sei hier nur soviel gesagt, daß sie sehr wenig röntgenempfindlich sind und jedenfalls nur durch so große Röntgenstrahlendosen abgetötet werden können, wie sie zu therapeutischen Zwecken gar nicht angewendet werden (Rieder, Holzknacht). Wenn trotzdem bakterielle Erkrankungen der Haut durch Röntgenbestrahlung geheilt werden, so müssen wir annehmen, daß die Krankheitserreger erst sekundär durch die infolge der Bestrahlung hervorgerufenen entzündlichen Veränderungen unschädlich gemacht werden.

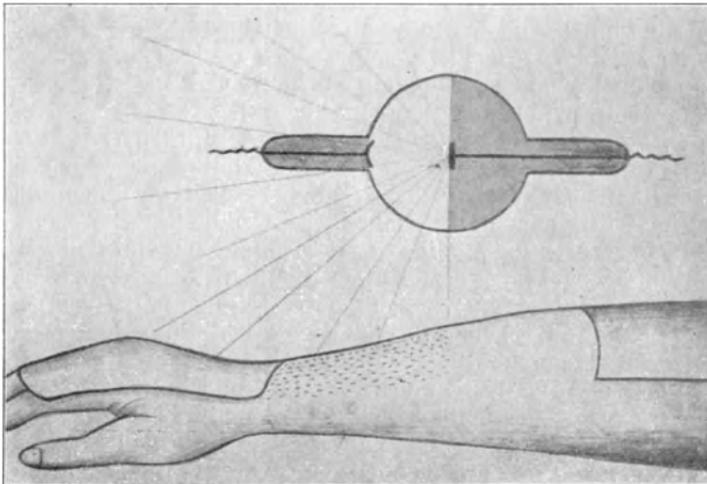
Erwähnt sei hier noch die Wirkung auf Pflanzensamen, der in trockenem Zustande gar nicht, in gequollenem dagegen sehr empfindlich für Röntgenstrahlen ist (Schwarz). Hier kommt es natürlich auch sehr auf die applizierte Dosis an; wenn man gequollene Erbsen schwach bestrahlt, so entwickeln sich die Pflanzen schneller, die Blüten und Früchte sind größer als bei den unbestrahlten Kontrollpflanzen. Bestrahlt man dagegen kräftig, so bleiben die Pflanzen sehr erheblich im Wachstum zurück (Verfasser). Die stimulierende Wirkung kleiner Dosen kann man auch an der menschlichen Haut beweisen. Bestrahlt man die Hälfte einer (z. B. durch eine Verbrennung entstandenen) Wunde ganz schwach, so überhäutet sich die bestrahlte Partie schneller als die unbestrahlte (Verfasser).

---

## Die Röntgenstrahlen-Dermatitis und ihre Folgeerscheinungen.

Während man anfangs darüber im Zweifel war, was eigentlich die Ursache der beobachteten Hautveränderungen ist, die von der Röntgenröhre ausgehenden elektrischen Entladungen oder die Röntgenstrahlen selbst, wissen wir durch die im Jahre 1900 erschienenen Arbeiten Kienböcks und Strätters, daß die Röntgenstrahlen selbst das

Fig. 32.



wirksame Agens sind. Kienböck brachte eine Röntgenröhre so über der Haut an, daß die Ebene des Antikathoden spiegels, von welchem die Röntgenstrahlen ausgehen, senkrecht zu der bestrahlten Hautfläche stand (cf. Fig. 32). Es trat eine Reaktion nur unter der vor dem Antikathoden spiegel gelegenen leuchtenden Kugelhälfte auf (in Fig. 32 durch die punktierte Partie angedeutet), nicht aber da, wo keine Röntgenstrahlen aufgefallen waren (in der hinter der Ebene des Antikathodenspiegels gelegenen Hautpartie und

in dem vor der Ebene gelegenen durch eine Bleiplatte geschützten Hautbezirk). Scholtz bestrahlte eine runde Stelle auf dem Rücken eines Schweines  $\frac{3}{4}$  Stunden lang. Diese Stelle war in 5 Segmente geteilt, von welchen 4 mit Blei, Glas, Aluminium und Papier bedeckt waren, während das fünfte unbedeckt blieb. Nach 30 Tagen trat zunächst in dem unbedeckten und in dem mit Papier bedeckt gewesenen Segment Haarausfall ein; später als sich auch in dem mit Aluminium bedeckt gewesenen Segment Haarausfall zeigte, kam es in den beiden erstgenannten Segmenten zu einer oberflächlichen Nekrose, während unter dem Blei und dem Glas gar keine Veränderungen auftraten.

Sträter, Kienböck und Scholtz konstatierten ferner, daß weiche Röhren, welche viel und stark absorbierbare Röntgenstrahlen liefern, bei demselben Individuum eine stärkere Reaktion hervorrufen als sehr harte Röhren, welche nur wenig und stark penetrierende Röntgenstrahlen produzieren.

Die durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen erzeugten Hautveränderungen können natürlich ebenso gut nach einer einzigen „kräftigen“, wie nach sehr zahlreichen „schwachen“ Bestrahlungen auftreten. In letzterem Falle summieren sich eben die vielen kleinen Dosen, so daß das Endresultat vollkommen dem durch eine einzige große Dosis Röntgenstrahlen erzielten entsprechen kann.

Bei der Röntgendermatitis kann man, wie bei jeder durch irgend einen anderen „Reiz“ hervorgerufenen Entzündung der Haut 3 Grade unterscheiden: 1. Rötung, 2. Blasenbildung, 3. Geschwürbildung. Eine Eigentümlichkeit der Röntgenstrahlen ist die, daß sie, in relativ schwacher Dosis appliziert, einen Haarausfall hervorzurufen vermögen, ohne daß es zu irgendwelchen makroskopisch wahrnehmbaren entzündlichen Erscheinungen kommt. Diesen Vorgang kann man besonders gut an der behaarten Kopfhaut beobachten; an anderen Stellen ist der Haarausfall mitunter kein vollständiger, auch nicht, wenn es zu einer oberflächlichen Entzündung der Haut kommt, wenigstens nicht bei Verwendung einer mittelweichen Strahlung. Appliziert man dagegen eine harte, ev. noch filtrierte Strahlung, so kann man an allen Körperstellen Haarausfall ohne entzündliche Reaktion hervorrufen. Das erklärt sich sehr einfach rein physikalisch. In

der dünnen, straffgespannten Haut des behaarten Kopfes liegen die Papillen nicht so tief, daß sie nicht auch von einer mittelweichen Strahlung so geschädigt werden könnten, daß die Haare ausfallen.

An allen anderen Körperstellen ist die Haut lockerer, fettreicher, dicker; die Papillen liegen erheblich tiefer, so daß hier eine Dosis mittelweicher Strahlen, die auf dem behaarten Kopf einen Haarausfall zur Folge hat, für diesen Zweck nicht ausreicht, da diese mittelweichen Strahlen eben keine genügende Tiefenwirkung entfalten.

Die Tiefenwirkung muß naturgemäß bei gleicher Oberflächendosis größer, die Schädigung der Haarpapille also stärker sein, wenn man statt der mittelweichen eine harte Strahlung verwendet. Es ist also keineswegs erforderlich, anzunehmen, daß die Haarpapille für härtere Strahlen empfindlicher ist, als für mittelweiche, sondern die bessere Wirkung der harten Strahlen auf die in den tieferen Schichten der Haut gelegenen Zellen läßt sich rein physikalisch in völlig ausreichender Weise erklären.

Charakteristisch für die Röntgendermatitis ist die Latenzzeit, welche ihr vorangeht, und welche um so länger dauert, je schwächer die Einwirkung der Röntgenstrahlen war. Am längsten also ist sie bei einer Dosis, welche lediglich einen unkomplizierten Haarausfall zur Folge hat, der in der Regel nach 3 Wochen eintritt; die Haut erscheint dann glatt und kahl, ohne sonstige Veränderungen. Nach mehreren (meist 4—6) Wochen beginnen die Haare wieder zu wachsen.

War die verabfolgte Röntgenstrahlenmenge größer, so tritt gewöhnlich nach 2 Wochen eine Rötung, die meist einen zyanotischen Ton zeigt, auf; dieser Hyperämie folgt meist nach einigen Tagen ein vollständiger Haarausfall, Braunfärbung und starke Schuppung der Haut. Nach der Abstoßung der obersten braungefärbten Epidermislagen zeigt die Haut wieder ihr normales rosa-weißes Kolorit, erscheint einige Wochen auffallend zart und schließlich wieder völlig normal. Nur ausnahmsweise tritt eine Hyperpigmentation oder eine Verschiebung des Hautpigmentes an den Rand der bestrahlten Partie oder gar eine Hautatrophie mit Teleangiektasiebildung ein.

Bei noch stärkerer Einwirkung der Röntgenstrahlen kommt es — meist nach 1 Woche — zu einer starken Rötung, der sehr bald eine Blasenbildung, häufiger eine Exfoliation der Epidermis folgt, so daß man eine dem be-

strahlen Bezirk entsprechende, total erodierte Fläche vor sich hat. Die Heilung erfordert in der Regel 3—6 Wochen. Der Nachwuchs der Haare tritt nur unvollständig oder gar nicht ein. Die neugebildete Haut sieht zunächst ziemlich normal aus, bekommt aber später fast immer ein narbig-atrophisches Aussehen; fast immer treten — oft erst Wochen und Monate nach der Bestrahlung — fleckweise Teleangi-ektasien und bei brünetten Personen Pigmentanhäufungen in dem narbig-atrophischen Bezirk oder — seltener — am Rande desselben auf.

Die schwerste Veränderung der Haut durch die Röntgenstrahlen stellt das „Röntgenulkus“ dar. Wenige Tage nach einer oder mehreren wirksamen Bestrahlungen tritt starke Rötung und Schwellung und bald darauf im Zentrum Ulzeration ein, die einen eigenartigen mißfarbigen Belag zeigt und je nach dem Umfang und der Tiefe des gangränösen Substanzverlustes mehrere Wochen, Monate oder auch Jahre zur Vernarbung braucht. In der Narbe zeigen sich fast immer gleichfalls Teleangi-ektasien und — bei brünetten Personen — Pigmentflecke. In seltenen Fällen kann das vernarbte Ulkus später wieder aufbrechen. Ob es sich in den Fällen, in welchen 6—10—12 Monate nach Abschluß der Röntgenbehandlung — ausnahmsweise — Ulzerationen aufgetreten sind, wirklich um Spätreaktionen mit ungewöhnlich langer Latenzzeit handelt oder um mechanische Läsionen der durch die vorangegangene Röntgenbehandlung geschädigten (atrophischen) und dadurch besonders empfindlich gewordenen Haut, ist zum mindesten zweifelhaft.

Das Auftreten der Röntgendermatitis kündigt sich bisweilen durch subjektive und objektive Symptome an, durch Jucken oder Brennen oder durch eine eigentümliche diffuse gelbbraune Färbung der Haut. Seltener zeigen sich als Vorboten der kommenden Reaktion eine eigenartige Turgeszenz der Haut oder mehr oder weniger zahlreiche und mehr oder weniger dunkle Pigmentflecken. Mitunter treten schon unmittelbar oder wenige Stunden nach einer Bestrahlung Erytheme auf, „Frühreaktionen“; sie treten nach großen Dosen anscheinend immer, nach kleinen Dosen nur bei einer besonderen Empfindlichkeit des Gefäßsystems auf (Verfasser). Diese Frühreaktion wurde zuerst von Köhler beschrieben und von ihm als Wärmeerythem aufgefaßt.

Die durch Einwirkung der Röntgenstrahlen hervor-

gerufenen bleibenden Hautveränderungen treten gewöhnlich bei Leuten auf, die sich jahrelang, wenn auch nur kurze Zeit, der Wirkung der Röntgenstrahlen ausgesetzt haben, also bei Elektrotechnikern und Aerzten, oder auch nach sehr zahlreichen aber schwachen Bestrahlungen, die längere Zeit zu therapeutischen Zwecken verabfolgt wurden, aber fast immer erst, nachdem häufiger Dermatitisiden, die nicht besonders intensiv gewesen zu sein brauchen, vorausgegangen sind. Natürlich können die gleichen bleibenden Veränderungen auch nach einer einzigen kräftigen Bestrahlung zustande kommen. Sie können als eine eigentümliche Dystrophie der Haut (Kienböck) bezeichnet werden. Man kann 3 verschiedene Formen unterscheiden: 1. eine Verdickung der Oberhaut, die spröde, rissig und braunrot verfärbt ist, mit stärkerer Ausprägung der normalen Falten. Degeneration der Haare, Riffung und Brüchigkeit der Nägel, Bildung von verhornten Epidermismassen, die sich vorn unter dem Rand des Nagels, hinten und seitlich über den Nagel verschieben, und eigenartigen zirkumskripten warzenartigen Wucherungen der Haut; dieses „chronische Röntgenerythem“ findet man besonders an der Hand, die in den ersten Jahren der Röntgenära leider häufig als Testobjekt benutzt wurde; dementsprechend ist der von den Röntgenstrahlen wenig oder gar nicht getroffene Daumen von den beschriebenen Veränderungen meist frei. Aus dieser Form kann sich die 2. Form entwickeln, die in einer Atrophie der Haut besteht, die verdünnt, glatt, auffallend weiß und von Teleangiektasien durchsetzt ist. Häufig sind auch warzige Wucherungen und — bei brünetten Personen — Pigmentflecken, so daß ein dem *Xeroderma pigmentosum* ähnliches Bild zustande kommt. Recht charakteristisch sind auch kleinste venöse Ektasien von tintenschwarzer Färbung. Seltener ist eine andere Form der Atrophie, welche dem Bilde der *Atrophia cutis idiopathica* entspricht. In diesen Fällen ist die Haut nicht weiß und glatt, sondern livide und gefältelt „wie zerknittertes Zigarettenpapier“ (Verfasser). Die 3. Form ist eine alabasterähnliche, sklerodermieartige Verdickung der Haut (Barthélemy, Hallopeau, Oudin u. a.), welche sich brethhart anfühlt und mit leicht abhebbaren Schuppen bedeckt ist. Wenn die Gesichtshaut derartig verändert ist, so sind die normalen Falten verstrichen, das Gesicht erhält ein maskenähnliches

Aussehen. Das Mienenspiel kann fehlen, durch Verdickung der Lidhaut Ektropium und Entropium zustande kommen. An den Händen können klauenförmige Stellungen der Finger, deren Beweglichkeit erschwert oder unmöglich ist, eintreten.

Die häufigste Spätfolge ist die Atrophie mit Teleangiektasiebildung. Ich kenne bisher aus persönlicher Erfahrung nur einen Fall, in welchem eine sehr starke Teleangiektasiebildung und eine geringe Atrophie der Haut aufgetreten ist, ohne daß eine sichtbare Reaktion vorangegangen war. Es handelte sich um ein blondes Individuum mit auffallend zarter weißer Haut; auch sonst habe ich gerade bei solchen Individuen — allerdings nur nach vorausgegangenem Erythem — eine besonders starke Entwicklung von Teleangiektasien gesehen, mitunter auch ohne deutliche Hautatrophie. Es scheint, daß für die Entwicklung der Teleangiektasien nach kleinen Röntgenstrahlendosen ebenso eine besondere Empfindlichkeit des Gefäßsystems in Betracht kommt wie für das Auftreten der Frühreaktion; denn ich kenne andererseits Akne-Fälle, die 4—5 mal Röntgen-Erytheme überstanden haben, und deren Haut trotzdem nach 3—4 Jahren völlig normal war.

Jedenfalls scheint mir bei blonden Individuen mit besonders zarter weißer Haut Vorsicht geboten, und ein Hinweis auf eventuelle spätere Entwicklung von Teleangiektasien ist hier wohl erforderlich.

Am besten wird man die Röntgenbehandlung in solchen Fällen ablehnen, falls noch irgend eine andere, wenn auch unbequemere Therapie die Chance eines Erfolges bietet.

Bei der sklerodermieartigen Veränderung der Haut kommt es besonders häufig zur Bildung sehr schmerzhafter Rhagaden und torpider Ulzerationen. Auch die Entwicklung von Karzinomen ist wiederholt beobachtet worden (Unna, Kümmell, Frieben, Allen). Ich selbst kenne einen Röntgendiagnostiker, bei welchem sich auf der Basis einer sklerodermieartigen Hautverdickung auf dem rechten Handrücken ein etwa pflaumengroßer, sehr harter, oberflächlich ulzerierter Tumor gebildet hatte, der exstirpiert und histologisch als Karzinom festgestellt wurde.

Interessant sind die histologischen Befunde, welche von Unna bei der chronischen Röntgendermatitis der Radiologen erhoben wurden.

Um das Wichtigste aus den histologischen Befunden anzuführen, so sei hier in erster Linie betont, daß gerade

die Blutgefäße, deren Schädigung für die schwere Heilbarkeit der akuten Röntgenulzera mit Vorliebe verantwortlich gemacht wird, histologisch nicht in deutlicher Weise verändert sind. Das, was nicht nur klinisch, sondern auch pathologisch-anatomisch nachgewiesen werden kann, ist lediglich eine Alteration der Blutverteilung, eine der Schröpfung vergleichbare Blutüberfüllung der Arterien und Venen. Gleichzeitig findet sich eine schwere Veränderung aller zelligen Gebilde der Haut. „Die Oberhaut ist stärker verhornt, zum Teil hypertrophisch und zum Krebs prädisponiert, zum Teil atrophisch, stets zu hornigen Auflagerungen in Gestalt von Schwielen und warzigen Bildungen neigend.“ Zuerst atrophieren die Haare und Talgdrüsen, dann die Nägel und Knäueldrüsen; in der Kutis findet sich ein chronisches interstitielles Oedem, das zu einer Atrophie der elastischen Fasern führt. Die Hautmuskeln sind dagegen auffallenderweise verdickt.

Eine besondere Stellung schreiben manche Autoren den harten filtrierte Strahlen zu. So sagt Wetterer: „Harte und weiche Strahlung sind zwei ganz verschiedene Medikamente und wirken biologisch verschieden.“

Einige gehen so weit, zu behaupten, daß harte Strahlen, die durch 1 mm Aluminium filtrierte sind, anders wirken als solche, die durch 2 mm Aluminium filtrierte sind, diese wieder anders als solche, die durch 3 mm Aluminium filtrierte sind, — und so fort ad infinitum (Regaud und Nogier)!

Ich stehe auf dem Standpunkt, daß diese Autoren zu weit gehen und etwas behaupten, was sie nicht beweisen können.

Hätten sie Recht, so müßten wir wiederum ganz andere Wirkungen bekommen, wenn wir statt durch Aluminium durch Messing oder durch Blei filtrieren.

Das, was bisher sicher bewiesen ist, ist die Zunahme der Penetrationskraft mit der Dicke des Aluminiumfilters.

Die Härtung der Strahlung wird noch größer, wenn wir statt des „Leichtfilters“ ein „Schwerfilter“, z. B. Bleiplatten von 0,25 mm Dicke verwenden.

Sicher bewiesen ist ferner, daß wir der Haut um so mehr Strahlen applizieren können, je härter sie sind, weil von diesen härteren Strahlen natürlich sehr viel weniger absorbiert wird.

Falsch aber ist es, zu behaupten, daß die harten filtrierte Strahlen ungefährlich für die Haut sind. Wenn

man nur die geeignete Menge appliziert, kann man genau dieselben Reaktionen erhalten, wie wir sie nach Applikation einer unfiltrierten mittelweichen Strahlung kennen, nämlich Dermatitis I., II. und III. Grades. Dabei ist zu bedenken, daß dann bei gleicher Oberflächendosis die Tiefenwirkung immer erheblich stärker ist.

Ich erwähne hier nur einen Fall von Mammakarzinom aus der Freiburger Klinik, in welchem durch harte filtrierte Strahlen eine genau dem Bestrahlungsbezirk entsprechende Nekrose hervorgerufen wurde, welche die ganze Thoraxwand durchsetzte; auch die Interkostalmuskulatur und die oberflächlichste Lungenschicht waren nekrotisch (Aschoff)!

So tiefgehende Nekrosen können nach Applikation einer unfiltrierten mittelweichen Strahlung gar nicht vorkommen, weil ihre Tiefenwirkung eben zu gering ist.

Aus den Versuchen, die Meyer und Ritter an Pflanzenkeimlingen, Gauß und Lembcke an Pflanzen und Kaulquappen, Miller an Mäusen angestellt haben, folgern diese Autoren, daß die stark gefilterte Strahlung biologisch wirksamer ist als eine schwach gefilterte oder ungefilterte Strahlung. Die bessere Wirkung läßt sich aber m. E. auch rein physikalisch so erklären, daß alle diese Objekte, die doch eine gewisse Schichtdicke besitzen, von einer härteren Strahlung darum besser beeinflußt werden müssen, weil die Tiefenverteilung der Strahlen eine bessere ist.

Es ist selbstverständlich, daß einer Kaulquappe oder einer Maus die Durchsetzung ihres ganzen Corpus mit einer stark penetrierenden Strahlung schlechter bekommen wird, als die Applikation einer weichen Strahlung, die ihr nur das Fell kitzelt.

Es ist selbstverständlich, daß bei gleicher Oberflächendosis die in den tieferen Hautschichten gelegenen Haarpapillen stärker geschädigt werden müssen, wenn man eine harte, als wenn man eine weiche Strahlung appliziert.

Es ist selbstverständlich, daß ein Tumor auf eine stark penetrierende Strahlung, die auch noch die tieferen Schichten schädigt, besser reagiert, als auf eine weiche Strahlung, deren Wirkung sich schon an der Oberfläche erschöpft.

Daß aber eine harte Strahlung auf die Haarpapille und das Karzinom „biologisch“ stärker wirkt als eine weiche, ist eine Hypothese, gegen deren Richtigkeit so ziemlich alle Erfahrungen sprechen. Man kann einen Haut-

krebs gerade so gut durch eine mittelweiche wie durch eine harte Strahlung heilen.

Auch die Behauptung, daß die Hautreaktionen „anders“ verlaufen, wenn man eine „hochgefilterte“ Strahlung appliziert, kann ich nicht bestätigen. Die von Regaud und Nogier als besondere Reaktionsform beschriebene „Radioepidermitis“ ist anscheinend nichts anderes als eine gewöhnliche Röntgendermatitis II. Grades! Zwar behaupten Regaud und Nogier, daß auf die Radioepidermitis keine Hautatrophie folgt wie auf die Röntgenreaktion II. Grades nach Applikation einer unfiltrierten Strahlung. Aber das zu behaupten, ist sehr leichtsinnig, da die Beobachtungszeit in den mitgeteilten Fällen viel zu kurz ist. Auch nach Abheilung einer gewöhnlichen Röntgenreaktion II. Grades sieht ja die Haut zunächst normal aus, und erst nach 6—8—10 Monaten oder noch später entwickelt sich die Atrophie. Auch „besondere“ Spätschädigungen sind nach Applikation harter filtrierter Strahlen beschrieben worden. Iselin hat — allerdings in einem ganz geringen Prozentsatz — Atrophien und Ulzerationen beobachtet, die mehrere Monate bis  $1\frac{1}{2}$  Jahre nach Applikation einer durch 1 mm Aluminium filtrierten Strahlung auftraten, ohne daß jemals ein Erythem vorangegangen war.

Ob diese Atrophien und Ulzerationen aber wirklich als eine den filtrierten Strahlen eigentümliche Spätschädigung aufgefaßt werden können, erscheint doch fraglich. Denn auch nach Applikation von unfiltrierten Strahlen kennt man Atrophien und Ulzerationen, die auf den früher bestrahlten, besonders auf atrophischen Stellen infolge eines Traumas oder eines anderen äußeren Reizes (Scheuern des Kragens am Halse, des Korsetts auf dem Bauche) viele Monate nach Abschluß der Röntgenbestrahlung entstehen können!

Aehnliche Schädigungen nach Anwendung filtrierter Strahlen haben Spéder und d'Halluin mitgeteilt; bisweilen entwickeln sich in den atrophischen Hautpartien eigenartige Indurationen, auf denen dann wieder durch äußere Reize Ulzerationen entstehen können. Auch hier erscheint es fraglich, ob es sich um eine nur den filtrierten Strahlen eigentümliche Spätschädigung handelt; denn sklerodermieartige Indurationen der Haut sind auch nach Applikation von unfiltrierten Strahlen beschrieben worden.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die Spätschädi-

gungen (Atrophien, Ulzerationen) zu den Ausnahmen gehören, wenn die Erythemgrenze nicht überschritten wird; dabei ist es für die Genese dieser Schädigungen offenbar gleichgültig, ob unfiltrierte oder filtrierte Strahlen angewandt werden.

Allerdings wird die Gefahr der Spätschädigungen mit dem zunehmenden Härtegrad, d. h. also auch mit der größeren Filterdicke geringer, weil man erstens die sogen. Maximaldosis erheblich überschreiten kann, ohne ein Erythem befürchten zu müssen, und weil zweitens die Schädigung der tiefen Hautgefäße durch harte Strahlen offenbar geringer ist. Und diese Schädigung halte ich für die Ursache der Spätfolgen. Zunächst erscheint es natürlich plausibler, daß die Gefahr der Schädigung gerade der tiefen Hautgefäße mit der Penetrationskraft der Strahlen wächst. Tatsächlich ist das nicht der Fall, offenbar weil das Absorptionsvermögen der Gefäßwand ziemlich gering ist, wie das auch aus den Untersuchungen über das spezifische Gewicht der verschiedenen menschlichen Organe hervorgeht (Frank Schultze). Die Gefäße werden viel leichter durch eine weiche Strahlung geschädigt, weil sie von dieser eben mehr absorbieren. Das beweist die gute Wirkung der sehr weichen Strahlung auf die Angiome (Frank Schultze), während die Wirkung einer sehr harten Strahlung gleich Null ist. Ich konnte in einem Fall von Naevus vasculosus nach Applikation von 10 Voll-dosen noch S.-N. bei einer Strahlung von 10 We., die teils durch 1, teils durch 3 mm Aluminium filtriert wurde, nicht die geringste Veränderung erzielen, während die einmalige Applikation von  $\frac{4}{5}$  S.-N. einer unfiltrierten Strahlung von 6 We. eine deutliche Abblässung des Naevus zur Folge hatte.

Zu berücksichtigen bei der Applikation der Röntgenstrahlen zu therapeutischen Zwecken ist die Tatsache, daß 1. verschiedene Personen verschieden empfindlich sind (individuelle Disposition), und daß 2. die Haut verschiedener Körpergegenden verschieden reagiert (regionäre Disposition), daß aber diese verschiedene Empfindlichkeit sowohl der einzelnen Individuen, als auch der einzelnen Körperregionen in sehr engen Grenzen schwankt. So sind Schleimhäute, Gesicht und Handrücken etwas empfindlicher als Rumpf und Extremitäten. Da, wo die Haut einem Knochen straff gespannt aufliegt, ist sie anscheinend empfindlicher für Röntgenstrahlen als da, wo sie fettreicher und lockerer ist;

ferner ist die Haut heruntergekommener, in schlechtem Ernährungszustand befindlicher Individuen radiosensibler als die gesunder, kräftiger Personen; ebenso reagiert eine krankhaft (z. B. favös oder sykotisch) veränderte Haut leichter auf die Bestrahlung als normale Haut, desgleichen eine Haut, welche schon einmal eine stärkere Röntgendermatitis überstanden oder eine chronische Veränderung erlitten hat (Holzknecht). Daß es eine eigentliche Idiosynkrasie in dem Sinne gibt, daß eine Bestrahlung, welche bei einem Individuum z. B. einen unkomplizierten Haarausfall hervorruft, bei einem anderen eine Nekrose der Haut erzeugt, ist nach allen bisher vorliegenden Erfahrungen unwahrscheinlich. Von vornherein erscheint die Annahme einer derartigen Idiosynkrasie, wie sie ja z. B. auch gegen die Ultraviolettstrahlen (Gletscherbrand) und gegen alle möglichen Medikamente (Jod, Quecksilber usw.) besteht, durchaus gerechtfertigt. Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, daß wir gegen eine etwa bestehende Idiosynkrasie in dem angegebenen Sinne vollkommen machtlos wären, gerade so wie wir es nicht verhüten können, daß ein Patient nach einer einzigen Sublimatinjektion an einer schweren Enteritis zugrunde geht, während hundert andere 20—30 derartige Injektionen anstandslos vertragen.

Was die Behandlung der akuten Röntgendermatitis anlangt, so muß sie so indifferent als möglich sein. Ungünstig wirken kalte Umschläge; dagegen leisten warme Borwasserumschläge gute Dienste. Die Heilung der Röntgenulzerationen scheint durch strahlende Wärme beschleunigt zu werden. Freund verwendet zu diesem Zwecke kräftige (100 kerzige) Glühlampen. Hahn empfiehlt Eosinpinselung und nachfolgende Besonnung. Auch Quarzlampenbestrahlung wirkt meist sehr günstig. Hartnäckige Ulzera müssen im Gesunden exzidiert, die Defekte plastisch gedeckt werden. Eine Behandlung der atrophischen und sklerodermieartigen Hautveränderungen nach Röntgenbestrahlung ist nutzlos. Bei starker Sprödigkeit und Rissigkeit der Haut ist in erster Linie Einfettung mit folgender Salbe zu empfehlen: Emplastri Lithargyri, Vaselini flavi aa 25,0. Kurz erwähnt sei hier die Tatsache, daß auch bereits ergrautes Haar nach Röntgenbestrahlung mitunter eine dunkle Färbung annimmt und auch nach wiederholtem Schneiden

immer wieder in dunkler Färbung nachwachsen kann (Ullmann, Imbert und Marquès).

Was die Pigmentationen nach abgelaufener Röntgen-dermatitis anbelangt, die, wie es scheint, nur bei brünetten Personen auftreten, so verschwinden die diffusen Pigmentierungen spontan, wenn auch oft erst nach Monaten. Man kann diesen Prozeß durch Applikation von Sublimatsalben (1—2%) beschleunigen. Das Gleiche gilt — wenigstens in den meisten Fällen — von den bisweilen, aber keineswegs immer auftretenden fleck- oder strichförmigen Pigmentanhäufungen, die sich mitunter auch einstellen, ohne daß eine Entzündung der Haut vorangegangen ist. Die Pigmentflecken lassen sich im übrigen durch Betupfen mit einem watteumwickelten Holzstäbchen, das in reine Karbolsäure getaucht ist, entfernen. Die Entfernung der Teleangiektasien ist durch Quarzlampenbestrahlung oder Vereisung mit Kohlensäureschnee möglich. Die warzigen Wucherungen lassen sich durch Aetzungen mit Mercks  $H_2O_2$  (Unna) oder durch Elektrolyse beseitigen. Alle diese Prozeduren müssen auf den atrophischen Partien besonders vorsichtig ausgeführt werden.

---

## Das „Röntgen-Karzinom“.

Wie gesagt kann sich gelegentlich auf der Basis einer Röntgenatrophie oder eines Röntgenulkus ein Karzinom entwickeln. Hesse hat 1911 alle bis dahin bekannten Fälle zusammengestellt. Von diesen 94 sind nur 54 sichere Fälle; der größte Prozentsatz entfällt auf Amerika. In 26 Fällen waren die Karzinomträger Aerzte, in 24 Techniker und nur in 4 Fällen Patienten.

Den Hauptausgangspunkt bilden die ulzerierenden Stellen auf den mit einer chronischen Röntgendermatitis behafteten Händen, dann die Keratosen, und erst an letzter Stelle rangiert die einfache Atrophie. Nur ein Fall ist bekannt, in welchem das Karzinom anscheinend in einer intakten Röntgennarbe entstand (Rowntree). Häufig kündigt sich die maligne Entartung eines bis dahin benignen Ulkus durch heftigen Schmerz an.

Wenig bekannt dürfte es sein, daß gelegentlich auch eigenartige Veränderungen an den Fingerknochen (Fehlen der Struktur, Dellenbildung), einmal auch Beteiligung des Os am karzinomatösen Prozeß beobachtet wurde.

Die Basis des Karzinoms bildet also die durch Röntgenstrahlen geschädigte Haut, in erster Linie kleine Ulzerationen, welche in dieser spröden und starren Haut leicht entstehen. Das Karzinom selbst entwickelt sich unabhängig von der Strahlenwirkung, oft jahrelang nach Aussetzen der Beschäftigung mit Röntgenstrahlen. Ein eigentliches Röntgenkarzinom gibt es also — streng genommen — nicht, wie das der Verfasser schon wiederholt betont hat.

Was die Therapie anbelangt, so ist bemerkenswert, daß kräftige Röntgenbestrahlung sichtlichen Erfolg bringt (Fall Radiguet), wie sie auch bei chronischer Röntgendermatitis recht günstig wirken kann (Sequeira).

Als Grundsatz gilt natürlich, jedes sicher karzinomatöse oder auch nur suspekte Ulkus so radikal als möglich zu behandeln, d. h. es kommt nur die Exzision resp. Amputation in Frage eventuell mit Ausräumung der regionären Drüsen, wengleich das Röntgenkarzinom wenig Neigung zur Metastasierung zeigt.

Wenn auch das Karzinom auf der Basis einer Röntgen-schädigung in einigen Fällen zum Tode geführt hat, so muß doch betont werden, daß diese Karzinomentwicklung immer eine äußerst seltene Komplikation, eine Ausnahme darstellt. Ob das „Röntgenkarzinom“ überhaupt als eine Erkrankung sui generis aufzufassen ist, dürfte doch sehr fraglich sein. Beobachten wir ja auch sonst, daß sich auf alten Narben oder aus torpiden Ulzerationen ausnahmsweise mal ein Karzinom entwickelt. Nach Ansicht des Verfassers ist es ebenso wenig richtig, von einem „Lupuskarzinom“ zu sprechen wie von einem „Röntgenkarzinom“.

Besser ist schon die Bezeichnung „Narbenkarzinom“, resp. „karzinomatöse Degeneration eines Ulkus“.

Ob dabei die Narbe oder das Ulkus auf die Einwirkung der Röntgenstrahlen oder irgend eine andere Ursache zurückzuführen ist, dürfte wohl gleichgültig sein.

---

## Dosierung der Röntgenstrahlen.

Unbedingt gefordert werden muß heute eine Angabe des Härtegrades und der Dosis. Für den ersten Zweck benutze ich vorwiegend die Wehnelt-Skala. Doch kann man auch irgend eine andere Skala verwenden. Die entsprechenden Werte der am meisten gebrauchten Skalen sind aus der Tabelle auf S. 42 ersichtlich.

Von den verschiedenen Dosimetern benutze ich ausschließlich das von Sabouraud-Noiré; auch die Holzknecht-Skala ist empfehlenswert. Die Verwendung anderer Dosimeter ist weniger zweckmäßig. Besonders das Kienböcksche Verfahren scheint mir recht unzuverlässig zu sein.

Manche Aerzte haben sich gegen die Anwendung eines direkten Dosimeters gesträubt, weil keines der zur direkten Messung der absorbierten Strahlenmenge dienenden Instrumente theoretisch, vom Standpunkt des Physikers aus allen Anforderungen, die man an ein wissenschaftlich exaktes Dosimeter stellen kann, genügen soll. Praktisch brauchbar und genügend zuverlässig ist jedenfalls das Radiometer von Sabouraud und Noiré, das ich wohl zuerst außerhalb Frankreichs angewandt und empfohlen habe (Erfahrungen mit einem neuen Radiometer von Sabouraud und Noiré, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. VIII). Bedingung für die Brauchbarkeit der Reagenztabletten, welche mit Barium-Platin-Cyanür imprägniert sind, ist 1. ihre gleichmäßige Herstellung, 2. ihre Aufbewahrung bei möglichst gleichmäßiger Zimmertemperatur, 3. der Ausschluß stärkerer Wärmewirkung während der Aufbewahrung und der Bestrahlung. Ich habe das Radiometer in vielen tausend Fällen ausprobiert und als zuverlässig befunden. Ich halte es außerdem für einen Vorteil, daß das Radiometer nur eine Testfarbe und keine mehrstufige Skala hat.

Die Mehrzahl der Röntgentherapeuten benutzt bei jeder einzelnen Sitzung ein direktes Dosimeter, während meine Methode der Dosierung darin besteht, daß ich nur einmal mittels eines direkten Dosimeters eine Röhre ausdosierte und dann immer unter den gleichen Betriebsverhältnissen halte, welche ich durch ein Milliampèremeter und eine parallel geschaltete Funkenstrecke, neuerdings durch

ein Qualimeter, kontrolliere (kombinierte Dosiermethode). Bei den Hochspannungsgleichrichtern genügt übrigens zur Kontrolle der Röhrenkonstanz das Milliampèremeter allein.

Eine wirklich exakte Dosierung mit einem direkten Dosimeter bei jeder einzelnen therapeutischen Sitzung ist schon darum nicht möglich, weil man die Sabouraud-Noirésche Reagenztablette nicht in das therapeutische Strahlenbündel legen kann, sondern einem Strahlenbündel aussetzen muß, welches die Röhrenwand an einer anderen Stelle verläßt. Das ist darum nötig, weil sonst die Tablette einen Teil der für den Behandlungsbezirk bestimmten Strahlung absorbieren würde. Es ist nun aber keineswegs gesagt, daß an dieser Stelle die Glaswand die gleiche Dicke besitzt wie dort, wo das therapeutische Strahlenbündel austritt.

Am besten ist es noch, wenn man überhaupt in der zuletzt angedeuteten Weise vorgeht, die Tablette möglichst nahe dem Rande der Austrittsstelle für das therapeutische Strahlenbündel anzubringen; nicht besonders empfehlenswert ist die Teilung der Röhrenkugel in ein „Meßfeld“ und ein „Arbeitsfeld“, so daß z. B. die eine Röhrenflanke dem Durchtritt des therapeutischen Strahlenbündels dient, während sich an der anderen Röhrenflanke die Reagenztablette befindet, ein Modus, den Schwarz und Holzknacht vorgeschlagen haben. Denn je weiter die Stellen, an welchen das therapeutische Strahlenbündel austritt, und an welcher sich die Tablette befindet, von einander entfernt sind, desto mehr wächst die Gefahr einer erheblichen Differenz in der Dicke der Röhrenglaswand an diesen Stellen.

Ich verwende daher zur „Eichung“ der Röhre das therapeutische Strahlenbündel und vermeide dadurch mit Sicherheit Fehlerquellen, welche durch die wechselnde Dicke der Röhrenglaswand bedingt sein können. Daß es in der Tat möglich ist, Röhren immer wieder unter die gleichen Bedingungen zu bringen, unter denen sie einmal ausdosiert sind, sie gleichsam zu zwingen, bei gleichbleibender Stromzufuhr auch immer den gleichen Härtegrad zu behalten, so daß sich an der Qualität und Quantität der Strahlung und mithin auch an ihrer Wirksamkeit nichts ändert, ist von vielen Therapeuten bestätigt worden, welche nach meiner Methode arbeiten.

Und wenn Holzknacht noch 1910 die Behauptung

aufstellte, daß die Eichung einer so „schwankenden Maschine“ wie der Röntgenröhre nicht möglich sei, sondern auf „Selbsttäuschung“ beruhe, so bekennt er damit nur, daß er damals nicht imstande war, eine Röntgenröhre so zu belasten, wie es für die Konstanz der Röhre erforderlich ist. Denn nur unter dieser Voraussetzung ist er allerdings auch nicht imstande, eine Röhre zu aichen.

Eine sehr einfache Ueberlegung zeigt uns, daß theoretisch eine Konstanz sehr wohl möglich ist. Und die Praxis bestätigt die Theorie.

Es ist allgemein bekannt, daß eine Röntgenröhre weicher wird, wenn man sie zu stark belastet, daß sie andererseits härter wird, wenn man sie zu schwach belastet. Dazwischen muß es also eine Belastung geben, bei welcher die Röhre weder weicher, noch härter wird, also konstant bleibt, und das ist die für die betreffende Röhre gerade passende „optimale“ Belastung.

Während des Betriebes spielen sich offenbar zwei Vorgänge ab: einmal wird beim Stromdurchgang ein bestimmtes Quantum von dem Gasgehalt im Innern der Röhre verbraucht, dann wird aber auch durch die Erwärmung des Antikathodenmetalls infolge der aufprallenden Kathodenstrahlen aus dem Metall ein bestimmtes Gasquantum frei. Wird nun genau so viel frei, wie beim Stromdurchgang (durch Elektrolyse?) verbraucht wird, so muß das Vakuum, i. e. der Härtegrad konstant bleiben.

Wird die Röhre aber so stark belastet, daß durch zu starke Erwärmung des Antikathodenmetalls mehr Gas frei wird, als beim Stromdurchgang verbraucht wird, so muß die Röhre weicher werden. Wird sie so schwach belastet, daß für das beim Stromdurchgang verbrauchte Gasquantum infolge ungenügender Erwärmung des Antikathodenmetalls keine entsprechenden Gasmengen aus dem Metall frei werden, so muß die Röhre härter werden.

Das folgt einfach aus der täglichen Erfahrung, die zeigt, daß man jede Röhre durch Ueberbelastung weicher, durch Unterbelastung härter machen kann. Es wird also sehr wichtig für die Röhrenkonstanz sein, daß das Antikathodenmetall bei der Herstellung der Röhren gut entgast ist; etwas Gas muß es bei der Erwärmung abgeben können, weil das als Ersatz für das beim Stromdurchgang verbrauchte Gasquantum nötig ist, aber es soll auch bei mittelstarker Belastung nicht zuviel Gas abgeben und dadurch

die Röhre weicher machen. Das ist nun leider bei den meisten neuen Röhren die Regel.

Zunächst empfiehlt es sich, bei Bestellung einer neuen Röhre den Härtegrad anzugeben, mit welchem man zu arbeiten wünscht, also bei Oberflächentherapie im allgemeinen 5—7, bei Tiefentherapie ca. 10—12 Wehnelt. Die Fabriken haben es z. T. gelernt, z. T. müssen sie es noch lernen, die Röhren entsprechend evakuiert zu liefern.

Auf die Angaben des Lieferanten darf man sich nun nicht ohne weiteres verlassen, sondern muß ihre Richtigkeit bezüglich des Härtegrades mit der Wehnelt-Skala nachprüfen. Im günstigsten Falle zeigt die Röhre dann in der Tat den angegebenen Härtegrad, wird aber bei längerer Einschaltung schnell weicher, so daß sie zunächst für einen Dauerbetrieb unbrauchbar ist.

Die Belastungsmöglichkeit ist, wie gesagt, von der mehr oder weniger kräftigen Ausbildung der Antikathode, besonders auch von einer guten Kühlung der Antikathode und von dem Härtegrad der Röhre abhängig.

Hat man eine Röhre mit schwacher Antikathode, wie z. B. die Kleine Therapie-Röhre von Burger, so kann man sie in mittelweichem Zustande kaum stärker als mit 0,5—0,7 Milliampère belasten, weil sie sonst nach einiger Zeit weicher wird. Eine stärkere Belastung von etwa 1—1½ Milliampère vertragen die Röhren mit starker Metallhinterlegung der Antikathode (Gundelach, Radiologie) für längere Zeit, ohne ihren Härtegrad zu ändern.

Eine noch kräftigere Belastung kann man den Röhren mit Wasserkühlung der Antikathode zumuten. Speziell das Rapidrohr von Müller hält sich auch bei einem Härtegrad von 10—12 Wehnelt etwa 10 Minuten konstant bei einer Belastung von ca. 2 Milliampère; bei gleichzeitiger Verwendung fließenden statt stehenden Wassers kann man diese Röhre auch noch stärker belasten.

Wie gesagt, werden neue Röhren in der Regel bei einigermaßen kräftiger, brauchbarer Belastung weicher. Dann bleibt nichts übrig, als sie so lange eingeschaltet zu lassen, bis sie sich kräftig erwärmen, bei Röhren mit schwacher Antikathode so lange, bis der Platinspiegel rotglühend ist, dann auszuschalten und abkühlen zu lassen und diese Prozedur mehrmals zu wiederholen. Dadurch erreicht man, daß überschüssige Gasmengen, die bei einigermaßen kräftiger Belastung frei werden und die Röhre weicher machen, aus

dem Antikathodenmetall ausgetrieben werden, so daß die Röhre dann, wenn diese Prozedur mehrmals wiederholt ist, gar nicht mehr so viel Gas abgeben kann, sich also besser konstant halten muß.

Erscheint die Röhre dann zunächst infolge der in das Röhreninnere aus dem Metall ausgetriebenen Gasmengen weicher als vorher, so läßt man sie nun bei schwächerer Belastung laufen, um so die überschüssigen Gasmengen im Röhreninnern soweit zu verbrauchen, bis man den gewünschten Härtegrad erreicht hat. Dann erst belastet man sie etwas kräftiger, so wie man das beim ersten Einschalten getan hat, und wird nun meist die Freude haben, daß sich die Röhre konstant hält. Tut sie das auch jetzt noch nicht, so muß man sie noch ein paarmal bis zu kräftiger Erwärmung überbelasten und wieder abkühlen lassen und wird dann sicher eine brauchbare Konstanz erzielen. Theoretisch muß es eine optimale Belastung geben, bei welcher der passierende Strom genau so viel von dem Gasgehalt der Röhre verbraucht, wie durch Erwärmung des Antikathodenmetalls wieder frei wird, bei welcher also die Konstanz des Vakuums, d. h. des Härtegrades, eine absolute ist. Praktisch ist das nicht immer der Fall; kleine Schwankungen sind oft unvermeidlich; so wird die Röhre auch bei der passendsten Belastung meist zuerst die Neigung zum Härterwerden zeigen, weil zunächst nur ein Gasverbrauch und erst nach einiger Zeit eine Erwärmung des Antikathodenmetalls und damit auch wieder ein Freiwerden von Gas und die Neigung zum Weicherwerden auftritt. Schwankungen von 0,2 Milliampère sind praktisch ohne Bedeutung. Kann man keine absolute Konstanz erzielen, ist es jedenfalls empfehlenswert, die Belastung so zu wählen, daß die Röhre eher die Neigung hat, etwas härter zu werden, weil man durch die Regeneriervorrichtung dann jederzeit wieder etwas Gas (oder Luft) zuführen kann. Wenn eine Röhre längere Zeit gelagert hat und dann wieder eingeschaltet wird, erscheint sie zunächst härter, weil beim Erkalten der Röhre wieder Gasteile gebunden worden sind. Man muß dann die Röhre zunächst regenerieren oder auch etwas überbelasten, bis wieder der alte Härtegrad hergestellt ist.

Hat man beispielsweise festgestellt, daß eine kleine Therapie-Röhre von Burger bei 0,6 Milliampère und 6 cm paralleler Funkenstrecke sich 5—10 Minuten konstant hält

und daß der Härtegrad beispielsweise 6 Wehnelt beträgt, so eicht man sie, indem man die Reagenztablette auf ein Stück Bleiblech legt und dann die Röhre darüber so aufstellt, daß sich die Tablette genau unter dem Antikathodenspiegel mindestens 1 cm von der Glaswand entfernt befindet. Dann wird 5 Minuten lang bestrahlt und nachgesehen, wie weit die Färbung vorgeschritten ist, dann wird wieder, diesmal aber nur 2—3 Minuten bestrahlt usw., bis die der Teinte B entsprechende Färbung erreicht ist. Je näher man der Teinte B kommt, desto kürzere Zeit darf die Röhre eingeschaltet werden, damit die Teinte B nicht plötzlich überschritten ist. Braucht man beispielsweise unter den oben angegebenen Betriebsverhältnissen 10 Minuten, um die Teinte B zu erreichen, so weiß man, daß man die Haut in der doppelten Fokus-Tabletten-Entfernung 10 Minuten bestrahlen muß, wenn man eine Erythemdosis (1 E.-D.) applizieren will, 5 Minuten, wenn man  $\frac{1}{2}$  E.-D., und 2,5 Minuten, wenn man  $\frac{1}{4}$  E.-D. geben will. Man kann also jede beliebige Teildose lediglich nach der Expositionszeit bestimmen. Im Interesse der Röhrenschonung wird man in den relativ seltenen Fällen, in welchen 1 E.-D. erforderlich ist, diese Dosis nicht in einer Sitzung geben, sondern auf 2 oder 3 Sitzungen verteilen.

Auch für die Tiefenbestrahlung eicht man die Röhren in derselben Weise, nur muß man sich darüber klar sein, daß man dann immer etwas länger bestrahlen kann, da das Radiometer von Sabouraud und Noiré nur für eine Strahlung von etwa 5—7 Wehnelt verläßlich ist, und man bei härterer Strahlung unterdosiert. Filtriert man die Strahlen, wie das in der Tiefentherapie heute allgemein üblich ist, so muß die Tablette bei der Ausdosierung mit dem entsprechenden Filtermaterial bedeckt sein. Befindet sich das Aluminiumfilter vor der Blendenöffnung des Schutzkastens, so kann man die Tablette einfach auf das Filter, natürlich auf die der Glaswand abgewandte Seite des Filters durch einen Leukoplaststreifen festkleben.

Das Müllersche Rapid-Rohr wird man, wenn es bei 10 Wehnelt nicht mindestens eine Belastung von 2 Milliampère verträgt, ohne weicher zu werden, erst einmal bei dieser oder auch etwas stärkerer Belastung laufen lassen, bis Schließungslicht auftritt oder bis das Kühlwasser ins Kochen gerät. Dann gießt man das heiße Wasser aus, indem man den Schutzkasten, in welchem sich die Röhre

befindet, in entsprechender Weise neigt, bis auf einen kleinen Rest, so daß etwa das untere Drittel des Kühlrohres noch mit heißem Wasser gefüllt ist. Dann bringt man den Schutzkasten wieder in seine alte Lage und füllt nun kaltes Wasser mindestens bis zur Hälfte der am oberen Teil des Kühlrohres befindlichen Glaskugel nach. Belastet man dann die Röhre wieder so wie beim ersten Einschalten, so wird sie zunächst etwas weicher erscheinen als sie im Anfang war, weil durch die starke Erwärmung des Antikathodenmetalls infolge der Ueberbelastung Gasmengen in das Innere der Röntgenröhre entwichen sind. Diese Gasmengen werden aber beim Stromdurchgang rasch wieder verbraucht, ohne daß die entgaste Antikathode wieder neues Gas abgibt, die Röhre stellt sich in einigen Sekunden wieder auf ihren alten Härtegrad ein und hält sich nun auch bisweilen schon für längere Zeit konstant. Tut sie das jetzt nicht, so muß man eben die Prozedur des Ueberbelastens und Wasserwechselns noch zwei- oder dreimal wiederholen und wird dann schließlich eine Konstanz für längere Zeit (mindestens 10 Minuten) erzielen. Dieses „Training“ der Röhren führt also dazu, daß die Antikathode auch bei kräftiger Belastung nicht so leicht Gas abgeben kann, da ja die überschüssigen Gasmengen durch die Ueberbelastung aus dem Antikathodenmetall herausgetrieben sind, es verhindert also die Hauptgefahr des zu raschen Weicherwerdens der Röhre. Natürlich wird man auch eine derartig trainierte Röhre nicht beliebig lange einschalten können. Nach einer bestimmten Zeit wird doch wieder etwas Gas abgegeben werden. Dann muß entweder das Kühlwasser in der oben geschilderten Weise erneuert werden oder aber die ganze Röhre mit einer Luftdusche energisch abgekühlt werden, was in ein paar Sekunden erreicht ist. Lediglich diese Abkühlung der Glaswand genügt dann meist, den alten Härtegrad wieder herzustellen, da beim Abkühlen der Röhre die bei der Erwärmung freigewordenen Gasmengen wieder gebunden werden. Das Wasser kann sogar zum Kochen kommen, und trotzdem hält sich die Röhre konstant, wenn man nur von Zeit zu Zeit ausschaltet und durch den Luftstrom der elektrischen Dusche für eine Abkühlung der Glaswand sorgt. Daraus folgt, daß nicht nur die Erwärmung der Antikathode, sondern auch die Erwärmung der Glaswand zum Weicherwerden der Röhre führt, und daß bei gut trainierten Röhren die Abkühlung

der Glaswand allein genügt, um sie für längere Zeit konstant zu halten. Die Röhren gewöhnen sich gleichsam an einen bestimmten Härtegrad und an eine bestimmte Belastung; man soll daher an beiden für möglichst lange Zeit nichts ändern, also nicht etwa Tiefen-Therapie-Röhren für Oberflächenbestrahlung benutzen, indem man sie mittels der Regeneriervorrichtung weicher macht und dann in entsprechender Weise anders belastet. Je älter eine Röhre wird, desto besser hält sie sich konstant, desto geringer wird die Gefahr des Weicherwerdens und desto kräftiger kann man sie belasten.

Bei jeder Aenderung der Belastung ist natürlich von neuem eine Ausdosierung der Röhre erforderlich. In der Regel kann man aber eine gut trainierte Röhre wochen-, mitunter auch monatelang konstant halten, ohne an der Belastung etwas ändern zu müssen. Eine Verstärkung der Belastung ist erst dann erforderlich, wenn die Röhre bei der bis dahin angewandten Belastung — auch bei längerem Betrieb — ständig die Neigung zeigt, härter zu werden. Das ist dann eben ein Zeichen dafür, daß für eine so alte Röhre die bis dahin passende Belastung zu schwach, jedenfalls nicht mehr die „optimale“ ist.

Die hier skizzierte Methode der Röhreneichung erscheint vielleicht beim Lesen etwas schwieriger und umständlicher, als sie in der Praxis tatsächlich ist. Sie bietet jedenfalls den Vorteil, daß man seine Röhren für Monate unter den gleichen Betriebsverhältnissen konstant halten kann, jederzeit über ihre Wirksamkeit orientiert ist und sich die kostspielige und umständliche Anwendung eines direkten Dosimeters bei jeder einzelnen therapeutischen Sitzung erspart. Sie bietet ferner die einzige Möglichkeit, Dosierungsfehler, welche durch die wechselnde Dicke der Glaswand bedingt sein können, mit Sicherheit zu vermeiden, da man ja bei der Eichung die Tablette an der Stelle der Glaswand anbringt, an welcher das therapeutische Strahlenbündel austritt. Im übrigen werden die modernen Röhren — wenigstens für tiefentherapeutische Zwecke — mit so gut entgasten Metallteilen geliefert, daß ein besonderes „Training“ meist gar nicht erforderlich ist. Besonders leicht ist die Behandlung der Coolidge-Röhre, die man bei jedem gewünschten Härtegrad konstant halten kann und die wohl bald alle anderen Röhrentypen verdrängen wird.

## Die Erythem-Grenze bei den verschiedenen Strahlenqualitäten.

Um dosieren zu können, müssen wir wissen, wo bei den verschiedenen Strahlenqualitäten die Erythem-Grenze liegt, da wir diese keinesfalls überschreiten dürfen, wenn es sich um Bestrahlungen handelt, bei denen auch normale Haut in den Bereich des Strahlenkegels kommt, wie das ja fast immer — sowohl bei der Oberflächen- wie bei der Tiefenbestrahlung — der Fall ist.

Ein Ueberschreiten der „Erythem-Dosis“ ist nur gestattet bei malignen Tumoren, wofern der Strahlenkegel nur das Tumorgewebe trifft.

Bei der in der Oberflächentherapie gebräuchlichen mittelweichen Strahlung (5—7 Wehnelt) entspricht nun 1 S.-N. der Erythem-Dosis (E.-D.). Es handelt sich bei allen Dosimetern immer nur um die Bestimmung einer Oberflächendosis, die ihren sichtbaren Ausdruck in einer Bräunung oder Rötung der Haut findet. Da nun — wie gesagt — die Reagentablette von jeder Strahlenqualität mehr absorbiert als die durchlässigere Haut, so wird sie bei einer härteren, penetrationsfähigeren Strahlung schon 1 S.-N. anzeigen, wenn die durchlässigere Haut noch lange nicht den gleichen Bruchteil wie von einer weniger penetrierenden, mittelweichen Strahlung absorbiert hat. Mit anderen Worten: will man bei einer harten Strahlung die gleiche Oberflächendosis wie bei einer mittelweichen zur Absorption bringen, so muß man entsprechend höhere Dosen applizieren.

Nach meinen klinischen Erfahrungen liegt die Erythem-Grenze:

Für eine Strahlung von	5—7 Wehnelt	bei	$\frac{3}{4}$ S.-N.
„ „ „ „	10—12	„ „	$1\frac{1}{2}$ S.-N.
„ „ „ „	10—12	„ „	2 S.-N.
	$\left\{ \begin{array}{l} + 1 \text{ mm Alumi-} \\ \text{niun-Filter} \end{array} \right\}$		
„ „ „ „	10—12 Wehnelt	„ „	3 S.-N.
	$\left\{ \begin{array}{l} + 3 \text{ mm Alumi-} \\ \text{niun-Filter} \end{array} \right\}$		

Das heißt: wenn man die bei den verschiedenen Härtegraden und den verschiedenen Filtern angegebenen

S.-N.-Dosen appliziert, wird man immer dicht unter der „Erythem-Dosis“ geblieben sein.

Nun hat zwar Iselin nach Filtration durch 1 mm Aluminium und häufiger Applikation von 1 S.-N. in Pausen von einigen Wochen ganz ausnahmsweise mal mehrere Monate später ein Ulcus (sogen. Spät-Ulcus) beobachtet, ohne daß jemals ein Erythem vorangegangen war. Aber diese Fälle sind eben Ausnahmen, die nach meiner Uebersetzung durch eine besondere Empfindlichkeit des Gefäßsystems zu erklären sind. Die Dinge liegen hier wohl ähnlich wie bei der allerdings harmlosen „Frühreaktion“.

In der Praxis werden wir jedenfalls die Erythem-Grenze auch bei der harten filtrierten Strahlung, und zwar noch mehr als bei der unfiltrierten Strahlung zu respektieren haben und ihre Ueberschreitung vermeiden. Denn wir müssen uns immer vergegenwärtigen, daß bei gleicher Oberflächendosis die Tiefenwirkung um so stärker ist, je mehr die Strahlen penetrieren. Wenn wir aber die Erythem-Grenze nicht überschreiten, so können wir es auch für die harte filtrierte Strahlung als Regel betrachten, daß dann Spätschädigungen ausbleiben.

Natürlich kann auch durch Häufung harter filtrierter Strahlendosen, die unter der Erythem-Grenze liegen, eine Spätschädigung der Haut zustande kommen. Wir müssen also zwischen die einzelnen Sitzungen hinreichend lange Pausen einschieben, nach Applikation der oben angegebenen Maximaldosen ca. 4 Wochen abwarten.

Statt der „Leicht-Filter“ (z. B. Aluminium) werden neuerdings auch „Schwer-Filter“ (z. B. dünne Bleiplatten) vorgeschlagen. Die Strahlung wird dadurch noch härter (cf. auch den Abschnitt: Methodik der Tiefenbestrahlung, S. 138) und die Erythem-Grenze rückt natürlich noch höher. Bei wieviel S.-N. sie liegt, darüber sind noch keine Versuche angestellt, weil die Schwerfiltertherapie bisher noch nicht genügend erprobt ist.

---

## Desensibilisierung und Sensibilisierung für Röntgenstrahlen.

Aus klinischen Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen geht hervor, daß die Röntgenempfindlichkeit eines Gewebes von seiner Stoffwechselgröße abhängig ist; je größer der Stoffwechsel, desto größer die Radio-sensibilität.

Diese Tatsache veranlaßte Schwarz, die Röntgenempfindlichkeit der Haut dadurch zu vermindern, daß er ihren Stoffwechsel herabsetzte. Das erreichte er durch anämisierende Kompression der Haut mittels Holzplättchen.

Wenn er auf dem behaarten Kopf zwei kleine, nebeneinander gelegene Stellen, die eine mit, die andere ohne Kompression bestrahlte, so trat nur auf der nicht komprimierten — während der Bestrahlung natürlich mit einem gleichen Holzplättchen lose bedeckten — Stelle Haarausfall ein (Münch. med. Wochenschr. 1909, Nr. 24).

Diese Experimente veranlaßten mich nun, Versuche darüber anzustellen, wie hoch man die Röntgenstrahlendosis bei Kompression der Haut wählen kann, ohne die Haut in irgend einer Weise zu schädigen, und darüber, ob man durch Erhöhung des Stoffwechsels die Haut für Röntgenstrahlen sensibilisieren kann.

### I.

29. VI. 09. Röntgenbestrahlung, wie in Abb. 33 skizziert ist. Es wurde dieser Versuch an dem Mittelfinger der linken Hand eines Bekannten — natürlich mit dessen Einwilligung — vorgenommen. Das erste Fingerglied befand sich unter normalen Verhältnissen, das zweite war stark komprimiert, das dritte gestaut, so daß es blaurötlich aussah und sich kalt anfühlte.

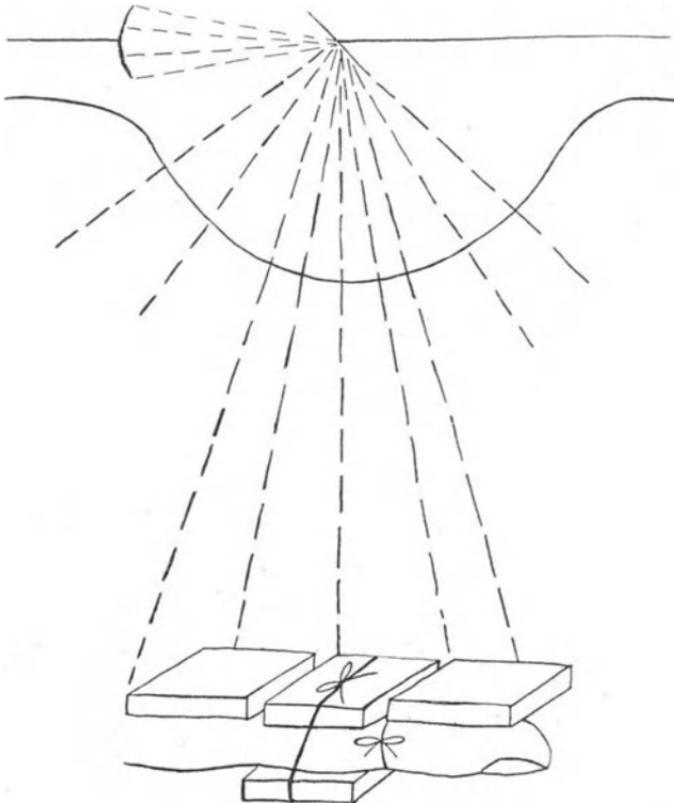
Die übrigen Finger, die Innenfläche der Hand und der Arm waren durch Bleiblechplatten abgedeckt.

Zur Bestrahlung wurde eine Burgersche Therapie-Zentralröhre verwendet, welche bei 0,8—0,6 Milliampère und 6—8 cm paralleler Funkenstrecke in mittelweichem Zustande (5—7 der Wehnelt'schen Härteskala) und einer Fokus-Hautdistanz von 16 cm die Erythemdosis in 10 Minuten gab.

Es wurde die ganze Beugefläche des linken Mittelfingers 20 Minuten bestrahlt, also die doppelte Erythemdosis (2 E.-D.) appliziert.

12. VII. 09. Erythem an der Beugefläche des 1. und 3. Fingergliedes. Das Mittelglied zeigt eine ovale Partie normaler Haut an der komprimiert gewesenen Stelle.

Fig. 33.



Röntgenbestrahlung der Beugefläche des linken Mittelfingers; Mittelglied zwischen 2 Holzplättchen stark komprimiert; Endglied durch einen in der Furche zwischen Mittel- und Endglied festgeschnürten Faden gestaut; Anfangsglied unter normalen Verhältnissen, mit einem gleichen Holzplättchen ebenso wie das Endglied lose bedeckt.

14. VII. 09. Blaurote Verfärbung und Blasenbildung an der Beugeseite des 1. Fingergliedes, nur noch schwaches Erythem an der Beugeseite des 3. Fingergliedes. Komprimierte Partie des

Mittelgliedes normal, nur die nicht komprimierte Umgebung gerötet und geschwollen.

18. VII. 09. Blasige Abhebung der Oberhaut im ganzen Bereiche der nichtgestauten und nicht komprimierten Haut. Komprimierte Partie des Mittelgliedes völlig normal, gestaute Haut des 3. Fingergliedes kaum noch gerötet.

23. VII. 09. Schwellung und Rötung fast ganz verschwunden; Eröffnung der Blase. Leichte Schuppung an der Beugefläche des gestauten 3. Fingergliedes.

7. VIII. 09. Glatte Heilung, Haut normal.

1. VII. 10. Haut in der Furche zwischen 1. und 2. Glied des Mittelfingers etwas verdickt und schuppig, im Bereiche der früheren Reaktion 2. Grades Atrophie und Teleangiectasien.

## II.

19. VII. 09. Bestrahlung der Haut an der Beugeseite meines linken kleinen Fingers mit der Mininschen Lampe (hochkerzige Glühbirne mit Reflektor) so lange, bis die Hitze schmerzhaft empfunden wurde, unter Schutz des Anfangs- und Mittelgliedes des kleinen Fingers und der übrigen Teile der Hand durch feuchte Tücher.

Starke Hyperämie der Haut des Endgliedes. Röntgenbestrahlung des Mittel- und Endgliedes (Beugefläche) unter Abdeckung der Umgebung durch Bleiblechplatten mit der Burgerschen Therapie-Zentral-Röhre unter den in Versuch I geschilderten Betriebsverhältnissen; Härtegrad 5—7 der Wehneltischen Härte-Skala: Dosis:  $\frac{3}{4}$  E.-D.

26. VII. 09. Haut an der Beugeseite des Endgliedes stärker gerötet, schmerzhaft.

7. VIII. 09. Rötung der Haut an der Beugeseite des Endgliedes noch intensiver, geringe Schwellung, Schmerzhaftigkeit.

Mittelglied normal.

Die Haut in den Furchen zwischen Anfang- und Mittel-, und Mittel- und Endglied gleichfalls gerötet.

9. VIII. 09. Erythem im Abblassen. Mittelglied ohne Reaktion.

20. VIII. 09. Haut auch an der Beugeseite des Endgliedes wieder normal.

1. VII. 10. Normale Verhältnisse.

## III.

28. VII. 09. Bestrahlung einer viereckigen Hautstelle an der Beugeseite meines rechten Vorderarmes mit der Mininschen Lampe. Gleich darauf Erythem.

29. VII. 09. Erythem, der bestrahlten Partie genau entsprechend, noch vorhanden.

Röntgenbestrahlung eines Teils der erythematösen Partie und eines Teils der angrenzenden normalen Haut, wie in dem vorigen Versuch. Dosis:  $\frac{3}{4}$  E.-D.

Fig. 34.



Erklärung zu Fig. 34.

Mittelfinger ca. 3 Wochen nach der Röntgenbestrahlung. Blasige Abhebung der Oberhaut im ganzen Bereich der während der Bestrahlung nicht komprimierten und nicht gestauten Haut. Am Mittelglied eine annähernd ovale, der komprimierten Stelle entsprechende Partie völlig normaler Haut. Die Haut des gestauten Endgliedes jetzt ebenfalls kaum noch gerötet. Die Blasenbildung schneidet oben, entsprechend der Umschnürungsstelle und unten, entsprechend dem Rande der Bleiplatte mit scharfer, gerader Linie ab.

---

30. VII. 09. Kräftiges Erythem auf der mit Glühlicht vorbehandelten Stelle, kaum sichtbare, schwache Rötung auf der angrenzenden normalen Partie.

7. VIII. 09. Status idem.

9. VIII. 09. Auf der nur mit Glühlicht bestrahlten Partie Bräunung und Abschuppung.

Auf der mit Glühlicht und Röntgenstrahlen behandelten Partie noch Erythem.

Auf der angrenzenden nur mit Röntgenstrahlen behandelten Haut ebenfalls Bräunung und ganz geringe Schuppung.

22. VIII. 09. Erythem auf der mit Glühlicht und Röntgenstrahlen behandelten Partie noch vorhanden.

Die beiden anderen, nur mit Glühlicht und nur mit Röntgenstrahlen behandelten Partien völlig normal.

31. VIII. 09. Bräunung und Schuppung auf der doppelt bestrahlten Partie.

1. VII. 10. Normale Verhältnisse.

IV.

28. VII. 09. 1 Uhr mittags: Bestrahlung einer sternförmigen Stelle an der Radialseite meines linken Vorderarmes mit Quecksilber-Licht.

6 Uhr nachmittags: Erythem an der sternförmigen Stelle. Röntgenbestrahlung einer kreisförmigen Stelle in der Weise, daß sie das sternförmige Licht-Erythem einschließt, wie in dem vorigen Versuch; Dosis:  $\frac{3}{4}$  E.-D. (s. Abb. 35).

29. VII. 09. Leichtes Erythem auf der kreisförmigen Stelle, zentraler Stern blasser.

30. VII. 09. Zentraler Stern stärker rot als die Umgebung.

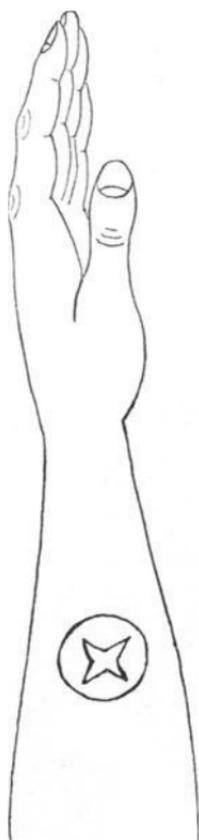
7. VIII. 09. Rötung der zentralen sternförmigen Partie hat weiter zugenommen, während die umgebende Rötung abgeblaßt ist.

22. VIII. 09. Die sternförmige Partie immer noch hochrot, die umgebende Rötung vollständig verschwunden.

31. VIII. 09. Auf der sternförmigen Partie Braunfärbung und Abschuppung, Umgebung normal.

1. VII. 10. Normale Verhältnisse.

Fig. 35.



Die sternförmige Stelle wurde zuerst mit Quecksilber-Licht bestrahlt, dann die kreisförmige, das Lichterythem einschließende Stelle mit Röntgenstrahlen.

V.

26. VII. 09. Auf der Streckseite meines rechten Vorderarmes wird eine viereckige Stelle mit einer 1%igen Eosinlösung gepinselt und unmittelbar darauf mit einer Burgerschen Therapie-Zentral-Röhre bestrahlt, desgleichen eine daneben befindliche — nicht gepinselte — sternförmige Hautpartie. Betriebsverhältnisse wie in den vorigen Versuchen; Dosis:  $\frac{3}{4}$  E.-D.

27. VII. 09. Leichtes Erythem an beiden Stellen.

7. VIII. 09. Status idem.

10. IX. 09. Erythem auf der nicht gepinselten Stelle stärker, Jucken.

15. IX. 09. Status idem.

20. IX. 09. Auf der nicht gepinselten Stelle ist das Erythem im Abblässen, auf der gepinselten völlig verschwunden.

29. IX. 09. Beide Stellen normal.

1. VII. 10. Die sternförmige Stelle hebt sich auch heute noch durch eine leichte Pigmentierung von der umgebenden Haut ab.

Aus Versuch I folgt also, daß man die Empfindlichkeit der Haut durch gut ausgeführte Kompression soweit herabsetzen kann, daß Röntgenstrahlen-Dosen, welche auf der nicht komprimierten Haut eine Reaktion 2. Grades (Rötung, Schwellung, Blasenbildung) erzeugen, völlig wirkungslos bleiben.

Möglich, daß man die Dosis sogar noch größer wählen kann.

Diese Tatsache ist von Bedeutung für die Bestrahlung tiefelegener Tumoren und anderer Krankheitsprozesse, da man nunmehr durch Kompression der Haut imstande ist, sehr viel mehr Röntgenstrahlen in die Tiefe zu bringen. Praktisch durchführbar ist die Kompression mittels eines Tubus, dessen untere Oeffnung durch eine Holz- oder Aluminiumplatte abgeschlossen ist oder

auch nach dem Vorschlage von Schwarz (6. Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesellschaft, 1910) durch eine Gummibinde, welche besonders für die Extremitäten geeignet ist.

Aehnlich wie die Kompression, wenn auch nicht ganz so stark „desensibilisierend“, wirkt die Stauung.

Von vornherein erwartete ich eigentlich die entgegengesetzte Wirkung, nämlich eine Erhöhung der Röntgen-Empfindlichkeit durch die Stauung.

Ich sagte mir, daß es durch Erhöhung des Stoffwechsels der Haut, z. B. infolge stärkerer Durchblutung, durch eine passive Hyperämie gelingen müßte, die Haut für Röntgenstrahlen zu „sensibilisieren“, gerade so gut, wie wir sie durch Herabsetzung ihres Stoffwechsels „desensibilisieren“ können.

Nun wirkt aber die Stauung durch Behinderung der Zirkulation offenbar auch in dem Sinne, daß sie den Stoffwechsel herabsetzt, also die Röntgen-Empfindlichkeit der Haut verringert, wie das ebenfalls aus Versuch I folgt.

Auch diese Tatsache könnte eine praktische Bedeutung haben bei der Bestrahlung gichtischer, rheumatischer oder tuberkulöser Gelenkerkrankungen oder der Osteo-Sarkome, da man durch die Stauung hier die Radiosensibilität der Haut herabsetzen kann.

Dagegen gelingt es, durch aktive Hyperämie die Radiosensibilität der Haut zu erhöhen, schon eine vorübergehende Wärme-Hyperämie wirkt in dem Sinne, daß eine unter der Erythemdosis liegende Strahlenmenge nur auf der hyperämisierten Hautpartie, nicht aber auf der normalen Haut, ein typisches Röntgen-Erythem hervorruft, wie das Versuch II zeigt.

In gleicher Weise „sensibilisierend“ wirkt nun ein Erythem, das durch Wärmestrahlung (Glühlicht) oder Ultraviolett-Strahlung (Quecksilberlicht) hervorgerufen ist, wie das aus Versuch III und IV hervorgeht.

Daß die stärkere Reaktion auf der mit Glühlicht oder Quecksilberlicht vorbehandelten Hautpartie nicht etwa durch Summation von 2 Reizen (Wärme- resp. Licht- + Röntgen-Reaktion) zu erklären ist, dürfte wiederum aus Versuch II zu folgern sein, welcher zeigt, daß gar kein Erythem, sondern nur eine vorübergehende, kräftigere Durchblutung der Haut erforderlich ist, um die Röntgen-Empfindlichkeit an dieser Stelle erheblich zu steigern.

Bei allen Hautaffektionen, welche sich gegen Röntgenstrahlen allein refraktär erweisen, dürfte demnach ein Versuch mit Sensibilisierung durch vorangehende Hyperämisierung mittels Licht, Hochfrequenzentladungen oder chemischer Irritantien am Platze sein. Ebenso ist Hyperämisierung zu empfehlen bei allen Affektionen, welche erfahrungsgemäß nur auf große Strahlendosen reagieren.

Die Kombination von Hochfrequenzströmen und Röntgenstrahlen ist übrigens schon 1902 von Eijkmann und dann wieder 1910 speziell bei hartnäckigen Psoriasisformen von Frank Schultz empfohlen worden, ohne daß diese Autoren aber eine Erklärung für die bessere Wirkung dieser Kombination geben konnten.

Schwieriger wird das Problem der Sensibilisierung bei tiefer gelegenen Krankheitsprozessen, insbesondere bei den malignen Tumoren. Zu diesem Zwecke habe ich als erster die Thermopenetration in Vorschlag gebracht, aber nicht zur Zerstörung der Tumoren, wie das auch schon empfohlen und erprobt worden ist, sondern nur zur Hyperämisierung der Tumormassen, welche eine Steigerung der Radiosensibilität zur Folge haben soll.

Zwar hat die Methode etwas Mißliches; hat man beispielsweise einen Tumor „durchwärmt“, indem man an zwei gegenüberliegenden Stellen längere Zeit die Elektroden angelegt hat, so sind diese Hautstellen für Röntgenstrahlen sensibilisiert. Man beraubt sich also dadurch des Vorteils der Bestrahlung von mehreren Seiten, wenn man diese Partien nicht gerade wieder anämisieren und dadurch desensibilisieren kann. Außerdem dürfte die Methode doch vorzugsweise nur für die wirklich unmittelbar unter der Haut gelegenen Tumoren (Mammakarzinom, Lymphosarkom) in Frage kommen. Bei den tiefer im Abdomen oder im Thorax gelegenen Geschwülsten ist es doch fraglich, ob dies Verfahren ohne Gefahr für die benachbarten Organe (Leber, Nieren, Lunge, Herz) ist; erstens könnte durch die Thermopenetration selbst eine Schädigung stattfinden, und zweitens werden natürlich auch die genannten Organe für Röntgenstrahlen sensibilisiert.

Experimentell ist Steigerung der Radiosensibilität durch vorangehende Thermopenetration für die Kaninchenhoden von Bering und Meyer festgestellt worden (Münch. med. Wochenschr. 1911, Nr. 19).

Ob es übrigens bei refraktären malignen Tumoren

immer gelingt, durch Thermopenetration die Radiosensibilität zu steigern, dürfte noch fraglich sein. Denn die Ursache für das refraktäre Verhalten könnte doch auch in der Zelle selbst und nicht in einer mangelhaften Durchblutung des Tumors liegen.

In systematischer Weise praktisch angewandt wird die Kombination von Thermopenetration und Röntgenbestrahlung zur Zeit von Christoph Müller (Immenstadt).

Während also die Sensibilisierung der malignen Tumoren sich bisher noch im Versuchsstadium befindet, hat die Desensibilisierung der Haut durch Kompression schon eine größere praktische Bedeutung gewonnen.

Eine weitere Möglichkeit der Desensibilisierung ist die Anämisierung durch Injektion einer Adrenalin-Lösung, die von Reicher und Lenz angegeben worden ist (Röntgen-Kongreß, April 1911), da ja die gleichmäßige Kompression der Haut an manchen Stellen auf Schwierigkeiten stößt, z. B. über dem Larynx, an den seitlichen Halspartien, in der Supraklavikular- und Axillargegend.

Die spezielle Technik ist folgende: Eine 2 ccm fassende Rekord-Spritze wird ausgekocht und zwar ohne Sodazusatz, da Soda leicht eine Zersetzung des Adrenalins zur Folge hat, die sich durch eine Violettfärbung der hellgelben Lösung zu erkennen gibt. Dann zieht man durch die Kanüle 0,2—0,3 ccm der Adrenalin-Lösung 1 : 1000 (Parke, Davis & Co.) in die Spritze. Da diese Zweizehntel-Teilung besitzt, muß sie also bis zum 2. Teilstrich mit der Adrenalin-Lösung gefüllt sein; dann zieht man 8—10 weitere Teilstriche von folgender Lösung nach:

Novocain 0,5, Physiol. Kochsalzlösung 0,8%ig 100,0.

Die Adrenalin-Lösung 1 : 1000 wird also noch durch das 8- bis 10fache Quantum einer Novocain-NaCl-Lösung verdünnt, und diese Mischung in die mit Aether oder Benzin gereinigte Haut injiziert.

Nach meinen Erfahrungen an ca. 50 Fällen ist es zweckmäßig, möglichst oberflächlich zu injizieren, weil sich die Anämie dann leichter erzielen läßt, als wenn man in tiefere Hautschichten injiziert. Es lassen sich leicht ca. handtellergroße Flächen anämisch machen. Am besten geht man so vor, daß man zunächst eine Quaddel setzt, dann aber nicht — wie bei der Lokalanästhesie — in den Rand der Quaddel injiziert, sondern die nächste Injektion ca. 2 cm von der ersten Einstichstelle entfernt macht, weil sich die Anämie von der Quaddel aus noch weiter ausbreitet. Ich habe bisher noch nicht nötig gehabt, über 0,6 der Adrenalin-Lösung hinauszugehen, doch dürfte auch 1,0 dieser schwachen Lösung unbedenklich sein, wenn nicht gerade ein ausgesprochener Herzfehler vorliegt.

Die Einverleibung des Adrenalins ist übrigens auch auf elektrotherapeutischem Wege möglich.

Die gut anämisierte Haut verträgt die doppelte Erythemdosis, ohne daß eine Spätreaktion auftritt. Dagegen habe ich regelmäßig nach diesen großen Dosen Frühreaktionen gesehen, auch bei Patienten, die früher nach kleinen Dosen keine Frühreaktion bekamen, eine sehr merkwürdige Erscheinung, welche dafür spricht, daß die Frühreaktion durch genügend hohe Dosen bei jedem Menschen zu erzeugen ist, wie das auch schon auf anderem Wege Brauer (Ueber das Röntgen-Primärerithem, Deutsche Wochenschr., 1911, Nr. 12) und Albers-Schönberg (Die Lindemannröhre, Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstrahlen, 14. IX. 1911) gezeigt haben.

Demnach muß ich meine frühere, auch von Holzknacht geteilte Ansicht, daß die Frühreaktion ausschließlich bei Leuten mit sehr labilem Gefäßsystem auftritt, dahin berichtigen, daß das nur für kleine Strahlendosen ( $\frac{1}{3}$  E.-D. und weniger) zutrifft, welche gewöhnlich weder eine Früh-, noch eine Spätreaktion zur Folge haben, daß aber nach entsprechend großen Dosen anscheinend immer eine Früh- und natürlich auch eine Spätreaktion auftritt.

Daß beide prinzipiell von einander zu trennen sind, geht schon daraus hervor, daß die Adrenalinanämie wohl das Auftreten der Spätreaktion, nicht aber das Auftreten der Frühreaktion verhindert.

Im übrigen bin ich von der Anämisierung durch Adrenalin-Injektionen wieder vollständig abgekommen. Erstens entsprachen die Erfolge nicht den gehegten Erwartungen. Zweitens hat Iselin darauf hingewiesen, daß wir zu der gefäßschädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen noch die gleiche Wirkung des Adrenalins hinzufügen, so daß — trotz Ausbleibens der Erytheme — Atrophien und Teleangiektasien noch mehr zu befürchten sind. Die Erfahrung hat mir die Vermutung Iselins bestätigt.

Ich wende zum Zwecke der Anämisierung nur die Kompression an, und zwar fast ausschließlich bei Bestrahlungen des Abdomens. Hier ist die Kompression auch noch aus dem Grunde ganz besonders zweckmäßig, weil wir dadurch die Strahlenquelle den zu beeinflussenden Geweben in der Tiefe näher bringen und außerdem das Verhältnis der Oberflächendosis zur Tiefendosis verbessern, da ja durch die Kompression auch die Entfernung der zu beeinflussenden tiefgelegenen Organe von der Haut ganz erheblich verringert wird.

---

## Allgemeine Bestrahlungstechnik.

Man kann in der Röntgentherapie drei verschiedene Behandlungsmethoden unterscheiden: 1. die primitive Dosierungsmethode (Freund und Schiff), 2. die expeditiv Dosierungsmethode (Kienböck und Holzknacht), 3. die kombinierte Dosierungsmethode (H. E. Schmidt).

Erwähnt sei noch die Methode der heterogenen Röntgenbestrahlung (Sabat), welche auf der freilich noch nicht bewiesenen Hypothese beruht, daß Röntgenstrahlen verschiedener Qualität auch biologisch verschieden wirksam sind, und darin besteht, daß bei jeder Erkrankung Strahlen verschiedener Qualität appliziert werden, aus der Erwägung heraus, daß dann auf jeden Fall die bei der betreffenden Krankheit wirksamste Strahlung darunter sein muß.

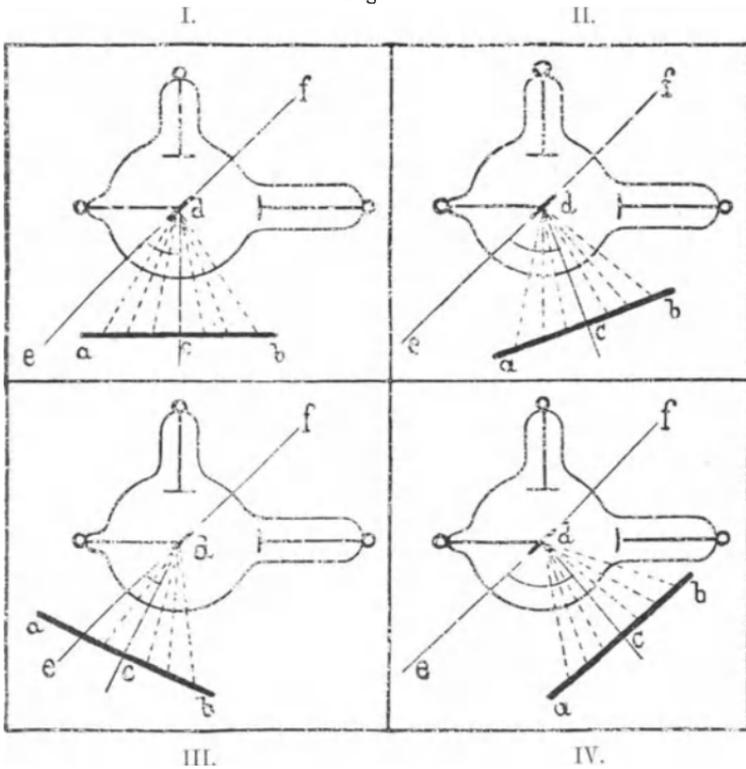
Die „primitive“ Methode bestand darin, daß man täglich oder alle 2 Tage kurze Bestrahlungen mit schwach belasteter harter Röhre applizierte, bis sich Zeichen der Reaktion (Haarlockerung, Rötung) einstellten. Die Methode ist unpraktisch, schleppend und irrationell wegen der falschen Belastung der Röhren und hat ihre Daseinsberechtigung mit der Erfindung brauchbarer Dosimeter verloren.

Die expeditiv Methode besteht in der Applikation einer Voll- oder Teildosis in einer Sitzung unter Kontrolle eines direkten Dosimeters.

Die kombinierte Methode besteht in der Applikation einer Voll- oder Teildosis, die eventuell auf mehrere Sitzungen verteilt wird, ohne direktes Dosimeter, aber mit einer Röhre, die einmal mittels eines direkten Dosimeters ausprobiert und dann immer unter den gleichen Betriebsverhältnissen gehalten wird, welche man mittels des Milliampèremeters und der parallelen Funkenstrecke, resp. des Qualimeters kontrolliert. Bezüglich der Einzelheiten dieser Methode und ihrer Vorteile vor der expeditiven Methode muß auf die Abschnitte „Vorrichtungen zur Kontrolle der Röhrenkonstanz“, „Strahlungsregionen der Röntgenröhre“, „Behandlung der Röntgenröhren“ und „Dosierung der Röntgenstrahlen“ verwiesen werden.

Was die Stellung der Röhre zur Haut anbelangt, so sind günstige Stellungen in Fig. 36 unter I und II an-

Fig. 36.

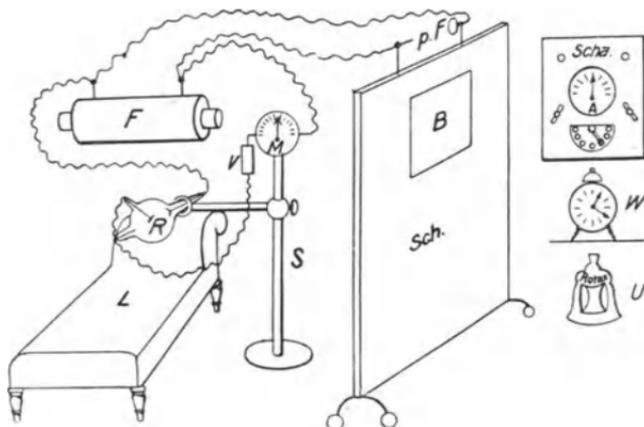


gegeben. Stellt  $ab$  das bestrahlte Objekt dar,  $cd$  die von dem Mittelpunkt des Antikathodenspiegels auf die Mitte der bestrahlten Fläche gefällte Senkrechte und  $ef$  die durch den Antikathodenspiegel gelegte Ebene, so ist die Stellung am zweckmäßigsten, wenn  $\sphericalangle edc$   $45^\circ$  bis  $65^\circ$  beträgt, unzulässig, wenn  $\sphericalangle edc$  kleiner (Fig. 36, III) ist, weil dann ein Teil der exponierten Fläche ( $ae$ ) gar nicht von Röntgenstrahlen getroffen wird, oder wenn  $\sphericalangle edc$  größer ist (Fig. 36, IV), weil das Glas der Röhre an der Übergangsstelle zum Kathodenhals immer besonders dick ist, also mehr Röntgenstrahlen absorbiert, so daß bei der in Fig. 36, IV skizzierten Stellung  $bc$  schwächer bestrahlt wird als  $ac$ . Natürlich muß der Antikathodenspiegel sich

gegenüber der Mitte der bestrahlten Fläche befinden. Stellung I dürfte die am meisten empfehlenswerte sein.

Was die Wahl des Instrumentariums anbelangt, so ist es schwer, da einen Rat zu geben. Ich persönlich bevorzuge den Induktor-Unterbrecher-Apparat, andere den Hochspannungsgleichrichter. Besonders die Gynäkologen arbeiten viel mit den unterbrecherlosen Apparaten.

Fig. 37.

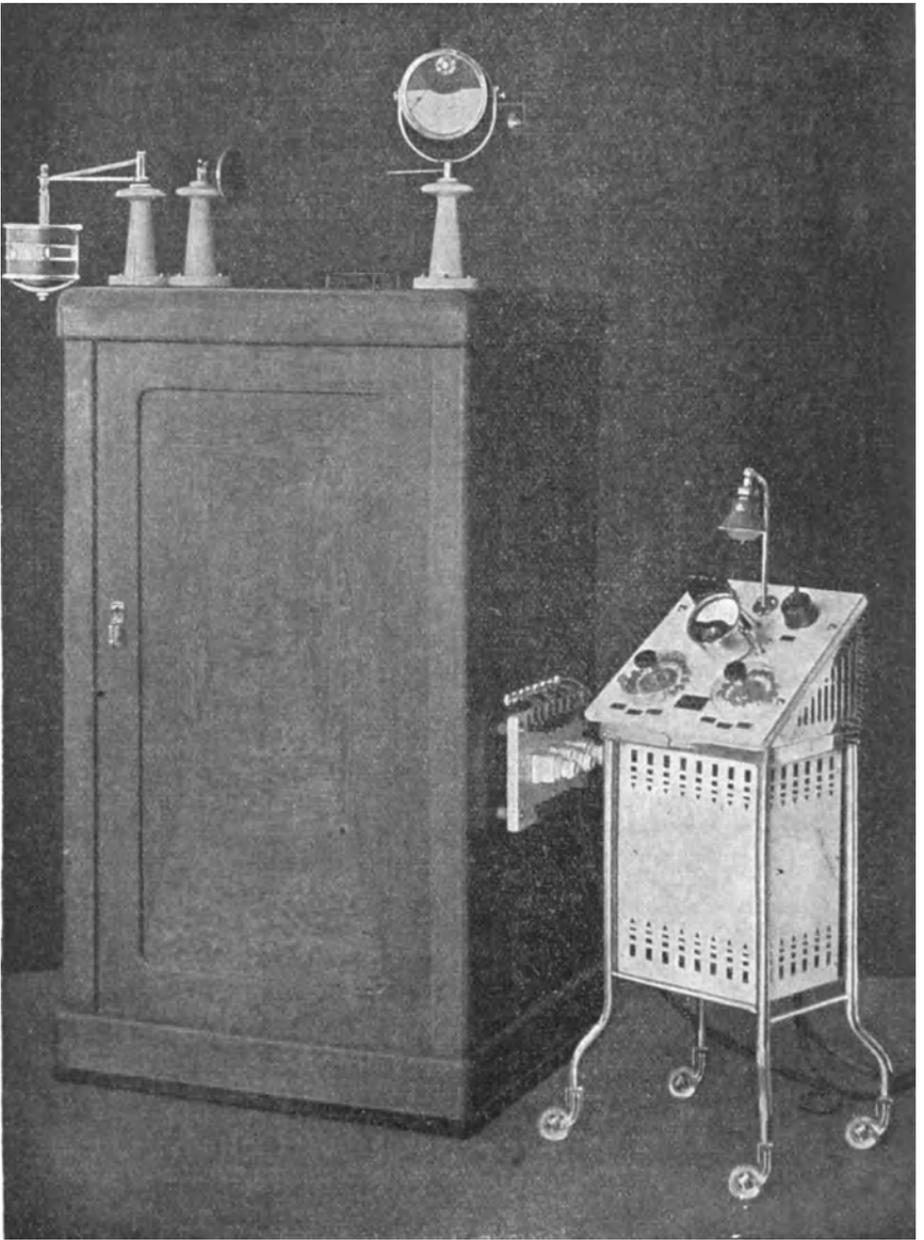


Schema einer einfachen Röntgen-Installation zu therapeutischen Zwecken.

- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| $F$ = Funkeninduktor.            | $B$ = Bleiglasfenster.  |
| $R$ = Röntgenröhre.              | $Sch$ = Schutzwand.     |
| $L$ = Lagerbett.                 | $Scha$ = Schalttableau. |
| $M$ = Milliampèremeter.          | $A$ = Ampèremeter.      |
| $V$ = Ventulfunkenstrecke.       | $W$ = Weckeruhr.        |
| $S$ = Stativ.                    | $U$ = Unterbrecher.     |
| $p.F$ = parallele Funkenstrecke. |                         |

Zur Zeit sind außer dem Rotax-Apparat der Sanitas besonders beliebt der Apex-Apparat der Firma Reiniger, Gebbert und Schall und der Reform-Apparat der Veifa-Werke, deren äußere Form aus den Abbildungen 38 und 39 ersichtlich ist. Doch liefern auch andere Firmen (Siemens und Halske, Polyphos, Klingelfuß u. a.) durchaus leistungsfähige, den modernen Ansprüchen genügende Apparate.

Fig. 38.



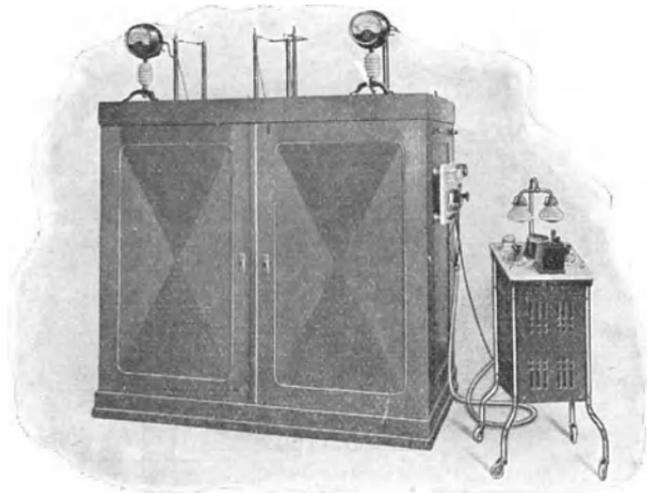
Apex-Apparat.

## Erklärung zu Fig. 38.

In dem Schrank befindet sich der Induktor und der Gas-Unterbrecher, auf dem Schrank das Milliampèremeter, das Qualimeter und die parallele Funkenstrecke.

Viel wichtiger ist die Röhrenfrage. Denn was nützt uns ein noch so belastungsfähiges Instrumentarium, wenn die Röhren die Belastung nicht aushalten? Der Wirkungsgrad eines Instrumentariums kann erst voll zur Geltung

Fig. 39.



Reform-Apparat.

kommen, wenn man eine Röhre benutzt, welche die großen Strom-Intensitäten der modernen Apparate auch verträgt. Eine möglichst kräftige Belastung ist aber besonders erwünscht für die Tiefentherapie, und man wird also hier Röhren bevorzugen, bei denen die Kühlung der Antikathode besonders energisch ist, zur Zeit also in erster Linie die Dura-Röhre und die Maximum-Röhre; an zweiter Stelle kämen — für etwas schwächere Belastung — die Helm-Röhre der „Watt“-A.-G., das Müllersche Rapid- und Penetrans-Rohr, das Wasserkühlrohr „Stabil“

(Fürstenau) und einige von Grisson konstruierte metallreiche Röhrentypen der Firma Erich u. Graetz in Betracht.

Für Oberflächentherapie dagegen genügen in den meisten Fällen Röhren mit schwacher Antikathode; besonders solche

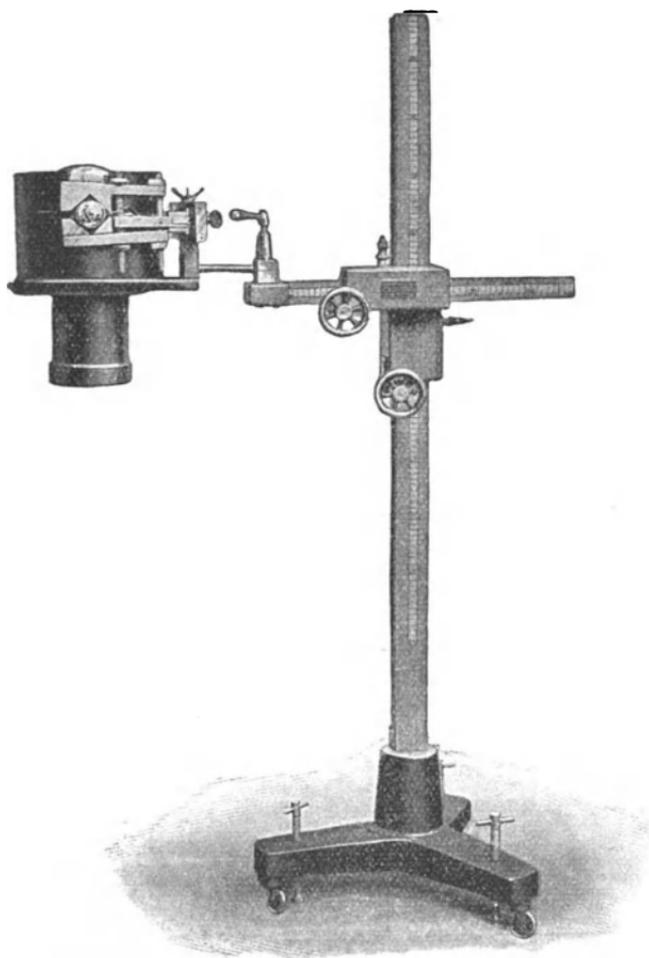
Fig. 40.



Müllersches Stativ.

mit kleinerem Kugeldurchmesser (Kleine Therapie-Röhre von Burger u. a.) sind zu empfehlen. Hier ist es sogar erwünscht, daß die Erythemdosis (1 S.-N.) nicht allzu schnell erreicht wird, da ja meist mit Bruchteilen der Voll-

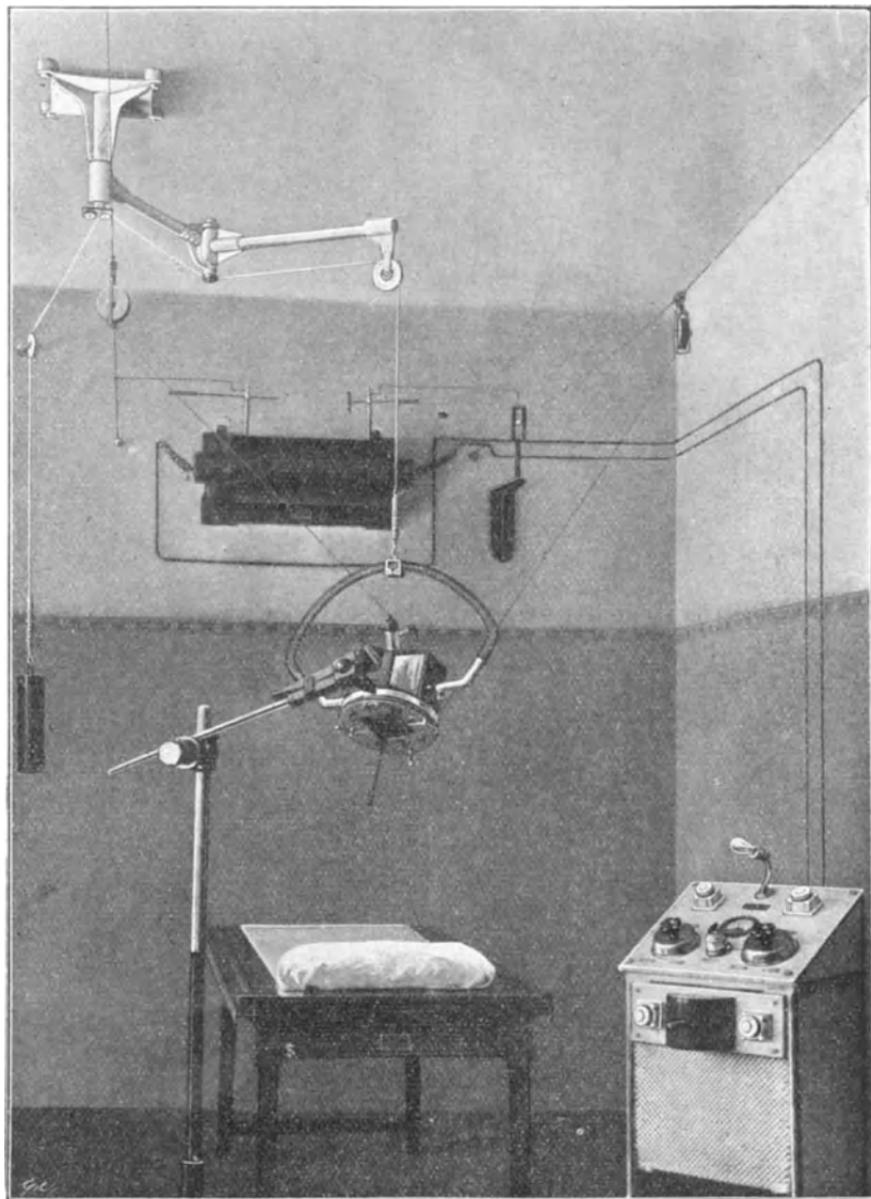
Fig. 41.



Lambertz-Stativ.

dosis,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  S.-N. gearbeitet wird, die man natürlich viel leichter exakt abmessen kann, wenn man längere Zeit (etwa 8—12 Minuten) zur Erzielung von 1 S.-N. braucht.

Fig. 42.



Holzknichts Schwebekästchen.

Wichtig ist auch ein gutes Stativ, das besonders die Fixierung der Röhre in jeder gewünschten Stellung gestatten muß. Dieser Forderung genügt z. B. das Müllersche Stativ (Fig. 40), nicht aber das sonst sehr stabile Lambertz-Stativ (Fig. 41), das erst brauchbar wird, wenn man sich das sehr primitive Gelenk, welches zur Verstellung des Schutzkastens dient, durch ein gutes doppeltes Kugelgelenk ersetzen läßt. Besondere Stative für Vaginal-Bestrahlungen sind im allgemeinen überflüssig. Eigenartig und jedenfalls eine große Beweglichkeit sowie die Fixierung der Röhre in jeder gewünschten Stellung gestattend ist das Holzknechtische Schwebe-Kästchen (Fig. 42).

Die Inbetriebsetzung des Röntgen-Instrumentariums erfolgt von einem Tableau oder Schalttisch aus, auf welchem sämtliche Vorrichtungen zur Einschaltung, Regulierung und Messung des primären Stromes und zur Einschaltung des Unterbrechers angebracht sind.

Die Kabel, welche von den Polen des Induktors zur Röhre führen, müssen straffgespannt gehalten werden. Das wird am besten durch kleine Metallhülsen erreicht, in welche die Kabelbänder — ähnlich wie die bekannten Meßbänder — durch Vermittelung einer Feder zurückschnellen, sowie sie von der Röhre abgenommen werden.

Praktisch ist eine Uhr mit Lätewerk, welche — in den primären Stromkreis eingeschaltet — so eingestellt werden kann, daß sie je nach der gewünschten Minutenzahl schlägt, dadurch das Zeichen für den Schluß der Sitzung gibt und gleichzeitig den Strom ausschaltet (Gochtsche Weckeruhr).

Am zweckmäßigsten ist es, wenn die Patienten während der Bestrahlung liegen, und zwar auf einem möglichst bequemen Ruhebett. Nur bei Bestrahlung der Hände und Arme muß der Patient sitzen. Auch bei Bestrahlung des behaarten Kopfes ist sitzende Stellung des Patienten zweckmäßig. Natürlich muß die Haut in der Umgebung der belichteten Partie vor der Wirkung der Röntgenstrahlen geschützt werden, wenn Erythemdosen verabfolgt werden. Das geschieht am besten durch Bleiblechplatten, welche bei mittelweicher Strahlung nicht dicker als  $\frac{1}{2}$  mm zu sein brauchen, um einen genügenden Schutz zu gewähren. Bei sehr harter filtrierter Strahlung empfiehlt sich zur Abdeckung Bleiblech von 1 mm Dicke. Bei Lagerung der Patienten ist eine besondere Befestigung der Bleifolien durch Bänder

im allgemeinen entbehrlich. Vaginale Bestrahlungen macht man am besten auf einem gewöhnlichen Untersuchungsstuhl mit Beinstützen. Besondere „gynäkologische Bestrahlungstische nach Dr. X oder Prof. Y“ sind jedenfalls entbehrlich.

Exakte Abdeckung ist nur bei kräftigen Bestrahlungen (1 E.-D.), z. B. bei *Ulcus rodens* und zirkumskripten Lupusherden, also Affektionen, die auf jeden Fall mit Narbenbildung abheilen, und die darum zweckmäßigerweise von vornherein stark bestrahlt werden, erforderlich.

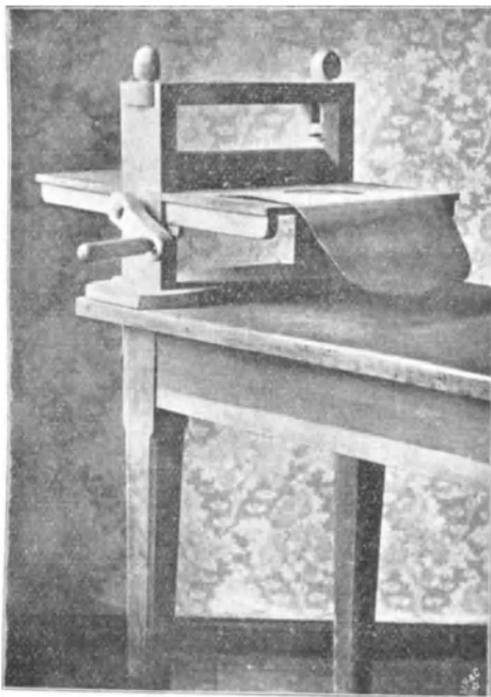
Bei anderen Erkrankungen, wie *Acne vulgaris*, *Psoriasis*, Ekzem, *Seborrhoe*, die ja erfahrungsgemäß auf kleine Strahlendosen reagieren, wird man gerade im Gesicht möglichst wenig abdecken, am besten nur den behaarten Kopf und die Augen, letztere mittels ovaler Bleiblechplättchen, die man mit Leukoplast an der Haut fixiert. Denn auch bei halben Erythemdosen kann es manchmal zu lange anhaltenden Bräunungen der Haut kommen, die sehr störend wirken, wenn sie — infolge scharfer Abdeckung — scharf begrenzt sind, dagegen gar nicht auffallen, wenn sie ganz allmählich in das normale Hautkolorit übergehen.

Außer 2 Bleiblechen (ca.  $30 \times 30$  cm) mit Ausschnitt für den Hals, die zweckmäßig auch zur Abdeckung des behaarten Kopfes bei Bestrahlung des Gesichtes Verwendung finden können, braucht man noch für kleinere Herde eine Anzahl Platten mit kleineren Ausschnitten, etwa von Pfennig-, Mark- und Talergröße.

Das Bleiblech ist in der angegebenen Dicke leicht schneidbar und besitzt vor allem Plastizität, so daß es sich den Formen des Körpers anschmiegen läßt, was man von den bleihaltigen Gummischutzstoffen (Müller), die außerdem sehr viel mehr Röntgenstrahlen hindurchlassen, nicht sagen kann. Bleiintoxikationen habe ich niemals beobachtet. Das Bleiblech hat in dünneren Schichten den einen Nachteil, daß es nach häufigem Gebrauche an den am meisten gebogenen Stellen brüchig werden kann. Holzknecht hat aus diesem Grunde Bleiblech von verschiedener Dicke ( $\frac{1}{4}$ —2 mm) auf beiden Seiten mit Kautschuküberzug versehen lassen. Dieses Bleiblech mit Kautschuküberzug ist aber sehr teuer wegen der Schwierigkeit der Herstellung; außerdem bricht es in dünneren Schichten gerade so leicht wie gewöhnliches Bleiblech. Ich benutze daher nach wie vor das einfache, billige Bleiblech, dessen

Haltbarkeit ich dadurch verlängere, daß ich es von Zeit zu Zeit zwischen zwei Holzwalzen (cf. Fig. 43), wie sie jeder Tischler herstellt, glätte. Zu diesem Zwecke genügt auch ein runder Holzstab oder eine „Nudelwalze“, wie sie von den Frauen in der Küche benutzt wird. Unter die

Fig. 43.



Bleifolien legt man während der Bestrahlung eine mehrfache Lage Verbandmull, so daß die Bleiplatten mit der Haut selbst gar nicht in Berührung kommen, und eine besondere Desinfektion derselben für die meisten Fälle nicht erforderlich ist.

Es wird im allgemeinen empfohlen, die Bleiplatten nicht direkt auf die Haut zu legen aus Furcht vor der

Sekundärstrahlung des Bleies. Ich habe Schädigungen nie gesehen, auch wenn ich keinen Verbandmull zwischen Haut und Bleiplatte gelegt habe, auch nicht nach Applikation großer Dosen (3—4 S.-N.) harter, durch 3 mm Aluminium filtrierter Strahlen. Noch geeigneter zur Abdeckung ist das Zinn, da es viel leichter ist. Nach Walter ist die Schutzwirkung von 1,22 mm Zinn gleich der von 1 mm Blei (bei einer Strahlung von 8 We. geprüft). Nur ist das Zinn etwa zehnmal so teuer als das Blei. Jedenfalls genügt das Bleiblech für die Praxis vollkommen. Wer die weiche Sekundärstrahlung des Bleies, deren Quantität offenbar sehr gering ist, fürchtet, kann zwischen Haut und Blei 3—5 mm dickes Leder legen.

Für die Bestrahlung kleinerer Herde hat Gundelach Bleiglasblenden hergestellt, die durch einen kleinen kreisförmigen Ausschnitt Röntgenlicht passieren lassen. Diese Bleiglasblenden sind halbkugelförmig und werden auf die Röntgenröhre so aufgeschnallt, daß die kreisförmige Öffnung sich gegenüber dem Antikathodenspiegel, parallel zur Achse der Röhre befindet.

An der Blendenöffnung können Bleiglasspekula befestigt werden, welche zur Bestrahlung der Mundhöhle und der Vagina dienen und auch zur Bestrahlung kleinerer umschriebener Krankheitsherde der Haut benutzt werden können. In solchen Fällen umzeichnet man sich den Krankheitsherd mit einem Dermatographen und setzt das Spekulum direkt auf die Haut auf.

Auch Gummikappen, welche mit Barytsalzen imprägniert sind, über die Röhrenkugel gezogen werden und gegenüber der Antikathode mit einem entsprechenden Ausschnitt versehen sind, absorbieren den größten Teil der Röntgenstrahlen und können für die Bestrahlung kleinerer Herde benutzt werden. Beliebter und praktischer sind Blenden aus Bleiglas oder Schutzkästen aus Holz oder Papiermaché, die mit Bleigummi ausgeschlagen und mittels eines guten Gelenkes am Stativarm befestigt sind. In diesen Schutzkästen werden dann die Röhren durch Gummibänder befestigt. Alle diese Blenden vergrößern die Last der Röhre, machen daher besonders schwere Stative erforderlich und hindern somit die leichte Beweglichkeit der Röhre, abgesehen davon, daß sie uns den Anblick der in Betrieb befindlichen Röhre ganz oder fast ganz entziehen. Trotzdem ist die Anwendung dieser Schutzkästen durchaus erforderlich, einmal um eine

unnötige Ueberflutung des Raumes mit Röntgenstrahlen zu vermeiden, und dann auch, um die Abdeckung des Patienten mit Bleiblech auf ein Mindestmaß einzuschränken.

Die Entfernung der Röhre von der Haut kann man mit einem Instrument messen, dessen Konstruktion aus

Fig. 44.

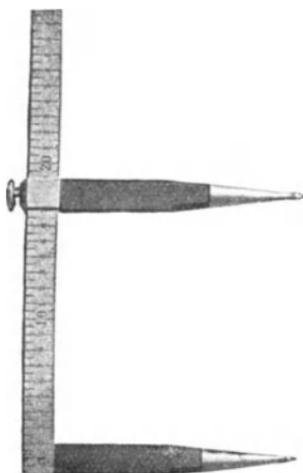


Fig. 44 ohne weiteres ersichtlich, und das bequemer zu handhaben und leichter zu desinfizieren ist, als ein gewöhnliches Bandmaß. Noch einfacher sind kleine Holzstäbchen von bekannter Länge (4, 6, 8, 10, 12 cm).

---

## Methodik der Oberflächenbestrahlung.

Für die meisten Hautaffektionen ist eine mittelweiche Strahlung von 5—7 We. zu empfehlen, erstens aus dem Grunde, weil bei dieser Strahlenqualität die Maximal-Dosis nach Sabouraud-Noiré der Erythem-Dosis entspricht (1 S.-N = 1 E.-D.), und zweitens darum, weil es bei den meisten Dermatosen gar nicht auf eine besondere Tiefenwirkung ankommt.

Eine harte Strahlung ist nur ausnahmsweise da erforderlich, wo es sich um eine Beeinflussung tieferer Gewebsschichten handelt, z. B. bei der Hypertrichosis, bei tiefgreifenden Epitheliomen, bei Keloiden und Warzen von größerer Schichtdicke, eventuell auch beim Lichen ruber verrucosus und bei Ekzem- und Psoriasis-Herden mit besonders tiefer Infiltration oder besonders starker Hyperkeratose.

Gerade bei der Psoriasis und beim Ekzem ist nun von einigen Autoren (Frank, Schultz, Meyer und Ritter) von vornherein eine härtere Strahlung empfohlen worden. Nach meinen Erfahrungen wirkt diese bei oberflächlichem Psoriasis- und Ekzemherden keineswegs besser; man muß nur länger bestrahlen, um die gleiche Oberflächen-Dosis zu applizieren, und läuft außerdem Gefahr, bei ausgebreiteten Eruptionen eine ungewollte Wirkung auf die tiefliegenden Organe (Milz, Magen, Darm, Knochenmark) zu erzielen.

Ich muß gerade bezüglich der Psoriasis und des Ekzems im allgemeinen Wetterer beipflichten, wenn er sagt: „Bei diesen Affektionen bringt die harte Strahlung nicht nur keinen Vorteil, sondern sie steht unbedingt hinter der mittelweichen zurück.“

Das Gleiche gilt für die meisten anderen Dermatosen (Acne, Rosacea, Lichen simplex chronicus, Lichen ruber planus, Furunculosis usw.).

Auch die Naevi vasculosi, sowohl die flachen wie die tumorartigen Formen, reagieren entschieden besser auf eine weiche Strahlung, offenbar darum, weil ihr Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen sehr gering ist (Frank Schultz) und man braucht keineswegs anzunehmen, daß die verschiedenen „Strahlenqualitäten“ biologisch verschieden wirken. Es ist m. E. nicht richtig, zu sagen, auf die Gefäße wirken die weichen Strahlen „elektiv“, auf die Haarpapille und das Epitheliom die „hochgefilterten“ harten Strahlen!

Eine gewisse „elektive“ Wirkung auf bestimmte Zellen (Haarpapille, Schweißdrüse, Talgdrüsen, Ovarien, Testikel) kommt allen Strahlenqualitäten in gleicher Weise zu.

Die Ueberlegenheit der harten Strahlung beruht nur auf physikalischen Gründen, nämlich auf der besseren Tiefenverteilung der Strahlung, die überall da erwünscht ist, wo es sich um die Beeinflussung dickerer Gewebsschichten handelt. Auf der dünnen Haut des behaarten Kopfes erzielt

man z. B. mit einer mittelweichen Strahlung leicht einen unkomplizierten Haarausfall, weil die Papillen hier nicht so tief liegen, wie in der dickeren fettreicheren Haut der Wangen und Oberlippe, wo man nur mit einer härteren Strahlung den gleichen Effekt erreicht.

Wie hart soll nun die Strahlung da, wo sie bei der Oberflächentherapie in Frage kommt, sein? Soll sie unfiltriert oder filtriert appliziert werden? Wie dick soll das Filter sein?

Man kann auch hier antworten: Es führen viele Wege nach Rom!

Man kann z. B. mit einer Primärstrahlung von 10 We. die Haarpapillen so schädigen, daß die Haare ausfallen, ohne daß eine sichtbare Oberflächenreaktion (Erythem) auftritt, man kann dasselbe erreichen, wenn man diese Strahlung durch 0,5, durch 1, 2, 3 oder 4 mm Aluminium filtriert!

Wenn ich für alle Hautaffektionen, bei denen eine harte Strahlung angebracht ist, denselben Härtegrad und dasselbe Filter empfehle, wie für die Tiefentherapie, nämlich ca. 10 We. und 3 mm Aluminium, so geschieht das einmal deshalb, damit man sich das Leben mit den verschiedenen Filterdicken nicht unnötig schwer macht, und dann auch aus dem Grunde, weil natürlich bei dünneren Filtern das Verhältnis der Oberflächen- zur Tiefen-Dosis weniger günstig ist.

Bezüglich der speziellen Technik findet man genauere Angaben bei den einzelnen Erkrankungen. Die Dosen sind dort nach Sabouraud-Noiré angegeben. 1 S.-N. entspricht der Strahlenmenge, die eine in halber Fokus-Haut-Distanz bestrahlte Reagens-Tablette bis zur Teinte B verfärbt. Bei 5—7 We. ist 1 S.-N. = 1 E.-D.

Bei 10 We. und 3 mm Aluminium sind erst ca. 4 S.-N. = 1 E.-D. (cf. auch den Abschnitt: „Die Erythemgrenze bei den verschiedenen Strahlenqualitäten!“)

Im allgemeinen gilt als Regel, auf die normale Haut nicht mehr Röntgenstrahlen zu applizieren, als zur Erzielung des gewünschten Effektes unbedingt erforderlich sind. Man bleibe möglichst unter der Erythem-Dosis. Die stärkste zulässige Reaktion ist ein leichtes Erythem. Auf pathologisches Gewebe, dessen Rückbildung an sich von Narbenbildung gefolgt ist (Lupus, Karzinom, Sarkom) kann man eventuell auch stärkere Dosen verabfolgen.

---

## Methodik der Tiefenbestrahlung.

Christen hat eine Absorptionstabelle für verschiedene Strahlenqualitäten aufgestellt, nach welcher für tief gelegene Krankheitsherde die Strahlenqualität die günstigste sein soll, deren Halbwertschicht gleich der Dicke der über dem Krankheitsherd gelegenen Weichteilschicht ist.

Absorptionstabelle nach Christen.

Halbwertschicht	Absorbierte Strahlenmengen		Dosenquotient
	oberste Schicht	tiefe Schicht	
$a = \frac{1}{4} \cdot w$	242 $\frac{0}{100}$	15 $\frac{0}{100}$	16,1
$a = \frac{1}{3} \cdot w$	187 $\frac{0}{100}$	23 $\frac{0}{100}$	8,1
$a = \frac{1}{2} \cdot w$	129 $\frac{0}{100}$	32 $\frac{0}{100}$	4,0
$a = \frac{7}{10} \cdot w$	94 $\frac{0}{100}$	35 $\frac{0}{100}$	2,7 = $\frac{8}{3}$
$a = w$	67 $\frac{0}{100}$	33 $\frac{0}{100}$	2,0
$a = \frac{10}{7} \cdot w$	47 $\frac{0}{100}$	29 $\frac{0}{100}$	1,6
$a = 2 \cdot w$	34 $\frac{0}{100}$	26 $\frac{1}{2} \frac{0}{100}$	1,36
$a = 3 \cdot w$	23 $\frac{0}{100}$	18 $\frac{0}{100}$	1,28
$a = 4 \cdot w$	17 $\frac{0}{100}$	15 $\frac{1}{2} \frac{0}{100}$	1,1

a Halbwertschicht, w Weichteilschicht

$$\text{Dicke der obersten und tiefen Schicht} = \frac{1}{10} w$$

Diese Tabelle kann aber nur Gültigkeit haben unter der Voraussetzung, daß bei gleicher Belastung gleich lange bestrahlt wird. Aber auch dann wird, wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, das Verhältnis zwischen Oberflächen- und Tiefendosis um so günstiger, je härter die Strahlung wird; nur werden allerdings beide Dosen kleiner. Nun braucht man aber nur entsprechend länger (bzw. mit stärkerer Belastung) zu bestrahlen, um die bei härterer Strahlung natürlich ungünstigeren Absorptionsverhältnisse zu verbessern. Nach der Tabelle beträgt z. B. bei  $a = w$  die absorbierte Strahlenmenge in der obersten Schicht 67  $\frac{0}{100}$ , in der tiefen Schicht 33  $\frac{0}{100}$ , bei  $a = 4 w$  in der obersten Schicht 17  $\frac{0}{100}$ , in der tiefen Schicht 15  $\frac{1}{2} \frac{0}{100}$ . Verdoppeln wir die Dosis, d. h. multiplizieren wir beide Werte bei  $a = 4 w$  mit 2, so haben wir in der obersten Schicht 34  $\frac{0}{100}$ , in der tiefen Schicht 31  $\frac{0}{100}$ . Wir haben also dann bei  $a = 4 w$  in der

Tiefe fast die gleiche Dosis zur Absorption gebracht wie bei  $a = w$ , während an der Oberfläche zur Erzielung dieser Tiefenwirkung nur etwa die halbe Strahlendosis erforderlich war (67<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bei  $a = w$  und nur 34<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bei  $a = 4 w$ !).

Für die Praxis müssen wir daher meines Erachtens an dem von Kienböck und Perthes aufgestellten Grundsatz festhalten, bei Tiefenbestrahlungen die Strahlung so hart wie möglich zu wählen.

Leider sind wir nun technisch meist nicht imstande, eine Strahlung zu produzieren, die — unfiltriert — härter ist als 10—12 We. Bei höherem Härtegrade ist es jedenfalls schon schwierig, eine Röhre konstant zu halten, ganz abgesehen von der großen Gefahr des Durchschlagens. Wollen wir die Strahlung noch weiter „härten“, so können wir das dadurch erreichen, daß wir sie bestimmte „Filter“ passieren lassen. Hinter dem Filter erscheint dann die Strahlung wesentlich härter als vor dem Filter, weil die wenigen in dem Strahlungsgemisch noch enthaltenen weicheren Strahlen von dem Filter zurückgehalten werden.

Zu den filtrierten Strahlen kommt dann die Sekundärstrahlung des Filters hinzu. Nach Barkla sendet jeder von Röntgenstrahlen durchsetzte Körper verschiedene Arten von Sekundärstrahlen aus, die teils weicher, teils härter sind als die Primärstrahlung. Praktisch bedeutsam sind vor allem die weichen Sekundärstrahlen der Filter, die eventuell eine Oberflächenschädigung hervorrufen könnten, wenn die Filter direkt auf die Haut aufgelegt werden. Nun beträgt die Halbwertschicht der weichen Sekundärstrahlen des Aluminiums für die Haut nur 0,05 mm, erschöpft sich also in den alleroberflächlichsten Hautschichten und läßt sich leicht durch eine wenige Zehntel Millimeter dicke Schicht Leder oder Papier „abfiltrieren“, während die weiche Sekundärstrahlung des Bleies eine Halbwertschicht von 1,3 mm besitzt, so daß sich ihre Wirkung auf 3—6 mm dicke Weichteil-schichten erstrecken kann (Großmann). Aber offenbar ist die Quantität der weichen Sekundärstrahlen sowohl beim Aluminium als auch beim Blei eine minimale; denn wenn weiche Sekundärstrahlen den filtrierten harten Strahlen in erheblicher Menge beigemischt wären, könnte die Strahlung unter dem Filter nicht soviel härter erscheinen, wie das sowohl die Wehnelt-Skala als auch das Bild der Hand auf dem Leuchtschirm zeigt.

Ich habe nun experimentell nachgewiesen, daß es sehr wichtig ist, primär — vor der Filtration — eine möglichst harte Strahlung zu haben, weil der Härtegrad einer Strahlung hinter dem Filter um so höher ist, je härter die Primärstrahlung ist.

Daß übrigens bestimmte neuere Apparate, speziell bestimmte neuere Röhren ganz besonders harte Strahlen liefern, ist eine Behauptung, die nicht bewiesen ist. Wenn Warnekros z. B. gefunden hat, daß eine Amrheinsche Röhre bei gleicher Belastung und gleichem Härtegrad eine stärkere Durchschlagskraft besitzt, wie eine Müller-Röhre, so erklärt sich das einfach daraus, daß bei der Amrheinschen Röhre infolge der energischeren Kühlung der Antikathode ein erheblich größerer Teil der elektrischen Energie in Röntgenstrahlen transformiert wird, als bei der Müller-Röhre, bei der ein beträchtlicher Teil der elektrischen Energie in Wärme umgewandelt wird. Die Durchschlagskraft der Strahlung ist also bei beiden Röhren die gleiche; sonst könnte ja auch der Härtegrad nicht der gleiche sein! Aber die Quantität der harten Strahlen ist bei der Amrheinschen Röhre in den Versuchen von Warnekros eine größere und darum sowohl die Oberflächen-, wie die Tiefen-Dosis, wie ein Blick auf die Kurven zeigt, die den Warnekrosschen Versuch erläutern (Berl. klin. Wochenschr., 1914, No. 5).

Zurzeit sind wir jedenfalls auf die Filter angewiesen, und da ist zunächst die Frage zu beantworten, welches Material zur Filtrierung am meisten geeignet ist. Bei den bisher besonders gebräuchlichen Stoffen wie Glas, Leder, Aluminium kommt es nur darauf an, daß man sie in der zur gewünschten Härtung erforderlichen Schichtdicke verwendet. Alle diese Stoffe absorbieren nur die weichen Strahlen und lassen die harten in großer Menge passieren. Nach den Untersuchungen von Schatz sind äquivalente Filterdicken 1 mm Aluminium, 1,2 mm Glas und 13 mm (Rind-) Leder. Will man durch Leder filtrieren, so muß man also eine ziemlich dicke Schicht nehmen; Glas leistet zwar genügend in dünnerer Schicht, hat aber den Nachteil der Zerbrechlichkeit und der ungleichmäßigen Zusammensetzung, so daß also das Aluminium als das zweckmäßigste von den genannten Filtern anzusprechen ist.

Wie dick soll das Aluminium nun genommen werden? Filtrieren wir eine Strahlung von 10 We. durch 1 mm Aluminium, so steigt die Halbwertschicht von ca. 1,5 cm auf 2 cm, nach Filtration durch 2 mm auf 2,25 cm. Eine weitere Härtung, d. h. ein weiteres Ansteigen der Halbwertschicht habe ich mit dem Christenschen Härtemesser auch nach Filtration durch 6 mm Aluminium nicht sicher konstatieren

können, während allerdings Hans Meyer das Optimum bei 4 mm mit 2,5 cm Halbwertschicht erreicht zu haben glaubt. Die Versuche von Schatz zeigen, daß man auch mit sehr hoher Belastung (10 Milliampère) nicht viel weiterkommt. Nach meinen Versuchen liegt also das Optimum bei 2 mm Aluminium (2,25 cm Halbwertschicht), nach den Versuchen von Hans Meyer bei 4 mm (2,5 cm Halbwertschicht). Die Härtung ist jedenfalls durch das erste 1 mm dicke Aluminiumblech am größten und steigt dann — begreiflicherweise — kaum noch in nennenswerter Weise. Trotzdem verwende ich jetzt anschließend ein 3 mm dickes Aluminiumfilter, das sich jedenfalls praktisch besser bewährt hat als dünnere Aluminiumfilter, wie das besonders die glänzenden Erfolge in der Tiefentherapie an der Freiburger Frauenklinik gezeigt haben. Das Filter noch dicker zu wählen, halte ich ebenso wie Gauß nicht für nötig und auch nicht einmal für zweckmäßig, da die Strahlung dadurch nicht deutlich härter wird. Will man eine noch mehr penetrierende Strahlung haben, so muß man statt des „Leicht-Filters“ ein „Schwer-Filter“ benutzen, z. B. dünne Bleiplatten, wie das Loewenthal vorgeschlagen hat.

Wenn man z. B. eine Strahlung von 10 We. durch ein 0,25 mm dickes Bleifilter schickt, so ist der Härtegrad der Strahlung hinter dem Filter noch erheblich höher, wie hinter einem 3 mm dicken Aluminiumfilter.

Der Härtegrad ist so hoch, daß das Handbild auf dem Leuchtschirm fast ganz homogen erscheint und weder mit der Wehnelt-Skala noch auch mit dem Christenschen Härtemesser bestimmt werden kann. Praktisch können die Schwerfilter vielleicht eine Bedeutung gewinnen für die Behandlung der tiefliegenden Karzinome. Zurzeit wird jedenfalls vorwiegend mit Aluminiumfilter von 3 oder 4 mm Dicke gearbeitet, das sich bei allen anderen tiefer gelegenen Krankheitsprozessen als ausreichend erwiesen hat.

Nach Filtration durch 3 mm Aluminium bei einer Primärstrahlung von 10 We. können wir 3 S.-N. geben, ohne die Erythemgrenze zu überschreiten, und diese Dosis etwa alle 4 Wochen wiederholen. Es tritt dann nur eine Bräunung der Haut auf. Erst nach Applikation von ca. 4 S.-N. kommt es zu Erythemen.

Um größere Dosen in der Tiefe zur Absorption zu bringen, stehen uns außer der Verwendung einer möglichst harten Primärstrahlung und der Filtration noch die Anämi-

sierung der Haut und die Bestrahlung von möglichst vielen Eintrittspforten aus („Kreuzfeuer“) zur Verfügung.

Die Anämisierung läßt sich durch Kompression der Haut erreichen.

Überall da, wo ein Tumor etwas tiefer unter der Haut gelegen ist, also z. B. bei den gynäkologischen Röntgenbestrahlungen wird man daher die Kompression anwenden. Durch diese wird nämlich zweierlei erreicht. Erstens trägt die gut komprimierte Haut die  $1\frac{1}{2}$ —2fache Röntgenstrahlendosis, z. B. bei 10 We. unter 3 mm Aluminium  $4\frac{1}{2}$ —6 S.-N. [statt 3 S.-N. ohne Kompression].

Zweitens wird aber auch das Verhältnis der Oberflächen- zur Tiefendosis erheblich günstiger, weil durch Kompression der Haut diese dem zu beeinflussenden Gewebe in der Tiefe wesentlich genähert, der Unterschied in der Entfernung beider vom Fokus der Röhre ganz bedeutend verringert werden kann.

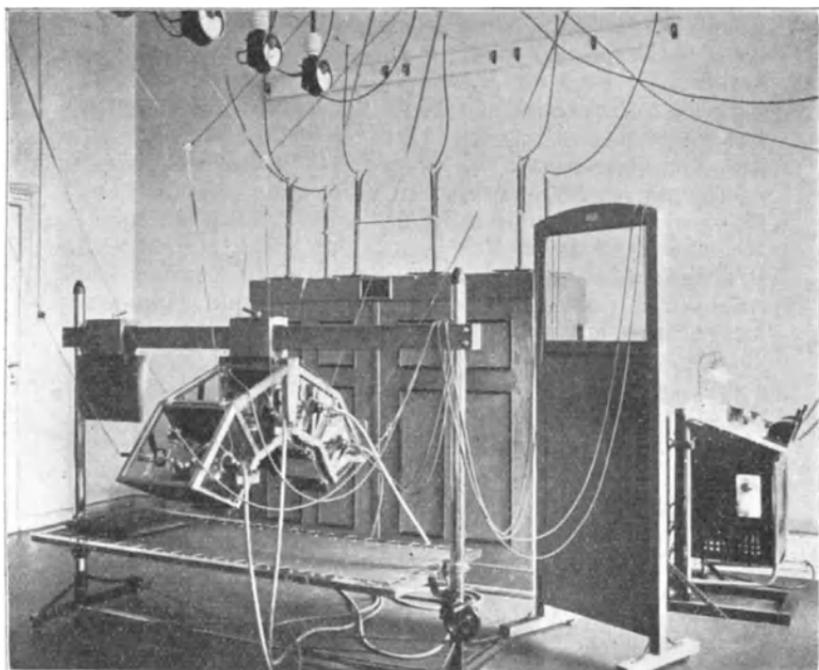
Die Kompression ist — besonders am Abdomen — in energischer Weise nur durch einen Tubus möglich, dessen untere Oeffnung durch das gleichzeitig als Kompressorium dienende eventuell mit Lederüberzug versehene Filter verschlossen wird, weil man diesen viel tiefer eindrücken, den tief gelegenen Geweben, welche beeinflußt werden sollen, mit der Röhre also sehr viel näher kommen kann, als das z. B. durch Kompression mit einer elastischen Binde möglich ist.

Das „Kreuzfeuer“, die Bestrahlung von mehreren Eintrittspforten aus, bezweckt erstens eine Schonung der Haut und zweitens eine Summierung der Wirkung in der Tiefe durch Ueberkreuzung der verschiedenen Strahlenbündel an der Stelle des zu bestrahlenden Gewebes. Nur wird man die Eintrittspforten nicht zu klein wählen dürfen, weil dann immer die Gefahr besteht, daß die Strahlenbündel nicht genügend divergieren, sich also in der Tiefe gar nicht überkreuzen, oder daß man gar an kleineren Gebilden (z. B. Ovarien!) überhaupt vorbeischießt. Statt der Bestrahlung von verschiedenen Einfallsporten ist speziell für gynäkologische Tiefenbestrahlungen (Myome, Uterus-Karzinome) von Hans Meyer die „schwingende Röhre“ angegeben worden. Durch einen Motor wird die Röhre über dem Abdomen dauernd von einer Seite zur anderen hin und her bewegt in einer Bahn, die einen Teil der Ellipse darstellt. Der Mittelpunkt derselben soll dann das zu bestrahlende Objekt in der Tiefe sein. Die Hautfelder, die als Einfallsporten

dienen, werden also fortwährend gewechselt, die Haut wird immer nur einmal, das in der Tiefe zu bestrahlende Organ jedoch fortwährend getroffen.

Ein anderer Modus des Kreuzfeuers, wie es z. B. in der Bummschen Klinik in manchen Fällen von Uterus-Karzinom angewandt wird, ist die gleichzeitige Be-

Fig. 45.



Vorrichtung zur gleichzeitigen Bestrahlung mit 4 Röhren für gynäkologische Zwecke (Veifa-Werke).

strahlung des Tumors mit mehreren Röhren von verschiedenen Einfallspforten aus. Für diesen Zweck haben die Veifa-Werke einen besonderen Bestrahlungstisch konstruiert (cf. Fig. 45).

Es ist nämlich möglich, mit einem Induktor- oder einem Gleichrichter-Apparat 2—4 Röhren gleichzeitig zu betreiben.

Tatsächlich ist allerdings das gleichzeitige Aufleuchten der Röhren nur ein scheinbares, da sie in Wirklichkeit in kurzen, schnell aufeinanderfolgenden Pausen nacheinander aufleuchten.

Sollen die Röhren wirklich gleichzeitig aufleuchten, so ist für jede Röhre ein Induktor resp. ein Gleichrichter-Apparat erforderlich.

So ökonomisch der Betrieb mehrerer Röhren mit einem Apparat auch ist, so ist es doch kaum möglich, oder jedenfalls äusserst schwierig, mehrere Röhren von gleichem Härtegrade konstant zu halten, so daß im Interesse eines exakten Arbeitens die Bestrahlung mit einer Röhre entschieden vorzuziehen ist, wenn dann auch die einzelnen Hautfelder nacheinander bestrahlt werden müssen.

Kommt es darauf an, möglichst ökonomisch zu arbeiten und möglichst viel Zeit zu sparen, so dürfte die „schwingende Röhre“ dem Mehrrohren-Betrieb wohl vorzuziehen sein.

Die hier entwickelten Grundsätze gelten für alle Bestrahlungen bei internen, chirurgischen und gynäkologischen Affektionen. Bezüglich der speziellen Technik sei hier auf die einzelnen Erkrankungen selbst verwiesen.

Außer der direkten Röntgenwirkung können wir wohl eine, wenn auch viel schwächere, indirekte (Röntgentoxin) mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen. Auch eine induzierte Röntgenwirkung dürfte möglich sein; dafür sprechen wenigstens die Erfolge von Emil G. Beck, der in tief gelegene Krankheitsherde (Wirbelsäule, Becken, Hüftgelenk) Wismutpaste eingespritzt und dann durch die Weichteile hindurch mit harten Röhren bestrahlt hat. Er selbst hat von einer Radioaktivierung der Wismutpaste gesprochen, welche die harten Strahlen absorbieren und in weiche Sekundärstrahlen transformieren soll. Letztere könnten dann natürlich von dem umgebenden kranken Gewebe besser absorbiert werden als die primären harten Strahlen.

---

## **Die forensische Bedeutung der Schädigungen durch Röntgenstrahlen.**

Die Schädigungen, welche durch Röntgenstrahlen hervorgerufen werden können, betreffen vorwiegend Aerzte und Techniker, welche sich oft, täglich, mehrere Monate oder Jahre hindurch — wenn auch nur für kurze Zeit — der

Wirkung der Strahlen ausgesetzt haben. Geschädigt werden immer die Hautbezirke, welche der Strahlenquelle am nächsten gewesen sind, also meist die Haut am Handrücken und an der Streckseite der Finger, seltener die Gesichtshaut und am seltensten die Brust- und Bauchhaut.

Von inneren Organen sind in einzelnen Fällen die Hoden geschädigt worden, so daß — entweder vorübergehend oder dauernd, je nach der Intensität der Strahlenwirkung — Sterilität eintrat.

Fast alle diese Schädigungen stammen aus den ersten Jahren der Röntgen-Aera und haben natürlich keine forensische Bedeutung.

Sehr viel seltener sind Schädigungen von Patienten infolge einer Röntgenaufnahme oder einer Röntgenbehandlung.

In den bekannt gewordenen Fällen handelt es sich immer nur um Schädigungen der Haut, wengleich auch Schädigungen der inneren Organe zweifellos möglich, mitunter auch wohl vorgekommen, aber von den Patienten nicht bemerkt worden sind. In erster Linie kommen hier wieder die Geschlechtsdrüsen, vielleicht auch die Augen oder andere Organe in Frage.

Die an sich schon relativ seltenen Schädigungen durch Röntgenbestrahlung zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken sind in den letzten Jahren Dank der immer mehr vervollkommenen Dosimetrie noch seltener geworden und lassen sich heute mit fast absoluter Sicherheit ganz vermeiden.

Es dürfte heute wohl kaum noch Aerzte geben, welche die Notwendigkeit einer speziellen Ausbildung in der Röntgentherapie nicht anerkennen.

Wer sich freilich heute noch einen Röntgenapparat anschafft und damit alle Vorbedingungen zur Ausübung der Röntgentherapie erfüllt zu haben glaubt, der befindet sich in demselben Irrtum, wie jemand, der sich ein Skalpell kauft und damit ein fertiger Chirurg zu sein meint. Wer in dieser Weise vorgeht, darf sich natürlich nicht wundern, wenn er seine Patienten schädigt und dafür auch zur Verantwortung gezogen wird.

Es sind in solchen Fällen Anklagen wegen fahrlässiger Körperverletzung erhoben und Schadenersatzansprüche gemacht worden.

Derartige Vorkommnisse mahnen immer wieder zur größten Vorsicht bei Ausführung der Röntgenbehandlung,

und ich persönlich stehe auf dem Standpunkt, daß der Arzt die Einstellung, Abdeckung und Kontrolle der Röhre selbst vornehmen muß. Wer diese Dinge einem Wärter oder einer „Röntgenschwester“ anvertraut, handelt ungefähr so wie ein Chirurg, welcher eine Operation von einem Heilgehilfen vornehmen läßt. Zum allermindesten ist eine ärztliche Ueberwachung der mit dem Röhrenbetrieb betrauten Gehilfen oder Gehilfinnen unbedingt erforderlich.

Zu bemerken ist noch, daß der Begriff der Schädigung durch Röntgenstrahlen nur ein relativer ist. So kann ein Ausfall des Haupt- oder Barthaares unter Umständen eine schwerere — wenn auch nur vorübergehende — Schädigung in gesellschaftlicher oder beruflicher Hinsicht bedeuten als eine unter Narbenbildung abheilende Reaktion 2. bis 3. Grades an einer von der Kleidung bedeckten Körperstelle. Auch für die Spätatrophien und Teleangiektasien kann heute der Arzt unter Umständen verantwortlich gemacht werden, wenn er die Röntgen-Behandlung lediglich aus kosmetischen Gründen (Hypertrichosis, Hyperhidrosis, Seborrhoea oleosa) angewandt und die Erythem-Grenze bei den einzelnen Bestrahlungen überschritten hat.

Auch bei den tuberkulösen Halsdrüsen der Kinder, besonders der Mädchen, müssen Erytheme unter allen Umständen vermieden werden, was ja bei dem heutigen Stande der Technik kein großes Kunststück ist; das Gleiche gilt für die Bestrahlungen bei Myomen und präklimakterischen Blutungen.

Bei all diesen Affektionen sind ja öfter Applikationen großer Dosen erforderlich. Anders liegen die Dinge z. B. bei der Akne, bei der man zunächst natürlich auch versuchen wird, ohne Erythem zum Ziel zu kommen, in hartnäckigen Fällen aber auch nicht vor einem Erythem zurückschrecken wird, da eine einzige Erythem-Dosis in der Regel keine Atrophie zur Folge hat. Ich habe im Gesicht Atrophien nur nach Dermatitis 2. Grades gesehen.

Tritt nach einmaliger Applikation einer Erythem-Dosis oder gar nach Dosen, welche keine sichtbare Hautreaktion zur Folge gehabt haben, später Teleangiektasiebildung ein, so ist das eben eine Ausnahme, die der Arzt nicht voraussehen kann, und die vermutlich auf eine besondere, unberechenbare Empfindlichkeit des Gefäßsystems zurückzuführen ist. Für derartige Spätfolgen kann wohl der Arzt ebenso wenig verantwortlich gemacht werden, wie für die Ent-

wicklung eines Spätulkus oder eines Karzinoms auf einer früher bestrahlten Hautpartie.

Es gibt Röntgentherapeuten, die sich von den Patienten vor Beginn der Röntgenbehandlung einen Revers ausstellen lassen. Das ist aus zweierlei Gründen nicht empfehlenswert, erstens darum nicht, weil durch eine derartige Maßnahme das Vertrauen des Patienten zu dem Können des Arztes erheblich erschüttert werden muß, und zweitens darum nicht, weil ein derartiger Revers keineswegs vor den zivil- oder strafrechtlichen Folgen einer Röntgenschädigung schützt; denn der Patient kann später immer den Einwand machen, daß er sich nach dem Wortlaut des Reverses die Schädigung doch nicht so schlimm vorgestellt, daß der Arzt ihm nur in unvollkommener Weise über diese Dinge Aufschluß gegeben habe. Dagegen ist jedem Arzte die Haftpflichtversicherung anzuraten; sie bietet den besten Schutz gegen die gerichtlichen Folgen, welche eine Röntgenschädigung unter Umständen nach sich ziehen kann.

Aus den Fällen, in denen ich selbst als Sachverständiger tätig war, und den mir sonst aus der Literatur bekannt gewordenen Fällen von Schädigung eines Patienten durch Röntgenbestrahlung dürften folgende Schlüsse zu ziehen sein:

1. Die Anwendung der Röntgenstrahlen zu diagnostischen und therapeutischen Bestrahlungen darf nur unter ärztlicher Verantwortung geschehen.

2. Bei therapeutischen Bestrahlungen müssen über die applizierte Strahlenmenge Notizen gemacht werden, welche gestatten, die verabfolgte Oberflächen-Dosis zu reproduzieren.

3. Es ist erforderlich, die Patienten vor der Röntgenuntersuchung oder -behandlung zu fragen, ob sie schon vorher einer Röntgenbestrahlung ausgesetzt gewesen sind, und wie lange Zeit seitdem verflissen ist.

4. Der Arzt ist nicht verpflichtet, während der ganzen Dauer einer therapeutischen Bestrahlung im Röntgenzimmer zu bleiben, da es bei einem zweckmäßigen Instrumentarium und der nötigen Uebung möglich ist, die Röhren für lange Zeit konstant zu halten und sich über die Wirksamkeit einer derartigen konstanten Röhre durch direkte Dosimetrie vorher zu orientieren. Aus dem Verlassen des Zimmers während der Bestrahlung kann dem Arzte unter diesen Umständen kein Vorwurf gemacht werden.

5. Der Arzt ist berechtigt, die Röntgenbehandlung auch bei Erkrankungen anzuwenden, bei denen andere Behandlungsmethoden gleichfalls zum Ziele führen, wenn er die Röntgenbehandlung für die geeignetste hält.

6. Zur Entscheidung der Frage, ob eine Röntgen-schädigung vorliegt oder nicht und ob eine solche Schädigung auf einen Kunstfehler des Arztes zurückzuführen ist, können als Sachverständige nur anerkannte Röntgentherapeuten herangezogen werden.

---

## Die Hygiene im Röntgenzimmer.

Das Röntgenzimmer soll nicht zu klein, hell tapeziert oder gestrichen und nicht verdunkelt sein. Es ist unsinnig, therapeutische Bestrahlungen in verdunkeltem Raume vorzunehmen. Der Apparat selbst soll in einer Zimmerecke postiert sein, die nicht an der Fensterseite, sondern am besten an der gegenüberliegenden Wand gelegen ist, so daß man dort bei gedämpftem Tageslicht die Ausdosierung der Röhre mit der Sabouraud-Tablette vornehmen kann, ohne die Tablette erst in lichtdichtes Papier einwickeln oder das Zimmer verdunkeln zu müssen. Das Zimmer soll häufig, besonders nach längeren Bestrahlungen mit harter Röhre, tüchtig gelüftet werden. Wer aus eigener Erfahrung weiß, in wie unangenehmer Weise die Zimmerluft durch eine einzige halbstündige Bestrahlung mit harter Röhre infolge überreichlicher Ozonentwicklung verändert wird, dem braucht das Lüften des Zimmers nicht erst besonders ans Herz gelegt zu werden.

Der Arzt halte sich während der Sitzung selbst außerhalb des Röntgenzimmers auf, wenn er die Einstellung vorgenommen hat und sich auf die Konstanz der Röhre verlassen kann; er kontrolliere von Zeit zu Zeit durch einen Blick auf das Milliampèremeter und das Qualimeter den Zustand der Röhre, ohne selbst in den Strahlungsbereich zu treten. Wird keine „ausdosierte“ Röhre benutzt, muß das Dosimeter natürlich öfter kontrolliert werden.

Der Schutz des Arztes vor den Röntgenstrahlen sei so vollständig wie möglich. Die Röhre selbst soll in einem mit Bleigummi ausgeschlagenen Schutzkasten untergebracht sein; außerdem soll eine Schutzwand, die mit

Bleiblech beschlagen ist und durch ein Bleiglasfenster die Beobachtung des Patienten, der Röhre und der Meßinstrumente gestattet, den Arzt während des Betriebes von dem Patienten trennen. Denn die gebräuchlichen Schutzkästen lassen von einer harten Strahlung einen Bruchteil hindurch, der dem Patienten nichts schadet, aber für den Arzt, der täglich mehrere Stunden sich diesen kleinen Mengen sehr harter filtrierter Strahlen aussetzen würde, doch verhängnisvoll werden könnte. Dieser Bruchteil, ebenso wie die unvermeidliche, im Körper des Patienten entstehende Sekundärstrahlung soll dann noch durch die Schutzwand abgefangen werden. Bei Verwendung harter Röhren müssen die Schutzkästen mit 5 mm dickem Bleigummi beklebt sein. Wer noch ein Uebrigtes tun will, kann außerdem noch eine Bleigummi-Schürze tragen. Die völlige Trennung des Bestrahlungsraumes von dem Reguliererraum durch eine strahlensichere Wand, welche die Beobachtung des Patienten durch ein Bleiglasfenster gestattet, bietet zwar für den Arzt den besten Schutz, wird sich aber aus äußeren Gründen nicht immer durchführen lassen. Jedenfalls kann sich der Arzt auch ohne diese Trennung in ausreichender Weise vor den Strahlen schützen.

Das Bleiblech, mit welchem die Schutzwand benagelt ist, soll 1—2 mm dick sein. Das Blei dicker als 2 mm zu nehmen, hat keinen Zweck, da nach Untersuchungen von Walter schon das erste Millimeter den größten Teil der Strahlung absorbiert, während die Absorption durch das zweite Millimeter nur noch ganz minimal ist und bei weiterer Vergrößerung der Schichtdicke immer geringer wird. Das war eigentlich vorauszusehen. Denn die Strahlen, die das erste Millimeter durchdringen, sind eben so hart, daß sie auch durch die folgenden Millimeter ziemlich ungeschwächt hindurchgehen müssen. Wir haben hier genau dieselbe Erscheinung, wie bei den Aluminiumfiltern; die Härtung ist am größten durch das erste Millimeter; die Strahlen, welche das erste Millimeter Aluminium passiert haben, werden durch weitere Vergrößerung der Schichtdicke des Aluminiums nur sehr wenig härter. Man prüfe im übrigen jeden Schutzkasten und die Schutzwand auf etwa vorhandene oder im Laufe der Zeit durch Beschädigung entstehende Defekte durch Ableuchten mit dem Fluoreszenzschirm sowohl vor der ersten Benutzung, als auch späterhin nach längerem Gebrauche von Zeit zu Zeit.

Bleiblech oder Bleiglas, das mit infektiösen Krankheitsherden in Berührung gekommen ist, soll mindestens 1 Stunde lang in 2—3proz. Karbollsung liegen. Ebenso sollen Glas- oder Aluminiumplatten, welche zum Abschluß des Blenden-tubus zwecks Kompression der Haut und Filtration der Strahlung dienen, mit einem in 2—3proz. Karbollsung getauchten Mullstück abgerieben werden, bevor sie für einen anderen Patienten Verwendung finden. Unter den Kopf lege man stets eine Papierserviette, die nach der Benutzung fortgeworfen wird.

---

## Indikationen.

### a) Dermatologie.

#### Psoriasis.

Die Röntgenbehandlung der Psoriasis ist der medikamentösen Behandlung bei weitem überlegen; sie ist bequemer, besonders für den Patienten, und reinlicher, da sie die lästige Salbenschmiererei vollkommen entbehrlich macht, sie führt meist schneller zum Ziel und läßt sich ohne Berufsstörung durchführen, sie hat meist auch in den Fällen Erfolg, die gegen jede andere Behandlung refraktär sind.

Rezidive kommen vor, weichen aber prompt einer neuen Bestrahlung, die Intervalle zwischen den einzelnen, übrigens immer unbedeutender werdenden Rezidiven werden immer größer und schließlich ist die Heilung in manchen Fällen eine definitive; auch ausgedehnte Eruptionen, die über den ganzen Körper verbreitet sind, können bestrahlt werden, ohne daß etwa eine Schädigung innerer Organe zu befürchten ist, denn die psoriatischen Infiltrationen sind im allgemeinen hochempfindlich für Röntgenstrahlen und verschwinden am Rumpfe schon nach  $\frac{1}{2}$ , an den Händen und am Kopfe mitunter schon nach  $\frac{1}{3}$  S.-N. bei 5—7 We.

Auch Schädigungen der normalen Haut sind in der Regel nicht zu befürchten, selbst wenn häufigere Bestrahlungen infolge von Rezidiven nötig sein sollten, da erstens nur minimale Dosen verabfolgt werden, und zweitens die Behandlungspausen so groß gewählt werden können, daß eine

Summation der Wirkungen dieser an sich schon sehr schwachen Einzelbestrahlungen ausgeschlossen ist.

Erytheme sind allerdings zu vermeiden, da sie häufig eine Verschlimmerung, eine Psoriasisruption im ganzen Bereich der erythematösen Partie zur Folge haben können.

Vorsicht ist auch bei Diabetikern geboten, da deren Haut etwas empfindlicher für Röntgenstrahlen ist.

Die Anamnese wird auch in solchen Fällen unliebsame Ueberraschungen mit Sicherheit vermeiden lassen. Auch bei hellblonden und rothaarigen Individuen mit zarter weißer Haut ist Vorsicht am Platze (cf. S. 95).

Die Röntgenbehandlung ist meines Erachtens in allen Fällen von Psoriasis von vornherein indiziert, mit Ausnahme der Psoriasis des behaarten Kopfes, wengleich ich auch in solchen Fällen wiederholt Heilung erzielen konnte, ohne daß Haarausfall eintrat, da eben die erforderliche Strahlendosis unter der Epilationsdosis liegt.

Eine Garantie dafür, daß kein Effluvium eintritt, kann man freilich nicht übernehmen.

Selbstverständlich bildet die Psoriasis am Skrotum im allgemeinen eine Kontraindikation für die Röntgenbehandlung. Ausnahmsweise habe ich auch die Psoriasis am Skrotum bestrahlt, und zwar in Fällen, die gegen alle andern Methoden refraktär gewesen wären. Besonders war es der Juckreiz, der den Patienten das Leben unerträglich machte. In diesen Fällen handelte es sich um ältere, verheiratete Herren, welche Kinder hatten und natürlich vor Beginn der Behandlung auf die wahrscheinlich zu erwartende vorübergehende oder dauernde Azoospermie aufmerksam gemacht worden waren. Wiederholt habe ich die Psoriasis der Haut und der Glans des Penis nach  $\frac{1}{3}$  S.-N. in 8 Tagen abheilen gesehen.

Der Heilungsverlauf gestaltet sich etwas verschieden, je nachdem es sich um frische oder ältere Herde handelt. Bei frischen Herden hört gewöhnlich nach wenigen Tagen die Schuppung vollkommen auf, die Infiltration schwindet, und nach 8—14 Tagen ist an Stelle des Psoriasisherdes eine pigmentierte, sonst normale Hautpartie vorhanden. Die Pigmentation ist bei brünetten Individuen besonders stark, sie verschwindet in der Regel — wenn auch bisweilen sehr langsam — vollkommen.

Bei älteren, meist stärker infiltrierten Herden tritt fast immer zunächst eine etwas stärkere Hyperkeratose auf; die Schuppen selbst nehmen eine deutlich gelbe Färbung an, es folgt dann eine trockene Abhebung der obersten Hautschicht im Bereiche der Plaques, die sich nach dieser „Häutung“ als zartrosafarbene Hautstellen mit pigmentierter Umgebung darstellen.

Ich lege besonderen Wert auf die stärkere Röntgenkeratose bei älteren Psoriasisherden, die von Unkundigen leicht als ein Zeichen mangelnder Röntgenwirkung, bzw. einer Verschlimmerung der Psoriasis gedeutet werden und Veranlassung geben könnte, eine stärkere Röntgenbestrahlung zu applizieren, die dann im Verein mit der ersten, nachwirkenden Bestrahlung unter Umständen heftige Dermatitis mit nachfolgender Hautatrophie zur Folge haben könnte.

Die Röntgenkeratose habe ich fast nur bei sehr alten Plaques an Ellenbogen und Knien beobachtet, in diesen Fällen allerdings fast regelmäßig, und es ist eigentlich auffallend, daß diese Erscheinung von anderen Beobachtern noch nicht beschrieben worden ist.

Eine gewisse Vorsicht ist auch bei Herden an den Unterschenkeln nötig, die ja immer — auch gegen medikamentöse Behandlung — etwas hartnäckig sind, wohl wegen der ungünstigeren Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse der Haut, ganz besonders wenn mehr oder weniger starke Varizenbildung diese an sich schon ungünstigen Verhältnisse noch weiterhin verschlechtert.

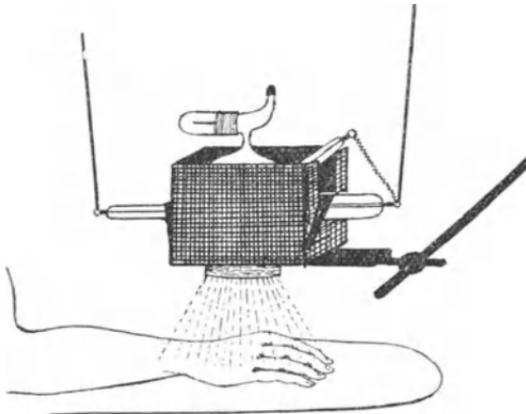
An solchen Stellen kommt es mitunter nach häufigeren schwachen Dosen, auch ohne daß ein Erythem aufgetreten ist, zur Hautatrophie mit Teleangiektasiebildung, und zwar kann man hier hellrote (arterielle) von blauschwarzen (venösen) Gefäßerweiterungen unterscheiden; letztere treten auch in Form kleinster, wenig über stecknadelkopfgroßer, tintenfarbiger Angiome auf. Auch die Psoriasis der Nägel pflegt nach  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. in 1—2 wöchentlichen Pausen abzuheilen, und zwar ohne daß es zum Ausfall der Nägel kommt.

Was die Technik der Bestrahlung anbelangt, so werden die Bestrahlungen am besten im Liegen vorgenommen, nur die Hände und Arme bestrahlt man natürlich in der Weise, daß der Patient auf einen Stuhl sitzt und die Hände auf einen davorstehenden Tisch legt. Die Fokus-Haut-

distanz wählt man nicht zu groß, am besten ca. 15 cm und behält im allgemeinen zweckmäßig immer die gleiche Entfernung bei.

Fig. 46 zeigt die Bestrahlung des Handrückens. Eine Abdeckung ist bei den kleinen Dosen, welche für die Psoriasisbehandlung in Betracht kommen, nicht erforderlich, ja nicht einmal ratsam. Denn auch nach ganz schwachen Bestrahlungen kann gelegentlich bei brünetten Personen eine Pigmentierung der Haut auftreten, die bei scharfer Abdeckung eine entsprechend scharfe Begrenzung zeigt und

Fig. 46.



Bestrahlung des Handrückens.

dadurch besonders auffällig ist, während sie sonst ganz allmählich in die normale Hautfärbung übergeht und gar nicht auffällt. Diese Pigmentierungen verschwinden zwar meist wieder, aber bisweilen doch erst nach mehreren Wochen oder Monaten.

Empfehlenswert ist — besonders bei Männern — der Schutz der Genitalgegend durch eine auf den Tisch gelegte Bleiblechplatte oder eine Schürze aus Bleigummi, welche die auffallenden Röntgenstrahlen absorbiert.

Hat man  $\frac{1}{3}$  S.-N. appliziert, so wartet man 8 Tage ab und gibt dann eventuell noch einmal die gleiche Dosis, eventuell nach weiteren 14 Tagen noch einmal.

In der Regel gebe ich von vornherein  $\frac{1}{2}$  S.-N. und warte dann 14 Tage ab, um dann eventuell noch einmal  $\frac{1}{2}$  S.-N. zu applizieren. Fig. 47 zeigt die Lagerung des Armes bei Bestrahlung des Ellenbogens. Dabei sitzt der Patient möglichst vornüber gebeugt und stützt den anderen Ellenbogen auf den Oberschenkel.

Schwierigkeiten können entstehen bei Bestrahlung großer Flächen. Um eine möglichst gleichmäßige Wirkung auf große Flächen zu erhalten, teilt man sie in kleinere Bezirke

Fig. 47.

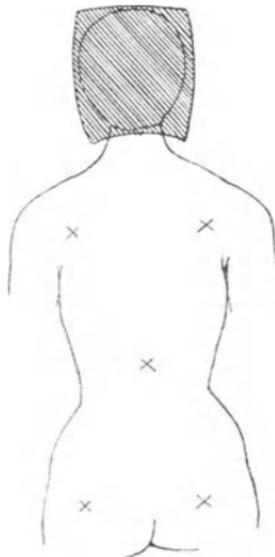


Lagerung des Arms bei Bestrahlung des Ellenbogens.

ein und verschiebt die Röhre während der Sitzung (mehrstellige Totalbestrahlung). Handelt es sich z. B. um ausgebreitete Eruptionen, welche den Rücken und das Gesäß befallen haben, so stellt man die Röhre erst über der rechten, dann über der linken Schulter, dann über der Mitte des Rückens und über den beiden Nates auf und gibt jedesmal  $\frac{1}{3}$  S.-N., ohne den einen Bezirk während der Bestrahlung des anderen abzudecken (cf. Fig. 48). Man arbeitet also mit Ueberkreuzung der Bestrahlungsfelder. In der Regel erzielt man auf diese Weise eine sehr gleichmäßige Wirkung auf die ganze Rückfläche des Rumpfes. Sollten

einzelne Herde, die zwischen den einzelnen Röhrenstellungen gelegen waren, nicht genügend beeinflußt worden sein, so werden diese nach 8 Tagen noch einmal besonders bestrahlt. Aehnlich verfährt man bei ausgebreitetem Exanthem auf Brust- und Bauchhaut: Röhre über der rechten und linken Schulter, über dem Sternum, über der rechten und linken Bauchseite. Dosis pro loco:  $\frac{1}{3}$  S.-N.

Fig. 48.



Röhrenstellung und Abdeckung bei Totalbestrahlung des Rückens.  
(Die Kreuze bezeichnen den Fußpunkt des vom Fokus auf die Haut gefällten Lotes.)

Etwas schwierig sind auch Herde zwischen den Fingern oder zwischen den Zehen zu behandeln. Handelt es sich um die Finger, so lasse ich diese möglichst spreizen und gebe dorsal und palmar je  $\frac{1}{3}$  S.-N.

Handelt es sich um die Zehen, so verfare ich genau so, nur muß die Spreizung der Zehen mechanisch durch zwischengelegte Holzstückchen oder kleine Wattebäusche herbeigeführt werden. Noch besser ist die Bestrahlung

durch ein zwischen die Zehen geschobenes kleines Bleiglas-spekulum.

In den seltenen Fällen, in welchen die Psoriasis auf die üblichen Dosen bei mittelweicher Strahlung nicht reagiert, muß man die Plaques durch vorangehende Hyperämisierung (Bestreichen mit der Hochfrequenz-Vakuum-Elektrode bis zur leichten Rötung) für Röntgenstrahlen empfindlicher zu machen suchen oder aber man kann einen Versuch mit harten Strahlen machen, besonders dann, wenn es sich um tiefergreifende Infiltrationen handelt. Am besten wird dann eine Strahlung von 10 We. angewandt, die durch 3 mm Aluminium filtriert ist. Dosis:  $1\frac{1}{2}$ —2 S.-N. = ca.  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  E.-D.

### Ekzem.

Von den Ekzemen kommen für die Röntgenbehandlung nur die subakuten und chronischen Formen in Betracht, und zwar werden alle Arten, schuppende, nässende, tylothische und rhagadiforme gleich günstig beeinflußt und mitunter schon durch einmalige Applikation von  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. zur Heilung gebracht.

Auch hier sollte man meines Erachtens gleich von vornherein die Röntgenbestrahlung anwenden, die gegenüber der oft nutzlosen Salbenapplikation die gleichen Vorteile bietet wie bei der Psoriasis, wenigstens bei den stark juckenden Ekzemen der Hände, der Anal- und Genitalregion, bei welchen der quälende Juckreiz in prompter Weise beseitigt wird. Ich kenne kein Mittel, welches das Jucken in so eklatanter Weise beeinflußt, wie die Röntgenstrahlen, die hierin auch den Hochfrequenzströmen bei weitem überlegen sind.

Nässende Flächen überhäuten sich, Rhagaden heilen, die Infiltration und Hyperkeratose schwindet — meist spätestens 8—14 Tage nach der Bestrahlung. Auch die intertriginösen Ekzeme in den Inguinalfurchen, Achselhöhlen unterhalb der Mammae und hinter den Ohren bilden ein dankbares Feld für die Röntgenbehandlung, ebenso das Ekzem der Nägel. Auch die Dysidrosis der Hände, selbst im akuten Bläschenstadium, reagiert prompt auf schwache Röntgenbestrahlungen. Man tut gut, die Patienten bei vorhandenem Jucken darauf aufmerksam zu machen, daß der Juckreiz nach der Bestrahlung

Fig. 50.

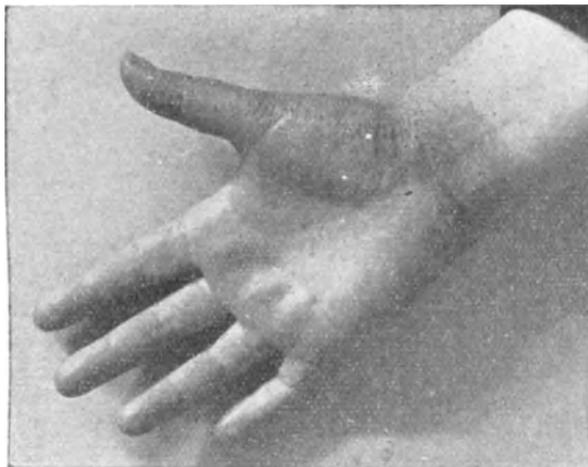
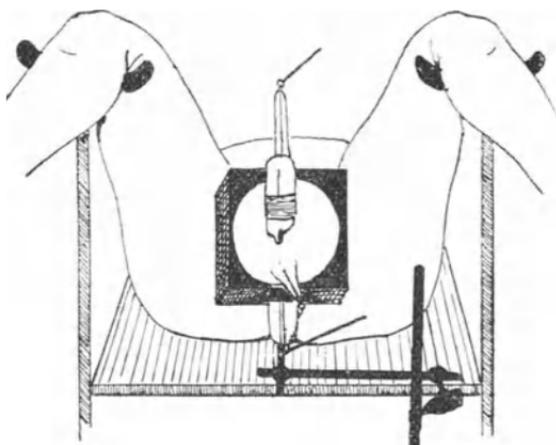


Fig. 49.



Nässendes Handekzem durch Röntgenbestrahlung geheilt, vorher 2 Monate lang auf der Klinik für Hautkrankheiten der Kgl. Charité ohne Erfolg mit Salbenverbanden behandelt (H. E. Schmidt).

Fig. 51.



Bestrahlung der Genitalgegend.

Fig. 52.



Bestrahlung der Analgegend.

zunächst bisweilen noch etwas stärker werden kann, dann aber in ca. 8 Tagen vollständig aufhört. Auch große Ausdehnung des Ekzems bildet keine Kontraindikation für die Röntgenbehandlung.

Rezidive kommen vor, weichen aber meist prompt einer neuen Bestrahlung.

Bezüglich der Dosierung und Abdeckung gilt dasselbe wie für die Psoriasis.

Ekzeme der Vulva werden in der aus Fig. 51 ersichtlichen Lagerung der Patientin bestrahlt, Ekzeme der Analgegend am besten in Knie-Ellenbogen-Lage (cf. Fig. 52). In refraktären Fällen kann man eine härtere Strahlung wie bei der Psoriasis anwenden; doch erreicht man nach meinen Erfahrungen damit meist auch nicht mehr.

Auch bei den Kinderekzemen kann man die Röntgenbehandlung anwenden, ohne etwa eine Wachstumsstörung befürchten zu müssen. Vorsicht ist bei Diabetikern am Platze, ebenso bei hellblonden und rothaarigen Individuen mit besonders zarter, weißer Haut (cf. S. 95!).

### **Pityriasis rosea.**

Die an sich harmlose und höchstens durch den Juckreiz lästige Pityriasis rosea reagiert recht prompt auf Röntgenbehandlung. Diese Methode ist bei der meist sehr ausgebreiteten Dermatoze indiziert, wenn man möglichst bequem und möglichst schnell zum Ziele kommen will. Man appliziert pro loco  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. und wiederholt die Bestrahlung im Bedarfsfalle in gleicher Weise nach 1—2 Wochen. Meist wird mehrstellige Totalbestrahlung in der bei der Psoriasis des Rumpfes angegebenen Weise (S. 154) erforderlich sein.

### **Lichen simplex chronicus (Vidal).**

Bei der von den Franzosen als „Neurodermite“ bezeichneten, durch Lichenifikation der Haut und heftigen Juckreiz charakterisierten Erkrankung, welche in Form von umschriebenen Plaques mit Vorliebe in der Nackengegend lokalisiert ist, aber auch an anderen Körperstellen, mitunter in strichförmiger Anordnung (Neurodermite en bandes) auftreten kann, ist die Röntgenbehandlung die Therapie der Wahl.  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. genügt in den meisten

Fällen, um den Juckreiz, der so heftig sein kann, daß er den Patienten die Nachtruhe raubt, zu beseitigen und die Infiltration zur Resorption zu bringen.

Sollte die Infiltration und Lichenifikation der Haut 14 Tage nach der Bestrahlung nicht verschwunden sein, so müßte eine zweite Bestrahlung in derselben Weise vorgenommen werden. Ich habe eine große Anzahl derartiger Fälle behandelt und geheilt und kenne keine andere Methode, die in so sicherer, rascher und bequemer Weise zum Ziele führt.

Rezidive sind nicht seltener und nicht häufiger als nach Salbenbehandlung und machen eine Wiederholung der Bestrahlung erforderlich. Die Anwendung einer härteren Strahlung wird kaum je nötig sein.

### Lichen ruber planus.

Die Knötchen des Lichen ruber planus reagieren ebenso wie der lästige Juckreiz meist prompt auf die Röntgenbestrahlung. Da es sich immer um ausgebreitete Eruptionen handelt, ist mehrstellige Totalbestrahlung in der bei der Psoriasis angegebenen Weise (S. 154) erforderlich. Dosis pro loco  $\frac{1}{3}$  S.-N. Wiederholung nach 10—14 Tagen, in hartnäckigen Fällen  $\frac{1}{2}$  S.-N., dabei durch Ueberkreuzung der Bestrahlungsfelder meist leichtes Erythem.

Die Knötchen kommen zur Resorption unter Hinterlassung einer ganz typischen graubraunen Pigmentierung, die langsam verschwindet.

Bei sehr ausgebreiteten Eruptionen kann man gleichzeitig Arsen geben. Im allgemeinen aber dürfte die Röntgentherapie der Arsenmedikation vorzuziehen sein. Sie wirkt schneller, und es sind keine Schädigungen zu befürchten, während gerade beim Lichen ruber planus das Arsen meist in so hohen Dosen und so lange Zeit gegeben werden muß, daß die Gefahr einer Arsenintoxikation ziemlich nahe liegt.

Auch beim Lichen ruber acuminatus dürfte ein Versuch mit der Röntgenstrahlenbehandlung durchaus angebracht sein, eventuell in Kombination mit der Arsenmedikation.

Erfahrungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen bei dieser seltenen Dermatose liegen meines Wissens bisher noch nicht vor.

**Lichen ruber verrucosus.**

Die derben, prominenten, umschriebenen Infiltrate des Lichen ruber verrucosus, die mit Vorliebe an den Unterschenkeln lokalisiert sind und den Patienten besonders

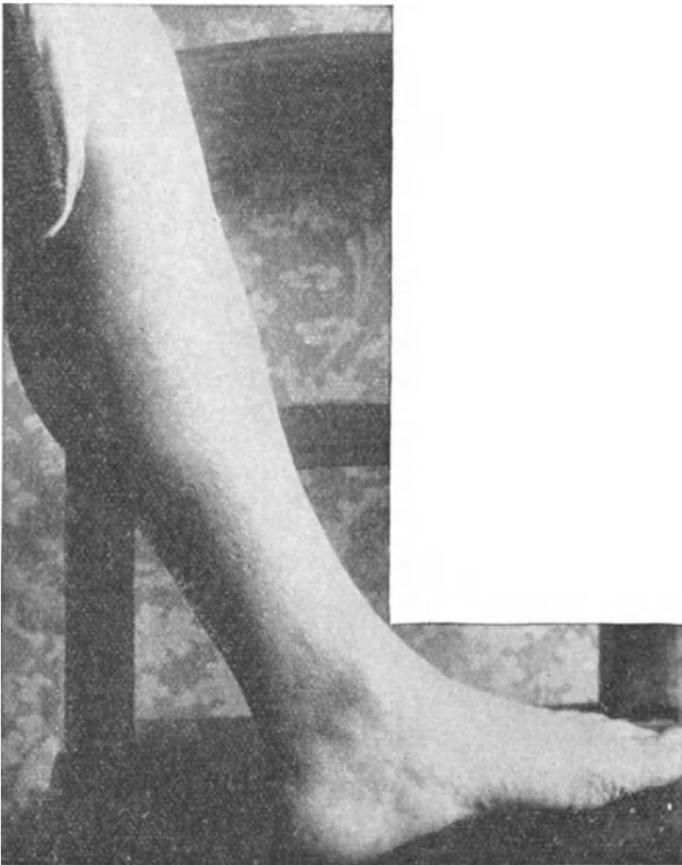
Fig. 53.



Lichen ruber verrucosus vor der Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

durch den heftigen Juckreiz belästigen, auf Arsen nicht reagieren und auch sonst dermatologisch kaum zu heilen sind, werden durch Röntgenstrahlen zur Resorption gebracht. Der Juckreiz hört schon nach Applikation von  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. auf, während zur völligen Resorption des Infiltrates  $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$  S.-N., mitunter öfter in den

Fig. 54.



Völlige Heilung nach Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

nötigen Pausen appliziert, erforderlich ist. Abdeckung der Umgebung.

Die Heilung kann ohne Narbenbildung erfolgen, häufiger ist das Gegenteil der Fall. Bei sehr derben, verrukösen Formen ist vielleicht die Anwendung einer harten Strahlung von 10 We., durch 3 mm Aluminium filtriert, mehr zu empfehlen. Dosis: 3 S.-N. (= ca.  $\frac{3}{4}$  E.-D.), Wiederholung nach 4 Wochen, Abdeckung der Umgebung.

### **Prurigo.**

Die Röntgenbehandlung der Prurigo wird besonders von Wetterer warm empfohlen, Der Juckreiz schwindet rasch, die Knötchen werden resorbiert. Technisch schwierig ist die Behandlung bei kleinen Kindern, die nicht ruhig liegen. Bezüglich der Dosen und der Strahlenqualität gilt dasselbe, wie bei der Psoriasis und beim Ekzem. Rezidive sind auch durch die Röntgenbehandlung nicht zu verhüten. Eigene Erfahrungen fehlen.

### **Akneloid.**

Die auch unter dem Namen Dermatitis papillaris capillitii (Kaposi) bekannte Erkrankung, welche fast ausschließlich in der Nackengegend an der Haargrenze auftritt und zur Bildung harter, keloidartiger, meist follikulärer Infiltrate führt, bildet eine strikte Indikation für die Röntgenbehandlung.

Ich selbst habe mehrere Fälle behandelt und geheilt; die Heilung scheint eine definitive zu sein, wenigstens konnte ich einen Fall über 1 Jahr beobachten, ohne daß ein Rezidiv auftrat. In der Regel kommt man mit  $\frac{3}{4}$  S.-N. bei 5—7 We. in Pausen von 3—4 Wochen zum Ziel. Doch ist eine harte Strahlung von 10 We., durch 3 mm Aluminium filtriert, noch mehr zu empfehlen. Dosis: 3 S.-N. (= ca.  $\frac{3}{4}$  E.-D.), Wiederholung nach 4 Wochen.

### **Akne vulgaris.**

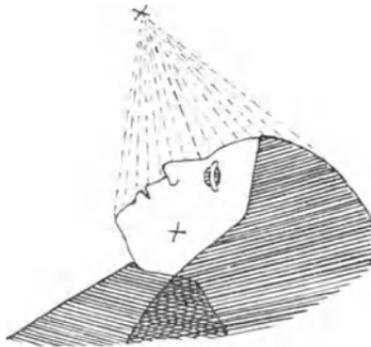
Die Akne bildet keine strikte Indikation für die Röntgenbehandlung. Sie soll nur in hartnäckigen Fällen angewandt werden, die gegen andere Behandlungsmethoden refraktär sind.

In solchen Fällen ist dann allerdings die Wirkung der Röntgenstrahlen geradezu verblüffend.

Die Infiltrate schrumpfen sehr rasch, auch Komedonen verschwinden. Pusteln trocknen ein. Auch sehr tief liegende alte Infiltrationen kommen zur Resorption. Eine gleichzeitig bestehende Rosacea wird ebenfalls immer erheblich gebessert.

Was die Technik anbelangt, so müssen die Bestrahlungen so dosiert sein, daß höchstens ein leichtes Erythem auftritt. Für die Akne des Gesichtes hat sich mir folgender Modus als ausreichend bewährt: 3 Röhrenstellungen, 1. Fokus über der Nasenwurzel, 2. Fokus über der rechten Wange,

Fig. 55.



Röhrenstellung und Abdeckung bei Totalbestrahlung des Gesichtes.  
(Die Kreuze bezeichnen den Fokus, resp. den Fußpunkt des vom Fokus auf die Haut gefällten Lotes.)

3. Fokus über der linken Wange, jedesmal  $\frac{1}{3}$  S.-N. bei 5—7 We. Wiederholung in der gleichen Weise nach 8 Tagen, eventuell noch einmal nach weiteren 14 Tagen. Abgedeckt wird Hals, Brust, Schulter, behaarter Kopf und die Augen, letztere am besten mit entsprechenden ovalen Bleiplättchen, die mit Leukoplast fixiert werden (cf. Fig. 55). Die Abdeckung geschieht nicht, um die Kornea oder die Netzhaut zu schützen, welche durch derartige kleine Strahlungsmengen kaum geschädigt werden können, sondern um einen Ausfall der Wimpern und Augenbrauen zu verhüten. Noch schneller kommt man zum Ziel, wenn man statt  $\frac{1}{3}$  S.-N. von vornherein  $\frac{1}{2}$  S.-N. pro loco appliziert. Durch Ueberkreuzung der Bestrahlungsfelder kommt eine

recht gleichmäßige Wirkung zustande, nach etwa 14 Tagen tritt schwaches, wenig auffallendes Erythem auf, das in weiteren 8 Tagen abgeheilt ist, die Haut wird dann völlig normal. Nach Abheilung der Reaktion lasse ich der Röntgenbestrahlung in der Regel eine Lichtbestrahlung (Quarzlampe) folgen, die zu einem ganz leichten Erythem führt. Erst nach Abheilung der Lichtreaktion folgt dann im Bedarfsfalle wieder eine Röntgenbestrahlung. Für die Akne des Rückens ist bei grosser Ausbreitung mehrstellige Totalbestrahlung in der bei der Psoriasis angegebenen Weise (S. 154) erforderlich.

Auch die Rezidive scheinen mir nach Röntgenbestrahlung seltener zu sein als nach anderen Behandlungsmethoden.

Vor allzu häufiger Anwendung kräftiger Bestrahlungen, welche starke Erytheme zur Folge haben, ist natürlich dringend zu warnen, weil sonst Hautatrophie und Teleangiektasiebildung zu erwarten ist. Im übrigen habe ich gerade bei der Akne faciei trotz mehrfacher Röntgen-Erytheme niemals eine Hautatrophie oder Teleangiektasien gesehen, auch nicht in Fällen, die ich 3—4 Jahre nach der Behandlung beobachten konnte.

Bei brünetten Individuen tritt außer dem Erythem auch Braunfärbung der Haut, mitunter auch ohne Erythem, auf, die natürlich wieder verschwindet. Es ist zweckmäßig, die Patientinnen auf die zu erwartende Reaktion vorher aufmerksam zu machen. Auch bei der als Akne necrotica (Boeck) s. Akne varioliformis (Hebra) bezeichneten Form habe ich glänzende Resultate mit Röntgenbehandlung erzielt.

### **Rhinophyma.**

Auch beim Rhinophyma ist die Röntgenbehandlung mit Erfolg angewandt worden (Strebel, Wetterer). Die Erfolge dürften heute bei Verwendung einer harten Strahlung (10 We.) und Filtration durch 3 mm Aluminium noch besser sein. Bestrahlung von 2—3 Seiten, Dosis pro loco 2—3 S.-N. Eigene Erfahrungen fehlen.

### **Furunkulosis.**

Die Furunkulose ist zuerst von Freund mit Röntgenstrahlen behandelt worden. Bei der zirkumskripten Furunkulose, z. B. der Nackengegend, appliziert man am besten  $\frac{1}{2}$  E.-D. und wartet dann 14 Tage ab. Ist der Erfolg

nicht zufriedenstellend, wird die gleiche Dosis noch einmal, eventuell auch noch öfter, verabfolgt. Bei ausgebreiteter Furunkulose z. B. des Rückens ist mehrstellige Totalbestrahlung in der bei der Psoriasis angegebenen Weise (S. 154) erforderlich. Dosis pro loco zunächst  $\frac{1}{3}$  S.-N., nur in hartnäckigen Fällen  $\frac{1}{2}$  S.-N.

Auch sehr umfangreiche Infiltrate kommen meist rasch — gewöhnlich schon nach einmaliger Applikation von  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. — zur Resorption. Abszesse müssen natürlich inzidiert werden. Sind die Furunkel schon zentral erweicht, wird das Fortschreiten der Erweichung durch die Bestrahlung in der Regel rapide beschleunigt, so daß dann natürlich durch eine kleine Inzision für den Abfluß des Eiters gesorgt werden muß. Ueberhaupt wirken die Röntgenstrahlen bei abgegrenzten Eiterungen günstig. So hat Evler Heilung von Karbunkeln und einer ausgebreiteteten Sehnenscheidenphlegmone der Hand durch Röntgenbestrahlung erzielt.

Speziell bei der Furunkulose halte ich die Röntgenbehandlung jeder anderen Methode für überlegen. Sie bietet außerdem den Vorteil, daß auf dem einmal bestrahlten Gebiete in der Regel niemals wieder neue Furunkel entstehen.

### **Pemphigus vegetans.**

Bei dieser seltenen Form des Pemphigus ist ein Versuch mit Röntgenstrahlen durchaus angebracht (Wetterer 1908), zumal jede andere Therapie aussichtslos ist; die Vegetationen heilen ab; Rezidive sind nicht zu vermeiden. Man appliziert pro loco  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. und wartet zunächst 8—14 Tage ab, um dann eventuell die gleiche Dosis noch einmal zu geben.

### **Lupus erythematodes.**

Der Lupus erythematodes des Gesichtes reagiert mitunter prompt auf schwache Röntgenbestrahlungen, gerade so wie auf Licht- oder Salbentherapie, mitunter ist er refraktär.

Ein Versuch ist wohl wegen der bequemen und für den Patienten angenehmen Applikation in jedem Falle gestattet. Man gibt auf die rechte und linke Wange je  $\frac{1}{3}$  resp.  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. und wiederholt die Bestrahlung in gleicher Weise nach 1 resp. 2 Wochen, um dann wieder etwa

2 Wochen abzuwarten. Stärkere Reaktionen sind zu vermeiden, allenfalls sind ganz leichte Erytheme zulässig. Abdeckung wie bei der Akne vulgaris.

Auch in einem Falle von Lupus erythematodes des behaarten Kopfes, der allen anderen bis dahin angewandten Methoden getrotzt und zu narbig-atrophischen Stellen — auf dem Hinterkopf von fast Handtellergröße — geführt hatte, konnte ich die an allen Stellen noch vorhandene entzündliche Randinfiltration dadurch beseitigen, daß ich in Pausen von 2—3—4 Wochen auf Schädeldach, Hinterkopf und seitliche Schädelpartien je  $\frac{1}{3}$  S.-N. bei 5—7 We. applizierte. Ob der Prozeß damit für immer zum Stillstand gekommen ist, kann ich bei der Kürze der Beobachtungszeit nicht sagen.

### Sklerodermie.

Bei der umschriebenen Form der Sklerodermie kommt entweder die Elektrolyse nach Brocq oder die Röntgenbehandlung in Frage (Belot 1903, Hübner 1906); die letztere sollte wegen der Schmerzlosigkeit des Verfahrens zuerst versucht werden. Man appliziert am besten 3 S.-N. mit einer Strahlung von ca. 10 We., filtriert durch 3 mm Aluminium und wartet dann zunächst 14 Tage ab.

### Elephantiasis.

Elephantiasische Verdickungen der Haut, wie sie z. B. nach häufigeren Erysipelen entstehen, lassen sich durch Röntgenbehandlung oft beseitigen. Ein Versuch ist bei der Aussichtslosigkeit anderer Behandlungsmethoden jedenfalls immer empfehlenswert. Den auffallendsten Erfolg sah ich in einem Falle von Elephantiasis faciei, die infolge häufigerer Erysipele entstanden war. Die ganze Gesichtshaut war stark verdickt, so daß die Augen nur als schmale Spalten sichtbar waren; die Patientin hatte dadurch ein geradezu stupides Aussehen bekommen. Es handelte sich wohl gemerkt nicht etwa um ein chronisches Oedem, sondern um wirkliche Bindegewebshyperplasie.

Durch Röntgenbehandlung wurde die Physiognomie der Patientin völlig verändert, besonders dadurch, daß infolge der Schrumpfung des hyperplastischen Bindegewebes die Augenlider, welche durch ihre Verdickung die starke Verengung der Augenlidspalten bedingt hatten, wieder ihre

normale Beschaffenheit annahmen, wodurch erstens die Augen fast doppelt so groß erschienen als vorher und zweitens die normalerweise vorhandenen Falten am oberen Augenlid zwischen Wimpern und Augenbrauen, die vorher vollkommen verstrichen waren, wieder zutage traten und so die ganze Umrahmung des Auges, von der bekanntlich der „Ausdruck“ des Auges bestimmt wird, eine andere wurde.

Die Röntgenstrahlen hatten dem völlig „geschwollenen“, stupiden Gesicht wieder ein ausdrucksvolles, intelligenteres Aussehen verschafft. Bei der Elephantiasis sind kleine Dosen erforderlich. Wenn auch in dem geschilderten Fall der Erfolg mit einer mittelweichen unfiltrierten Strahlung erzielt wurde, so dürfte sich doch noch mehr die Anwendung einer harten Strahlung von ca. 10 We, filtriert durch 3 mm Aluminium, empfehlen. Von dieser Strahlung werden 2 S.-N. pro loco appliziert. Danach Pause von 2 Wochen, dann eventuell Wiederholung der Bestrahlung in der gleichen Weise.

### **Granulosis rubra nasi.**

Ueber günstige Beeinflussung der sonst schwer zugänglichen Dermatoze hat Brandle (1911) berichtet. In 4 Fällen konnte Rückbildung der Knötchen erzielt werden, während die abnorme Schweißsekretion noch sehr lange anhielt. Sollte eine mittelweiche Strahlung von 5—7 We. nicht zum Ziele führen, so dürfte sich eine harte von ca. 10 We. filtriert durch 3 mm Aluminium empfehlen. Man wird am besten  $\frac{3}{4}$  S.-N. bei 5—7 We. oder 3 S.-N. bei ca. 10 We. mit 3 mm Aluminium auf beide Nasenflügel applizieren und dann ca. 4 Wochen warten.

### **Seborrhoea oleosa.**

Die fettige Beschaffenheit der Gesichtshaut verschwindet nach schwachen Röntgenbestrahlungen. Bezüglich der Röhrenstellungen gilt dasselbe wie bei der Akne vulgaris. Man wählt am zweckmäßigsten eine Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert und appliziert 1—2 S.-N. auf Stirn und beide Wangen. Wiederholung nach 8 bis 14 Tagen. Meist kommt man auch mit einer Strahlung von 5—7 We. ohne Filtration zum Ziel. Dosis pro loco:  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N.

### Hyperhidrosis.

Die lokalisierte Hyperhidrosis, besonders der Handfläche, Fußsohlen und Achselhöhlen wird durch Röntgenbehandlung auf die Norm reduziert (Pusy, Buschke und Verfasser, Müller, Kromayer). Man appliziert  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{4}{5}$  S.-N. bei 5—7 We. auf jede Palma und dann noch auf sämtliche Fingerkuppen, welche durch eine Bleiblechplatte mit entsprechendem Ausschnitt „spargelbeetartig“ hindurchgesteckt werden. Noch empfehlenswerter ist eine harte Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert, von der dann auf jede Palma 2—3 S.-N. appliziert werden. Dann Pause von 3—4 Wochen.

### Hidrocystadenom.

In einem Fall von Hidrocystadenom konnten Joseph und Siebert einen eklatanten Erfolg durch Röntgenbestrahlung erzielen. Die Technik dürfte am zweckmäßigsten der bei der Hyperhidrosis geschilderten entsprechen. Ein Versuch erscheint in jedem Falle angebracht. Eigene Erfahrungen fehlen.

### Ichthyosis.

Gute Erfolge werden von Duncan und Skinner mitgeteilt. Ein Fall von Sommer verhielt sich refraktär. Ich selbst sah in einem Falle von Ichthyosis hystrix, in welchem experimenti causa nur eine umschriebene Stelle bestrahlt wurde, an dieser Stelle die mehrere Millimeter hohen schwärzlichen Hornwucherungen völlig verschwinden. Nach mehreren Wochen trat allerdings ein Rezidiv ein.

Jedenfalls ist ein Versuch mit Röntgentherapie in allen exzessiven Fällen von Ichthyosis bei der Aussichtslosigkeit anderer Maßnahmen gestattet.

Man wird am besten  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. in den nötigen Pausen applizieren und in refraktären Fällen 3 S.-N. bei ca. 10 We. und 3 mm Aluminium geben.

### Keratoma hereditarium palmare et plantare.

Da alle mit starker Hyperkeratose einhergehenden Hauterkrankungen in günstigster Weise durch Röntgenbestrahlung beeinflußt werden, dürfte auch beim Keratoma hereditarium palmare et plantare ein Versuch am Platze sein. Technik etwa wie beim Lichen ruber verrucosus. Eigene Erfahrungen fehlen.

### Dariersche Dermatose.

In einem Fall von Darierscher Dermatose konnte Ritter durch Röntgenbestrahlung Heilung erzielen, die noch nach  $1\frac{1}{2}$  Jahren bestand. Bei der unsicheren Wirkung aller anderen Mittel dürfte Röntgenbehandlung in jedem Falle indiziert sein. Man wird zunächst versuchen, mit  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. pro loco zum Ziel zu kommen, eventuell auch größere Dosen oder härtere Strahlung und Filtration anwenden. Eigene Erfahrungen fehlen.

### Hypertrichosis.

Die Meinungen über die Röntgenbehandlung der Hypertrichosis der Frauen, die fast ausschließlich hier in Frage kommt, sind auch heute noch geteilt. Einige Autoren treten auch heute noch für sie ein, die Mehrzahl verwirft sie, und auch ich möchte vor der Röntgenbehandlung des Frauenbartes mit den üblichen mittelweichen Strahlen warnen.

Es gelingt nicht so leicht wie auf dem Schädeldach, einen unkomplizierten Haarausfall zu erzielen, sondern meist ist das nicht ohne Erythem möglich. Die Haare wachsen nach 4—6 Wochen wieder nach, allerdings dann mitunter schon etwas spärlicher, und es muß von neuem bestrahlt werden. Durch öftere Wiederholung gelingt es dann schließlich, im Verlaufe von 1—2 Jahren eine definitive Haarlosigkeit zu erzielen, höchstens wachsen noch ganz vereinzelt, eigenartig gekrümmte, farblose Haare nach, aber die häufigen Erytheme haben doch meist eine Hautatrophie mit Teleangiektasiebildung zur Folge. Ganz anders liegen aber die Dinge, wenn man nach dem Vorgange von Albert Weil (Paris) eine härtere Strahlung benutzt. Wenn man auch mit einer unfiltrierten Strahlung von 10—12 We. gerade so gute Epilation ohne Erythem erzielen kann, wie mit einem 1, 2, 3 oder 4 mm dicken Aluminiumfilter, so verwende ich doch jetzt fast ausschließlich 3 mm Aluminium.

In Frage kommt die Röntgentherapie eigentlich nur in den Fällen, in welchen es sich um einen wirklichen Vollbart, um besonders dicht stehende, dünne, dunkle Haare, die der Elektrolyse kaum zugänglich sind, handelt, und auch hier wird man sich zweckmäßig mit einer Besserung, einer relativen Haarlosigkeit begnügen.

Bei einer unbedeutenden Hypertrichosis der Oberlippe oder bei einzelnen stärkeren Haaren am Kinn rate ich von der Röntgenbehandlung ab und wende die nur vorübergehend wirkenden Depilatorien (Rusma Türccorum usw.) oder die Elektrolyse an.

Handelt es sich um einen förmlichen Vollbart, so sind 4 Röhrenstellungen erforderlich: Fokus über beiden Wangen, über dem Mund und über dem Unterkinn. Es werden jedesmal ca. 2 S.-N. bei 10 We. und 3 mm Aluminium appliziert, abgedeckt nur der behaarte Kopf, die Augen, die Brust und die Schultern (cf. Fig. 55); durch Ueberkreuzung der Bestrahlungsfelder werden tatsächlich pro loco etwas mehr als 2 S.-N. appliziert. Doch ist das belanglos, da die Erythem-Dosis erst bei etwa 4 S.-N. liegt. Nach 2 bis 3 Wochen pflegt Haarausfall einzutreten. Zu warnen ist vor scharfer Abdeckung in Rücksicht auf Pigmentierungen, die dann durch die scharfe Begrenzung sehr auffallend sind.

Erytheme treten fast niemals auf, dagegen prompter Haarausfall. Es empfiehlt sich, schon vor dem Wiederwachsen der Haare — aber frühestens 4 Wochen nach der ersten Bestrahlung — die gleiche Dosis noch einmal zu applizieren.

Nach weiteren 6 Wochen wird dann noch einmal in der gleichen Weise bestrahlt. Meist ist dann die Alopecie eine dauernde. Atrophien oder Teleangiektasien habe ich bisher nach Anwendung dieser harten Strahlen nicht gesehen (längste Beobachtungszeit 2 Jahre).

Ich habe auch bei Männern starke Behaarung der Hände und der Brust, in einem Falle auch einen besonders weit in die Stirn und Schläfen vordringenden Haarwuchs auf diese Weise mit gutem Erfolge behandelt, wengleich derartige Fälle natürlich nur ganz ausnahmsweise in Frage kommen werden.

### Leukoplakia linguae.

Günstige Erfolge mit Röntgenstrahlen bei Leukoplakie haben Bissérié und Hallopeau erzielt. Ich selbst sah in einem derartigen Fall erhebliche Besserung nach zweimaliger Applikation von  $\frac{1}{2}$  S.-N. Die Plaques verschwanden zum größten Teil. In diesem selben Falle hatten sich auf leukoplakischen Herden an der Unterlippe kleine harte Tumoren entwickelt, die wohl als Karzinome anzusprechen

waren und sich ebenfalls nach Röntgenbestrahlung vollkommen zurückbildeten. Allerdings habe ich auch Fälle gesehen, die sich refraktär erwiesen. Leduc berichtet über einen Fall, in welchem die Leukoplakie durch eine einzige Röntgenbestrahlung völlig geheilt wurde. Bei der Aussichtslosigkeit anderer therapeutischer Maßnahmen ist jedenfalls ein Versuch mit Röntgenstrahlen bei der Leukoplakie empfehlenswert. Man gibt  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. und wiederholt die Bestrahlung im Bedarfsfalle nach einer, resp. nach zwei Wochen.

### Perniones.

Bei Frostbeulen wirken schwache Röntgenbestrahlungen sehr günstig; der Juckreiz und die Schmerzen werden besonders rasch gelindert, auch die Rötung und Schwellung kann sehr bald völlig verschwinden. Es sind kleine Dosen ( $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We.) zu applizieren.

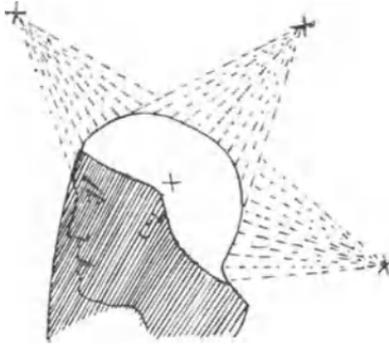
### Favus.

Für den Favus, eine so schwer zu heilende Krankheit, ist die Behandlung mit Röntgenstrahlen zurzeit die beste Therapie. Freund empfiehlt auch bei kleinen Favusherden die Epilation des gesamten Kopfhaares, um etwa in den Follikeln versteckte, nicht sichtbare Herde mit zu beseitigen und so eine Reinfektion von diesen verborgenen Herden aus zu verhüten.

Man bestrahlt in sitzender Stellung des Patienten, welcher vornübergebeugt die Stirn, resp. das Kinn auf einen Tisch stützt, sukzessive den Vorderkopf, den Hinterkopf und dann die seitlichen Partien des Schädels in 5—7 Stellungen: Hinterkopf; Schädelmitte; Vorderkopf; rechte Schädelseite (eventuell vorderer und hinterer Abschnitt); linke Schädelseite (eventuell vorderer und hinterer Abschnitt), immer ohne Abdeckung der benachbarten Schädelpartien, um trotz der Konvexität des Schädels doch eine möglichst gleichmäßige Wirkung auf die gesamte Schädeloberfläche zu erzielen (cf. Fig. 56) und verabfolgt pro loco eine Dosis, welche einen Haarausfall möglichst ohne entzündliche Erscheinungen zur Folge hat, also  $\frac{1}{2}$  S.-N. Man kann auch eine Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert benutzen und gibt dann pro loco 2 S.-N. Doch genügt gerade für die dünne Haut des behaarten Kopfes

in der Regel eine unfiltrierte mittelweiche Strahlung. Stärkere Reaktionen sind auf jeden Fall zu vermeiden, weil sonst der Haarwuchs nur unvollkommen oder gar nicht wieder eintritt. Bei lange bestehendem Favus ist ja der Haarwuchs nach der Behandlung an und für sich unvollkommen, weil die durch den Krankheitsprozeß hervorgerufene narbige Veränderung der Haut zu einer mehr oder weniger ausgedehnten Zerstörung der Follikel geführt hat. Ein Abweichen der bisweilen 1—2 cm hohen Skutula durch Salbenverbände ist nicht unbedingt erforderlich, sie werden nach 8—14 Tagen spontan abgestoßen und an ihrer

Fig. 56.



Röhrenstellung und Abdeckung bei Totalbestrahlung des behaarten Kopfes (Seitenansicht).

(Die Kreuze bezeichnen den Focus, resp. den Fußpunkt des vom Focus auf die Haut gefällten Lotes.)

Stelle sind dann meist flache Exkorationen vorhanden, die der Anfänger leicht als Folge der Röntgenbestrahlung ansehen könnte, während sie tatsächlich durch den favösen Krankheitsprozeß bedingt sind. Bemerkenswert, aber leicht verständlich ist die Tatsache, daß die erkrankten Haare viel schneller ausfallen als die gesunden.

Auch eine gleichzeitige Behandlung mit einer 5 proz. Karbolsalbe, wie sie Freund empfiehlt, ist nicht unbedingt erforderlich.

Es ist vielleicht sogar zweckmäßiger, jedenfalls nach dem Haarausfall, der 2—3 Wochen nach der Bestrahlung

eintritt, keine Salben anzuwenden. Sind nicht alle kranken Haare epiliiert, so bilden sich nämlich sehr rasch wieder neue kleinste Skutula, die durch Salbenverbände abgeweicht werden und so der Beobachtung entgehen könnten.

In der Regel gelingt es, in einer Sitzung den ganzen Schädel gleichmäßig zu epilieren, und zwar mit 5 Röhrenstellungen (cf. Fig. 56). Sollten ungenügend getroffene Krankheitsherde zurückbleiben, so müssen sie eben — unter Abdeckung der Umgebung! — nachbestrahlt werden. Bei zirkumskripten Herden habe ich in der Regel nur diese — unter Abdeckung weit im Gesunden — bestrahlt, also nicht den ganzen Kopf epiliiert und trotzdem fast immer Heilung erzielt; nur in einem Falle, in welchem offenbar nicht weit genug im Gesunden abgedeckt war, bildeten sich beim Nachwachsen der neuen Haare neue Skutula, so daß dieselbe Stelle von neuem epiliiert werden mußte. Trotzdem trat wieder reichlicher Nachwuchs von Haaren ein; bei öfterer Epilation dürfte das allerdings nicht der Fall sein, und darum ist es vielleicht auch bei zirkumskripten Herden sicherer, den ganzen Kopf zu epilieren, Gesicht, Hals und Schultern müssen natürlich bei der Bestrahlung abgedeckt werden. Auch der Favus der Nägel bildet ebenso wie andere Onychomykosen eine strikte Indikation für die Röntgenbehandlung. Man appliziert pro loco  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. und wiederholt die Bestrahlung nach etwa 2 Wochen, eventuell noch öfter in den nötigen Pausen, bis Heilung erreicht ist.

### Trichophytie.

Der oft zur Bildung tiefer Infiltrate führende Herpes tonsurans des Bartes ist sehr geeignet für die Röntgentherapie. Schon nach einer oder einigen wenigen schwachen Bestrahlungen, die zur Erzielung eines Effluviums der Haare genügen, tritt sehr bald eine Rückbildung der Infiltrate und nach dem Haarausfall radikale Heilung ein. Rezidive habe ich bisher nie beobachtet. Ueber gleich günstige Erfolge haben Grouven, Zechmeister, Lion und Freund berichtet. Auch die Trichophytien des behaarten Kopfes werden nach dem Vorgange Sabourauds am besten von vornherein mit Röntgenstrahlen behandelt. Es empfiehlt sich hier, die Haare kurz schneiden zu lassen, wenigstens in den Fällen, in welchen zahlreiche kleine

Herde vorhanden sind, und daher eine Epilation des ganzen behaarten Kopfes erforderlich ist.

Bei einzelnen Herden genügt es, wenn man nur diese bestrahlt, indem man einen Teil der anscheinend gesunden nächsten Umgebung in den Bestrahlungsbereich mit einbezieht und die weitere Umgebung abdeckt. Von Sabouraud wird gleichzeitige tägliche Pinselung des ganzen behaarten Kopfes mit folgender Lösung empfohlen:

Tinct. Jodi recenter parat. 2,0,

Alcohol. absolut. . . . 18,0.

Dadurch soll eine Infektion der gesamten Umgebung verhütet werden. Ich habe mich von dem Nutzen dieser Pinselungen ebenso wenig überzeugen können wie von dem Nutzen einer gleichzeitigen Karbolsalbenbehandlung beim Favus.

Ich habe gelegentlich doch in der mit Jodtinktur gepinselten Umgebung neue Herde auftreten sehen. Sowie die Haarlockerung beginnt, also 2—3 Wochen nach der Bestrahlung, sollen die gelockerten Haare möglichst vollständig epiliert werden. Sabouraud wendet außerdem dann noch mehrere Tage außer der Pinselung mit Jodtinktur Waschungen mit grüner Seife an. Sowohl die Makrosporie als auch die in Paris sehr häufige, in Deutschland und Oesterreich sehr seltene Mikrosporie heilen prompt nach Röntgenbestrahlung. Die ganze Therapie besteht in der Regel in einer einzigen Bestrahlung der erkrankten Partien. Gelegentlich der Mikrosporon-Epidemie in Schöneberg (1908) habe ich im Auftrage des Magistrats 26 Fälle mit Röntgenstrahlen nach meiner früher angegebenen kombinierten Dosierungsmethode behandelt.

In allen Fällen genügte eine einzige Bestrahlung der erkrankten Schädelpartien, um den gewünschten Haarausfall und damit Heilung zu erzielen.

Nur in 3 Fällen traten in der Umgebung der bestrahlten Herde noch vor dem Haarausfall — trotz der Jodtinkturpinselung — neue Herde auf, welche eine Nachbestrahlung erforderlich machten.

Die Technik ist die gleiche wie beim Favus, wenn es sich um eine totale Epilation handelt.

Beim Herpes tonsurans des Bartes ist auf jeden Fall eine harte Strahlung anzuwenden, wie bei der Hypertrichosis des Gesichtes. Bei 10 We. und 3 mm Aluminium sind 2 S.-N. zu applizieren.

### Sykosis.

Bei der Behandlung der Sykosis muß man einen Unterschied machen zwischen der mehr ekzematösen und der infiltrierenden, akneartigen Form. Bei ersterer kommt man bisweilen mit ganz schwachen Bestrahlungen, die nicht einmal zum Haarausfall zu führen brauchen ( $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N.), bei 5—7 We. zum Ziel. Sollte dann nach einigen Wochen ein Rezidiv eintreten, so muß die Behandlung wiederholt werden. Bei der zweiten Form kommt man ohne eine radikale Epilation durch die Röntgenstrahlen nicht aus. In solchen Fällen ist von vornherein eine harte Strahlung indiziert (10 We., 3 mm Aluminium, Dosis pro loco 2 S.-N.) Abdeckung wie bei Akne und Hypertrichosis. Mitunter genügt eine einmalige Epilation zur definitiven Heilung, mitunter stellt sich beim Nachwachsen der Haare ein — meist partielles — Rezidiv ein, welches eine Wiederholung der Bestrahlung erforderlich macht. Mitunter reagiert die sykotisch affizierte Haut besonders heftig, und zwar nicht mit einer gewöhnlichen Röntgendermatitis, sondern mit Pustel- und bisweilen auch mit Abszeßbildung. Dann muß die Behandlung sistiert und die Applikation feuchter Umschläge angewandt werden, bis die Reizerscheinungen geschwunden sind.

Man muß die Patienten anweisen, das Epilieren und Rasieren während der Behandlung zu unterlassen, um das Symptom der Haarlockerung konstatieren zu können. Man wählt 4 Röhrenstellungen: 1. Fokus über der linken Wange, 2. Fokus über der rechten Wange, 3. Fokus über dem Mund, 4. Fokus über dem Unterkinn. Abgedeckt wird nur der behaarte Kopf, Nase und Augen, Brust und Schultern.

Eine häufig gleichzeitig bestehende Erkrankung der Augenbrauen- und Wimperngegend wird mitunter durch ganz schwache Bestrahlungen zur Heilung gebracht, ohne daß es zum Ausfall der Augenbrauen und Wimpern kommt. Eine Schädigung des während der Bestrahlung geschlossenen Auges ist nicht zu befürchten, im Gegenteil bessert sich ein gleichzeitig vorhandener Konjunktivalkatarrh rasch nach Heilung der Blepharitis (Freund).

Was die Frage der Rezidive anbelangt, so verhalten sich — wie gesagt — die einzelnen Fälle verschieden. Bisweilen ist die Krankheit nach einer einmaligen gründlichen Epilation dauernd geheilt. Mitunter stellt sich aber

mit dem Wiederwachsen der Haare auch ein Rezidiv ein, so daß die Behandlung wiederholt werden muß. In sehr hartnäckigen Fällen, in denen immer wieder ein Rezidiv auftritt, ist eine definitive Heilung nur dann zu erzielen, wenn die Bestrahlungen so oft wiederholt werden, bis überhaupt keine Haare mehr nachwachsen.

Holzknicht empfiehlt, die 4 bis 6 Wochen nach dem Haarausfall nachwachsenden neuen, gesunden Haare mehrere Monate lang zu rasieren.

### Lupus vulgaris.

Für die Röntgenbehandlung kommen 2 Formen des Lupus vulgaris in Betracht, der Lupus tumidus — am häufigsten an der Nase und der Ohrmuschel lokalisiert — und der Lupus exulcerans. Bei beiden Formen ist die Röntgentherapie in den meisten Fällen eine Vorbehandlung. Die geschwulstartigen Lupusinfiltrate flachen sich bis zum Hautniveau ab, die Ulcerationen vernarben; gewöhnlich sind dann noch vereinzelte Knötchen übrig, die auf Röntgenstrahlen nur selten reagieren und am besten mit Finsenlicht weiterbestrahlt werden. In manchen Fällen ist freilich auch durch die X-Strahlen allein eine völlige Heilung möglich.

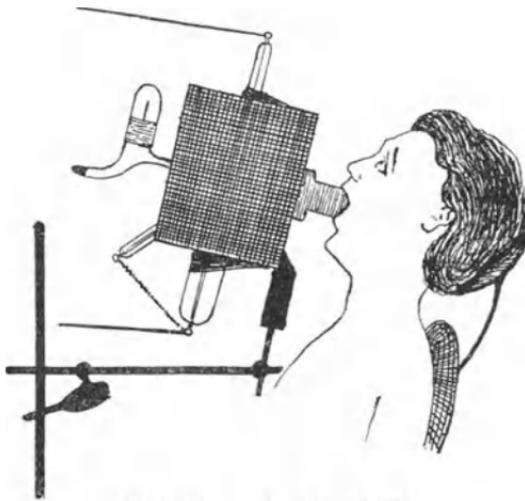
Die bei weitem häufigste Form, der flache, aus einzelnen im Hautniveau und tiefer gelegenen Knötchen sich zusammensetzende Lupus wird in der Regel nur wenig beeinflusst; hier feiert die Finsen-Therapie ihre schönsten Triumphe. Wir sehen auch hier wieder, daß die zu raschem Wachstum, bzw. zu raschem Zerfall neigenden Infiltratzellen besonders empfindlich für Röntgenstrahlen sind. Besonders leicht zu beeinflussen ist der sogen. Lupus follicularis. Hier genügt bisweilen eine zu leichter Hautrötung führende Röntgenbestrahlung, um dauernde Heilung zu erzielen.

Ein sehr dankbares Objekt für die Röntgenbehandlung bildet auch der Schleimhautlupus, soweit er den Strahlen zugänglich gemacht werden kann, also in den vorderen Teilen der Nasenhöhle, am Zahnfleisch und am harten Gaumen; hier ist oft völlige Heilung zu erzielen.

Was die Technik der Bestrahlung anbelangt, so wird eine lupöse Nase exakt 1—2 cm im Gesunden abgedeckt und dann von rechts, links und unten — bei letzterer

Stellung auch das Naseninnere — bestrahlt und jedesmal  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  S.-N. bei 5—7 We. appliziert. Selbst wenn durch Ueberschreitung der Bestrahlungsfelder eine etwas stärkere Reaktion auftritt, so ist das belanglos, da die stärkere Reaktion ja nicht im gesunden, sondern im hypertrophischen Lupusgewebe auftritt. Derartige Sitzungen werden in den nötigen Pausen von etwa 4 Wochen bis zur Abflachung der lupösen Wucherungen bezw. bis zur Vernarbung der lupösen Ulcerationen wiederholt, natürlich immer erst nach

Fig. 57.



Bestrahlung der Mundhöhle.

Abheilung der durch die vorhergehende Bestrahlung erzeugten Reaktion.

Beim Lupus der Ohrmuschel appliziert man auf die Vorder- und Rückseite unter exakter Abdeckung der Umgebung ebenfalls  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  S.-N. und wiederholt die Bestrahlung in den nötigen Pausen, bis der gewünschte Erfolg eingetreten ist. Bei Totalbestrahlung des Gesichtes ist die Technik die gleiche wie bei der Akne, nur wird man auch hier etwas größere Dosen, also von vornherein  $\frac{1}{2}$  S.-N. pro loco geben.

Der Lupus des harten Gaumens wird mittels eines Bleiglasspekulums bestrahlt. Ich verwende dazu das



Fig. 58. Lupus tumidus nasi vor der Röntgenbehandlung  
(H. E. Schmidt).



Fig. 59. Der gleiche Fall nach der Röntgenbehandlung.  
Bis auf einzelne kleine, auf der Abbildung nicht sichtbare  
Knoten geheilt, die nachträglich durch Finsenbehandlung  
beseitigt wurden (H. E. Schmidt).

Gundelachsche Spekulum von 2—3 cm Durchmesser und 8 cm Länge, das an dem Schutzkasten befestigt wird (cf. Fig. 57). Die richtige Einstellung des Lupusherd in die Oeffnung des Spekulum, das nicht direkt auf den Herd aufgesetzt, sondern  $\frac{1}{2}$ —1 cm davon entfernt sein soll, kontrolliert man vor und während der Bestrahlung durch Inspektion. Auch das Naseninnere wird in ähnlicher Weise durch ein Bleiglasspekulum von entsprechend geringerem Querschnitt bestrahlt. Natürlich muß man darauf achten, daß die Röhre gut zentriert ist, daß also die Röntgenstrahlen auch wirklich den Lupusherd treffen. Absichtlich stärkere Ulzerationen durch die Röntgenbestrahlung hervorzurufen ist auch beim Lupus überflüssig und unzulässig. Neben der direkten Strahlenwirkung auf die pathologischen Zellen kommt beim Lupus wohl auch die sekundäre Hyperämie als Heilfaktor in Betracht. Eine härtere Strahlung ist beim Lupus exulcerans und tumidus selten erforderlich. Höchstens bei wirklich geschwulstartigen Formen ist vielleicht eine Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert zweckmäßiger. Von dieser wird dann pro loco 2—3 S.-N. appliziert.

### Lupus pernio.

Der vorzugsweise an Nase, Ohren und Händen lokalisierte Prozeß, welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit Perionien darbietet, sich von diesen aber histologisch und in manchen Fällen auch klinisch durch das Auftreten von Lupusknötchen in den hyperämischen Zonen unterscheidet, wird durch Röntgenbestrahlung in der Regel gut beeinflußt. Die Haut wird wieder völlig normal, auch vorhandene Lupusknötchen habe ich vollkommen verschwinden sehen. Man appliziert  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. pro loco und wartet dann 14 Tage ab.

### Skrophuloderma.

Die tief liegenden großen Infiltrate des Skrophuloderma reagieren viel leichter auf Röntgenstrahlen als die Infiltrate des Lupus. Nicht ulzerierte Knoten kommen zur Resorption, Ulcerationen und Fisteln heilen rasch. Die ersten Fälle wurden von Aronstam (1901), Grouven und Zeisler mitgeteilt.

Es genügen meist kleine Dosen, etwa  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We., die nach Bedarf öfter in Pausen von mindestens

14 Tagen wiederholt werden müssen. Sollte sich ein Fall gegen diesen Bestrahlungsmodus refraktär zeigen, wie das wohl kaum vorkommen dürfte, so würde sich ein Versuch mit härterer Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert empfehlen und etwa 2 S.-N. pro loco zu applizieren sein.

Auch bei tuberkulösen Geschwüren und Fisteln am After dürfte in erster Linie ein Versuch mit Röntgenstrahlen indiziert sein.

### **Tuberculosis cutis verrucosa.**

Die verrukösen Formen der Hauttuberkulose bilden ein dankbares Feld für die Röntgenbehandlung, die in manchen Fällen zweckmäßig mit der Pyrogallus-Salbenbehandlung kombiniert werden kann.

Ich selbst habe völlige Heilungen gesehen; auch Leichentuberkel konnte ich wiederholt bei Kollegen definitiv beseitigen. Es sind relativ große Dosen erforderlich, am besten  $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$  S.-N. bei 5—7 We. in den nötigen Pausen öfter appliziert.

Gerade die verrukösen Tuberkuloseformen sind gegen die Finsenbehandlung meist refraktär, so daß hier in erster Linie die Röntgentherapie in Frage kommt.

Nur selten wird man eine härtere Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert benötigen und von dieser dann ca. 3 S.-N. applizieren.

### **Erythema induratum.**

Das Erythème induré (Bazin) lokalisiert sich in der Kutis und Subkutis der Extremitäten, besonders der Unterschenkel, im Gesicht, seltener an anderen Stellen. Die Effloreszenzen sind flache oder prominente, linsen- bis handtellergröße umschriebene oder allmählich in die Umgebung übergehende Infiltrationen von roter oder livider Färbung. Die Knoten können jahrelang unverändert bestehen, resorbiert werden oder auch ulcerieren und dann unter Narbenbildung abheilen. Die Affektion gehört zu den sogen. Tuberkuliden, deren Entstehung auf die Toxine der Tuberkelbazillen zurückgeführt wird.

Ich kann Ehrmann nur beistimmen, wenn er bei dieser Affektion die Röntgenbehandlung als Therapie der Wahl bezeichnet.

Man appliziert  $\frac{1}{2}$  S.-N. pro loco bei 5—7 We. und wartet dann 14 Tage ab. Eine härtere Strahlung wird kaum jemals erforderlich sein.

### Folliklis und Aknitis.

Die Folliklis und Aknitis sind wahrscheinlich identische Prozesse, welche, ebenso wie das Erythème induré, in die Gruppe der Tuberkulide gehören und sich in erster Linie durch ihre verschiedene Lokalisation unterscheiden. Die Folliklis befällt vorzugsweise die Streckseiten der Extremitäten, seltener Handteller, Fußsohlen, den behaarten Kopf und die Genitalien.

Die Aknitis befällt vorzugsweise das Gesicht, die Ohren und die seitlichen Halspartien. Die Einzeleruption ist immer ein Knötchen, das meist zentral erweicht und unter Narbenbildung abheilt.

Wenn die Affektion auch schließlich spontan heilt, so kann doch gelegentlich zur Beschleunigung der Abheilung die Röntgenbehandlung in Frage kommen. Man wird pro loco  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. applizieren und dann 14 Tage abwarten. Mitunter ist öftere Applikation der gleichen Dosis, natürlich immer in den nötigen Pausen von mindestens 14 Tagen, erforderlich.

### Rhinosklerom.

Beim Rhinosklerom, einer sonst durch externe und interne Therapie kaum zu beeinflussenden Erkrankung, sind günstige Erfolge durch Röntgenbehandlung erzielt worden. Die knorpelhaften Infiltrate bilden sich zurück, völlige Heilung ist möglich. Trotz der Seltenheit der Erkrankung sind die Erfahrungen schon ziemlich zahlreich (Gottstein 1902, Mikulicz und Fittig, Ranzi, Pollitzer, La-source, Steuermark, Wunderlich [16 Fälle], Sabat). Ist nur die Nase befallen, so wird diese von außen und innen (durch Spekulum) bestrahlt. Ist der Gaumen und Rachen, resp. der Kehlkopf beteiligt, so werden auch diese Regionen besonders bestrahlt, der Gaumen und Rachen durch ein Spekulum, der Larynx von außen (rechte und linke Seite). Es dürfte sich ausschließlich eine härtere Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert empfehlen. Pro loco werden dann 2—3 S.-N. appliziert in Pausen von etwa 3—4 Wochen.



Fig. 60. Rhinosklerom vor der Röntgenbehandlung (Sabat).

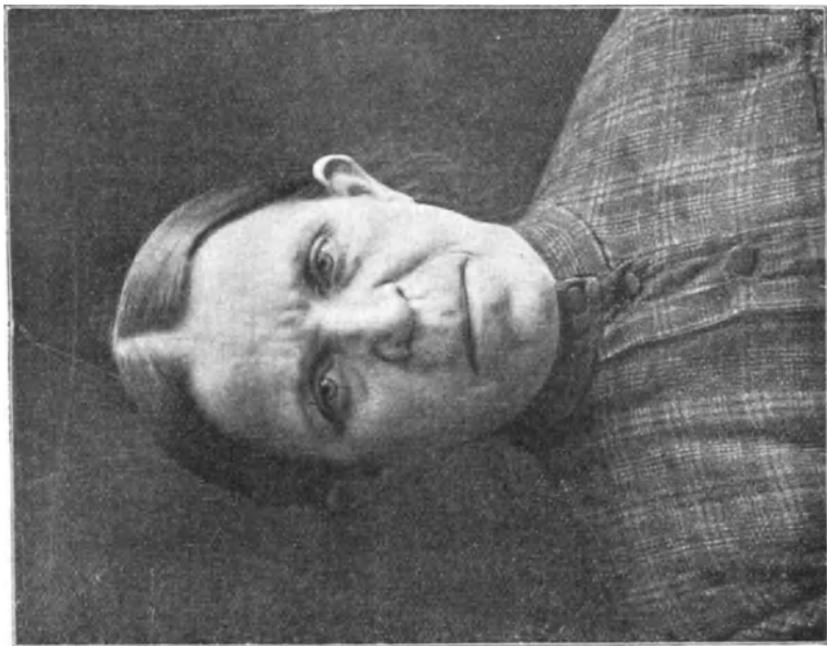


Fig. 61. Der gleiche Fall nach der Röntgenbehandlung (Sabat).

### Verruca.

Warzen aller Art, weiche, harte, juvenile, senile, schwinden meist prompt nach Röntgenbestrahlung. Das eine Mal reagieren die flachen, weichen, juvenilen Formen besser, das andere Mal die harten hyperkeratotischen.

Zu beachten ist, daß die Rückbildung oft ganz allmählich und sehr langsam, mehrere Wochen nach einer wirksamen Bestrahlung, erfolgen kann, zuweilen erst nach 3 Monaten (Kienböck).

Das Verfahren empfiehlt sich 1. bei sehr zahlreichen, dicht gedrängt stehenden kleineren Warzen, z. B. auf dem Handrücken, und 2. bei isolierten größeren, stark zerklüfteten Warzen.

Bei multiplen kleineren Warzen appliziert man am besten  $\frac{3}{4}$  S.-N. bei 5—7 We. und wartet dann 4 Wochen ab. Ist dann die Rückbildung noch nicht vollkommen, wird die gleiche Dosis noch einmal gegeben. Der Schutz der zwischen den Warzen gelegenen normalen Haut ist nicht unbedingt erforderlich, läßt sich jedoch durch Quecksilberpflastermull, Leukoplast oder Aufstreichen einer Wismut-Paste nach Dr. Wurm (Schaefers Apotheke, Berlin W.) bewerkstelligen.

Hautatrophie ist nach ein- oder zweimal aufgetretenem Erythem nicht zu befürchten. Ich selbst habe einen Fall, in welchem die Warzen nach öfter aufgetretenen Erythemen narbenlos verschwunden waren, 4 Jahre beobachtet, ohne daß ein Rezidiv oder Hautatrophie gefolgt wäre (Fig. 62 und 63).

Bei einzelnen großen Warzen wird scharf abgedeckt,  $\frac{3}{4}$  S.-N. appliziert und dann mindestens 4 Wochen abgewartet. Nach Wetterer empfiehlt es sich, von vornherein, jedenfalls aber in refraktären Fällen, eine härtere Strahlung von ca. 10 We., durch 3 mm Aluminium filtriert, zu benutzen. Von dieser wird 3 S.-N. gegeben; dann folgt eine Pause von 4 Wochen.

### Keloid.

Für die spontanen Keloide, wie sie z. B. bei jungen Mädchen auf Brust und Rücken im Anschluß an Akneeruptionen auftreten, ist die Röntgenbehandlung die einzig mögliche Therapie, da nach Exzision oder Elektrolyse in

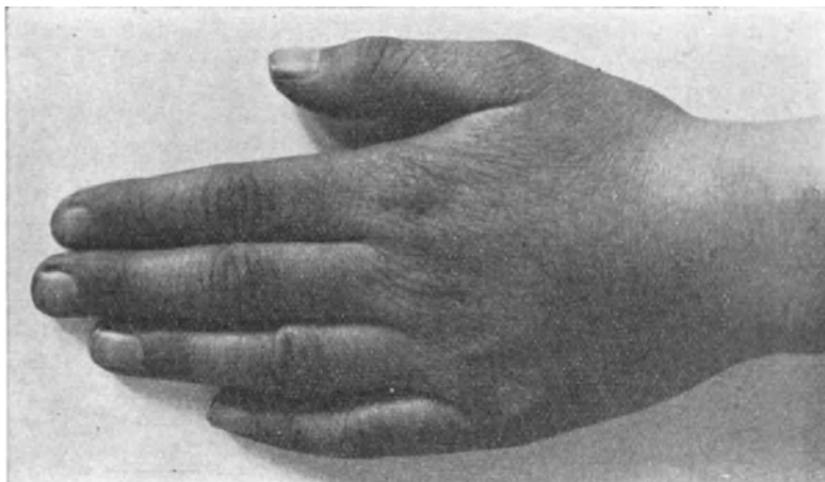


Fig. 63. Der gleiche Fall durch drei Röntgenbestrahlungen geheilt (H. E. Schmidt).

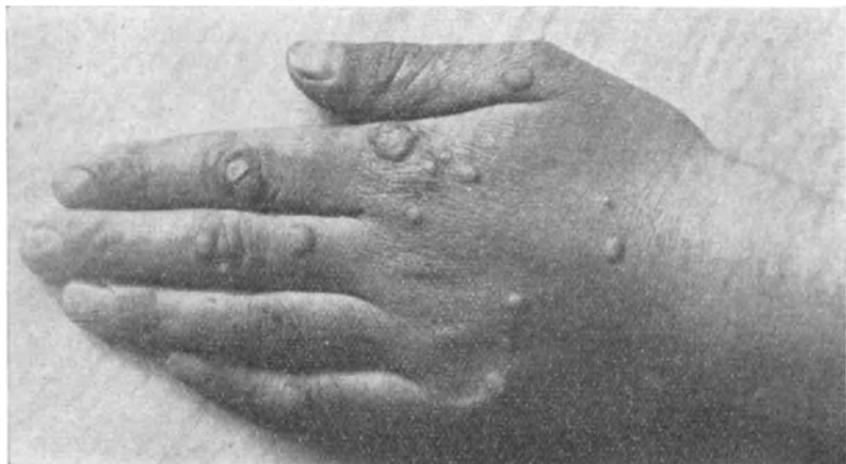


Fig. 62. Warzen auf dem Handrücken vor der Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

der Regel noch stärkere Keloidbildung eintritt. Es sind kräftige Dosen erforderlich, die öfter wiederholt werden müssen, am besten 3 S.-N. bei ca. 10 We. und 3 mm Aluminium. in den nötigen Pausen unter ganz exakter Abdeckung. Die livide Färbung der Keloide schwindet sehr bald, langsamer erfolgt die Abflachung; das Endresultat ist eine flache, weiße, mitunter sogar leicht vertiefte Narbe. Teleangiektasien dürften bei Anwendung einer harten filtrierten Strahlung nicht zu befürchten sein. Auch die Exzision des Keloids und nachfolgende Bestrahlung der Naht-Narbe führt zum Ziel und ist vielleicht wegen der Abkürzung der Behandlung bei nicht messerscheuen Patienten vorzuziehen.

Auch hypertrophische Narben nach operativen Eingriffen flachen sich nach Röntgenbestrahlung ab, überhaupt wird jedes Narbengewebe unter der Einwirkung der Röntgenbestrahlung weicher, wie man das z. B. immer bei prophylaktischen Bestrahlungen nach Mamma-Amputation beobachten kann.

### Angiom.

Bei Angiomen sollte die Röntgentherapie häufiger angewandt werden als das bisher geschehen ist. Gerade die zu starker Wucherung, zur Tumorbildung neigenden Gefäßneubildungen dürften dem atrophisierenden Einfluß der Röntgenstrahlen viel leichter erliegen als die flachen Gefäßmäler, die zuerst Jutassy (1898) erfolgreich mit Röntgenstrahlen behandelt hat. Allerdings trat in dem Falle Jutassys später Hautatrophie und Teleangiektasiebildung ein, welche das erzielte Resultat einigermäßen beeinträchtigte.

Wickham und Degrais haben die Beobachtung gemacht, daß die Radiumbehandlung der Gefäßmäler um so bessere Resultate gibt, je elevierter, je tumorartiger der Naevus ist. Dasselbe gilt nach meinen Erfahrungen auch zweifellos für die Röntgenstrahlen.

Barjon hat 2 Fälle von Angiom im Gesicht durch Röntgenbestrahlung zur Heilung gebracht, und zwar, soweit das nach den publizierten Abbildungen (Lyon médical, 1907, 9. Juli) zu beurteilen ist, mit vorzüglichem kosmetischen Resultat. Auch bei flachem Gefäßnaevus hat er gute Erfolge erzielt. Ich selbst habe einen handflächengroßen flachen Gefäßnaevus durch 4 Röntgenbestrahlungen (jedes-

mal 1 S.-N. bei 5—7 We.) zum Verschwinden gebracht bis auf einzelne feine Teleangiektasien am Rande, und zwar ohne Narbenbildung. In allen von mir behandelten Fällen war das Endresultat nicht ganz so zufriedenstellend, insofern als sich später Hautatrophie und Teleangiektasiebildung meist nur geringen Grades einstellte. Ich war dann gezwungen, die Teleangiektasien nachträglich zu beseitigen. Zu diesem Zwecke hat sich mir am besten die Kohlen-säureschneeapplikation bewährt.

Ich behandle die Angiome jetzt in der Weise, daß ich die Röntgentherapie nur als Vorbehandlung anwende, um eine Abflachung bis zum Hautniveau bei tumorartigen Naevis, resp. eine Aufhellung bei tiefer greifenden flachen Naevis zu erzielen. Dann werden die Reste mit Kohlen-säureschnee weiterbehandelt.

Handelt es sich um kleinere, oberflächliche Naevi, so empfiehlt sich von vornherein die Behandlung mit Kohlen-säureschnee, die erheblich mehr leistet als die Lichtbehandlung.

Nur bei den „spinnenförmigen“ Naevis wende ich die Elektrolyse an. Es genügt die Zerstörung des zentralen Gefäßes, um auch die von diesem Hauptgefäß radienförmig in die Umgebung ausstrahlenden Gefäßreiserchen zur Verödung zu bringen, ohne daß eine sichtbare Narbe resultiert.

Bei allen größeren, tiefer greifenden oder tumorartigen Naevis ist aber die Röntgenvorbehandlung zwecks Abflachung und Aufhellung durchaus am Platze,

Ich verwende nur mittelweiche Strahlen (5—7 We.) und gebe  $\frac{3}{4}$  S.-N. in Pausen von 4 Wochen, da die Gefäße offenbar nur ein sehr geringes Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen besitzen und die Naevi vasculosi wohl aus diesem Grunde durch eine härtere Strahlung viel weniger beeinflußt werden.

Bei größeren prominenten Tumoren ist Kreuzfeuerbestrahlung von mehreren Seiten empfehlenswert.

Erwähnt sei hier, daß Frank Schultz speziell für die Naevi vasculosi eine „überweiche“ Strahlung (bis 1 We.!) empfohlen hat. Die Dosierung ist aber schwierig; man darf höchstens  $\frac{1}{2}$  S.-N. applizieren. Weitere Versuche mit „überweichen“ Strahlen scheinen mir gerade bei den Gefäß-Naevis sehr aussichtsvoll.

### Lipom.

Ueber günstige Beeinflussung der Lipome durch Röntgenbestrahlung hat Barjon berichtet. Man nimmt an, daß primär die Gefäße der Fettgeschwülste, die Fettzellen erst sekundär infolge der Ernährungsstörung leiden, die durch die Gefäßschädigung bedingt ist (?). Die Exstirpation dürfte bei umfangreicheren, störenden Tumoren vorzuziehen sein. Soll ein Versuch mit Röntgenstrahlen gemacht werden, so ist Kreuzfeuerbestrahlung bei ca. 10 We. und 3 mm Aluminium erforderlich. Pro loco werden 3 S.-N. appliziert. Dann folgt eine Pause von 4 Wochen.

### Fibrom.

Pusey hat ein öfter rezidiertes, histologisch nachgewiesenes Fibrom hinter der Ohrmuschel durch Röntgenbehandlung geheilt. Im allgemeinen dürfte bei den Fibromen ebenso wie bei den Lipomen die chirurgische Entfernung der Röntgenbehandlung vorzuziehen sein.

### Karzinoma cutis.

Beim Hautkrebs ohne regionäre Drüsenanschwellung ist in erster Linie die Röntgentherapie indiziert, da sie in der weitaus größten Zahl der Fälle zu einer definitiven Heilung führt, und zwar in schmerzloser Weise und mit einem idealen kosmetischen Resultat.

Sollte die Röntgenbehandlung versagen, so ist damit nichts verloren, es ist dann immer noch Zeit zur Operation.

In der Tat gibt es Hautkrebse, die gegen X-Strahlen refraktär sind; meist, aber keineswegs immer, sind das solche, die Neigung zu starker Destruktion, zur Bildung tiefer Ulcerationen zeigen. Nach Darier sind die spinozellulären Formen ungeeignet, die basozellulären dagegen geeignet für Röntgenbehandlung. Da es aber auch Uebergangsformengibt, dürfte eine derartige strenge Scheidung nach der histologischen Struktur in praxi wenig Wert haben.

Bei schwachen Bestrahlungen werden zunächst die ulcerierten freiliegenden Teile der Neubildung beeinflusst, es tritt zuerst eine Ueberhäutung der ulcerierten Fläche ein, während der Epithelwall am Rande sich meist später abflacht und schließlich ganz verschwindet. Appliziert man eine kräftigere Dosis, so daß die Haut in der Umgebung des

Ulcus mit einer leichten Braunfärbung und Rötung reagiert, dann tritt ein Zerfall des Randwalles gleichzeitig mit der beginnenden Ueberhäutung der geschwürigen Fläche ein: man sieht dann an Stelle des Epithelwalles einen Ring verschorften Gewebes und eine leichte Rötung der angrenzenden normalen Haut. Offenbar werden also die pathologischen Epithelien durch die gleiche Dosis Röntgenlicht viel stärker geschädigt als die normalen. Hat man nur geringe Röntgenlichtmengen appliziert, so kann es, wie gesagt, auch ohne reaktive Entzündung zur Ueberhäutung kommen. Bleiben die Patienten aber dann, mit diesem Resultate zufrieden, aus der Behandlung fort, bevor der Epithelwall am Rande völlig beseitigt ist, so kann die Heilung natürlich nur eine scheinbare sein.

Setzt man dagegen die Bestrahlungen so lange fort, bis auch die letzte Randinfiltration geschwunden ist, so ist die Heilung eine definitive. Die Narbe ist — auch nach der Verheilung tiefer Ulcera rodentia — auffallend flach, zart und blaß und geht fast ohne Niveauunterschied in die normale Haut über.

Man soll beim Hautkrebs nicht unter 1 S.-N. bei 5—7 We. applizieren und diese Dosis in Pausen von 4 Wochen wiederholen, jedenfalls sofort nach Abheilung des Erythems. Tritt nach 3—4 derartigen Sitzungen keine eklatante Besserung ein, so soll zunächst eine energische Vereisung mit Kohlensäureschnee erfolgen, dann sollen unmittelbar darauf mit harter Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert 3—4 S.-N. appliziert werden. Sieht man auch nach dieser Prozedur innerhalb von 4 Wochen keinen deutlichen Erfolg, dann soll die Exzision vorgenommen werden. Alle kleineren tiefer greifenden Kankroide vereise ich von vornherein kräftig mit Kohlensäureschnee und lasse dann die Röntgenbestrahlung unmittelbar folgen. Auf diese Weise wird die Behandlungsdauer erheblich abgekürzt.

Auch bei anscheinend vollständiger Heilung sind einige prophylaktische Nachbestrahlungen empfehlenswert,

Daß sich die seltenen gegen Röntgenbehandlungen refraktären Fälle unter der Röntgenbehandlung verschlimmern können, ist ohne weiteres verständlich und durch die mangelnde Absorptionsfähigkeit oder Röntgenempfindlichkeit der Krebszellen zu erklären. In solchen Fällen wirken die Strahlen nicht destruierend, sondern exzitierend.

Von 57 Fällen, die ich in den Jahren 1903—1907 behandelt habe, blieben 17 vor Abschluß der Behandlung fort. von diesen 13 erheblich gebessert, bzw. bis auf kleine Reste geheilt. Diese Fälle scheiden also aus, wengleich

Fig. 64.



Hautkrebs an der Stirn vor der Röntgenbestrahlung (H. E. Schmidt).

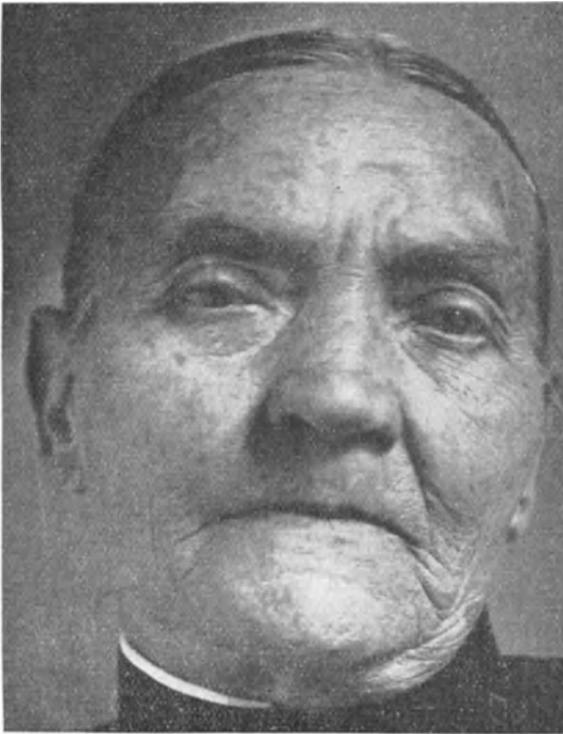
vermutlich in einem großen Prozentsatz völlige Heilung zu erzielen gewesen wäre.

Von den übrigen 40 Fällen konnten als geheilt — d. h. mit glatter Narbe ohne nachweisbare Reste von pathologischem Gewebe — entlassen werden 31.

Von diesen 31 sind 15 Fälle längere Zeit in Beobachtung gewesen und rezidivfrei befunden worden, darunter 3 Fälle nach 3 Jahren, 2 Fälle nach 4, bzw. 5 Jahren.

Von den übrigen 9 Fällen konnte in 7 trotz lange

Fig. 65.



Der gleiche Fall, durch 6 Röntgenbestrahlungen geheilt, über 5 Jahre rezidivfrei beobachtet (H. E. Schmidt).

fortgesetzter Behandlung nur eine Besserung oder stellenweise Heilung erzielt werden, während nur in 2 Fällen Verschlimmerung eintrat.

Perthes konnte bei der Nachkontrolle seiner 1903 bis 1904 mit Röntgenstrahlen behandelten Fälle feststellen.

daß von 20 Kankroiden der Gesichtshaut 17 rezidivfrei geblieben waren, davon 13 über 2 Jahre. Sequeira verfügte im Jahre 1908 (Chirurgen-Kongreß in Brüssel) bereits über mehr als 75 Fälle, von denen 72 über 3 Jahre rezidivfrei waren.

Schon 1904 hat v. Bruns gesagt: „Die Röntgenbehandlung dauert zwar länger als die Operation mit dem Messer, aber sie erspart jede Operation, was namentlich bei alten Leuten entscheidend sein kann, und hinterläßt ungleich schönere Narben.“

Heute kann wohl niemand, der über eigene Erfahrung verfügt, darüber im Zweifel sein, daß die Röntgenbehandlung der chirurgischen Behandlung in den meisten Fällen bei weitem überlegen ist. Besonders günstig sind die Chancen bei den oberflächlich ulcerierenden und den tumorbildenden Formen, weniger günstig bei den in die Tiefe greifenden ulcerierenden Formen.

In den seltenen Fällen, in welchen die Röntgenbehandlung nicht zum Ziele führt, dürfte auch die chirurgische Behandlung oft versagen, wenigstens habe ich in einigen wenigen solchen Fällen auch nach der — von ersten Chirurgen ausgeführten — Exstirpation der relativ kleinen Neubildungen sehr bald lokale Rezidive gesehen. In den letzten Jahren habe ich überhaupt keinen refraktären Fall beobachtet. Das kann Zufall sein. Es kann aber auch daher kommen, daß unsere Technik immer besser geworden ist, und daß wir den tiefer greifenden Epitheliomen von vornherein mit harten filtrierte Strahlen auf den Leib rücken.

Die Skepsis, welche auch heute noch manche Chirurgen der Röntgenbehandlung des Hautkrebses entgegenbringen, beruht wohl nur auf mangelnder Erfahrung oder auf mangelhafter Technik und ist jedenfalls gänzlich unberechtigt.

Auch bei Hautkarzinomen mit regionärer Drüsen-schwellung halte ich einen Versuch mit Röntgenbestrahlung für indiziert, ebenso bei Lippenkarzinomen; wenigstens hat Perthes in solchen Fällen durch Bestrahlung des primären Tumors und der Drüsen anscheinend Dauererfolge erzielt. Natürlich ist bei Bestrahlung der Drüsen — ebenso wie bei allen tiefgreifenden Epitheliomen auch ohne regionäre Drüsen-schwellung — nur eine harte Strahlung von 10 We. durch 3 mm Aluminium filtrierte am Platze. Dosis: 3—4 S.-N. Sicherer ist es allerdings, nur den primären Tumor durch Röntgenbestrahlung

zu beseitigen und dann die regionäre Drüsen-  
schwellung chirurgisch zu entfernen, falls sie  
nicht spontan verschwindet, was man bisweilen  
auch beobachten kann. Dann muß natürlich eine pro-  
phylaktische Röntgenbehandlung nachfolgen. Im übrigen  
kommen nur inoperable, meist metastatische Haut-  
karzinome für die Röntgentherapie in Frage, z. B.  
karzinöse Ulcerationen in den Narben nach Mamma-  
Amputationen, die meist vernarben, oder lentikuläre  
Hautmetastasen in Form harter Knoten, die gleich-  
falls vollkommen verschwinden können.

Auch bei den Karzinomen der äußeren Genitalien  
ist die Röntgenbehandlung zunächst einer immer mehr oder  
weniger verstümmelnden Operation vorzuziehen. Sind regio-  
näre Drüsenanschwellungen vorhanden, so ist es wohl sicherer,  
sie operativ zu entfernen und das Operationsgebiet prophylak-  
tisch nachzubestrahlen.

Erwähnt sei hier ein Fall von Bumm. Es handelte  
sich um ein Plattenepithelkarzinom der Urethra, einen  
etwa eigroßen Tumor, der durch ein Speculum bestrahlt  
wurde und in 12 Wochen 700 x erhielt. Der Tumor, der  
die Urethra umfaßte, schrumpfte vollständig, die Harnröhre  
wurde wieder weich und glatt und überall verschieblich, so  
daß der Fall wohl als geheilt angesehen werden kann.  
Dieser Fall demonstriert recht deutlich die elektive Wirkung  
auf die Tumorzellen und den Vorteil der Röntgenbestrahlung  
vor der Operation, die hier nur mit Opferung der Urethra  
möglich gewesen wäre.

### Pagets disease.

Bei dieser seltenen, meist von der Brustwarze aus-  
gehenden Erkrankung, die bei oberflächlicher Betrachtung  
einem Ekzem sehr ähnlich sehen kann, sich von letzterem  
aber durch zentrale Narbenbildung und einen peripheren,  
harten — oft allerdings nicht sehr charakteristischen —  
Randwall unterscheidet und unter die zunächst oberfläch-  
lichen, später aber in die Tiefe greifenden Karzinome zu  
rechnen ist, kann man durch Röntgenbehandlung über-  
raschende Erfolge erzielen.

Die ersten Fälle sind von Meek, Holzknecht,  
Bisserié und Belot mitgeteilt worden. Ich selbst habe  
einen Fall behandelt, bei welchem sehr rasch Vernarbung

der ulcerierten Partien und Schwund des peripheren Randwalles erzielt wurde. Die Brustwarze war bereits zerstört, an ihrer Stelle befand sich eine etwas tiefere Ulceration, die gleichfalls mit glatter Narbe heilte. Allerdings sind auch Fälle bekannt, in welchen nach anfänglich gutem Erfolge die Affektion auf die Brustdrüse übergriff und die Kranken an inneren Metastasen zugrunde gingen (Sequeira, Lenglet). Völlige Heilungen dürften, wenn die Erkrankung noch nicht die tieferen Gewebsschichten ergriffen hat, zweifellos möglich sein. Jedenfalls ist in solchen Fällen ein Versuch mit Röntgenbehandlung immer in erster Linie indiziert, weil dadurch nichts versäumt wird. Im Falle des Versagens ist es immer noch Zeit zur Operation.

Man wird von vornherein eine harte Strahlung von 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert anwenden. Man appliziert dann 3—4 S.-N. auf den Krankheitsherd und dessen Umgebung. Dann folgt eine Pause von 4 Wochen. Sieht man nach 2—3 derartigen Bestrahlungen keinen Erfolg oder gar eine Wucherung in die Tiefe, so soll mit der Ablatio mammae nicht gezögert werden, der dann eine prophylaktische Röntgenbehandlung nachzufolgen hat.

### **Xeroderma pigmentosum.**

Bei zwei Geschwistern mit Xeroderma pigmentosum sah ich Pigmentflecken und karzinöse Wucherungen nach Röntgenbestrahlung verschwinden. Allerdings traten nach längerer Behandlungspause wieder Pigmentationen und Epithelwucherungen auf, die aber wieder auf Röntgenstrahlen reagierte. Die Kinder blieben aus der Behandlung fort, so daß ich über die Möglichkeit einer Heilung kein Urteil abgeben kann. Ein Versuch mit Röntgenstrahlen dürfte wohl in jedem Falle berechtigt sein in Anbetracht der Nutzlosigkeit jeder anderen Therapie. Es wird in ähnlicher Weise bestrahlt wie bei der Akne. Nur wird man die Strahlung zweckmäßig härter und die Dosis größer wählen, etwa so, wie das bei der Pagetschen Krankheit geschildert wurde (cf. vorangehenden Abschnitt).

### **Sarkoma cutis.**

Das Sarkom ist zuerst von Ricketts (1900) mit Röntgenstrahlen behandelt worden. Der Erfolg ist bisweilen zauberhaft, bisweilen bleibt er gänzlich

aus; es gibt Sarkome, die hochempfindlich für Röntgenstrahlen sind, und solche, die sich völlig refraktär verhalten. Weiche, zellreiche, rasch wachsende Tumoren reagieren anscheinend besser als langsam wachsende, zellarme mit viel bindegewebiger Zwischensubstanz.

Auch die besonders bösartigen Melanosarkome der Haut reagieren meist prompt auf Röntgenbehandlung (Ricketts, Beck). Allerdings sind auch Fälle beschrieben, welche prompt heilten, bei welchen jedoch im Anschluß an die Bestrahlung eine allgemeine, zum Exitus führende Metastasierung eintrat (v. Czerny, Werner). Sehr instinktiv ist der Fall von Sarkom der Kopfhaut, welchen Albers-Schönberg auf dem Berliner Röntgenkongreß 1905 als geheilt vorstellte. Wie Hänisch im Röntgenkalender 1908 berichtet, erfreute sich der Patient auch zu dieser Zeit noch des besten Wohls. Zweimal aufgetretene, etwa kirschgroße Rezidive waren wieder prompt auf wenige Sitzungen hin geschwunden (Fig. 66 u. 67). Der weitere Verlauf des Falles ist mir nicht bekannt.

Ferner hat Albers-Schönberg über einen Fall von multiplen Hautsarkomen auf dem Rücken berichtet, der gleichfalls durch Röntgenbestrahlung geheilt wurde. Ich selbst habe in einem derartigen Falle nicht den geringsten Effekt von der Röntgenbehandlung gesehen.

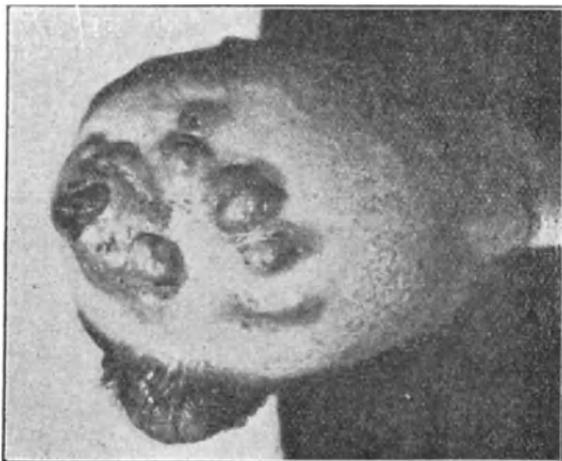
Hochempfindlich für Röntgenstrahlen sind die braunroten Tumoren der Haut, welche Kaposi als Sarkoma idiopathicum haemorrhagicum multiplex beschrieben hat (Halle).

Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen wird man sich der Forderung Kienböcks nicht anschließen können, auch bei den operablen Hautsarkomen zuerst Röntgenbehandlung anzuwenden und erst, wenn diese versagt, die chirurgische Entfernung vorzunehmen. Die Sache liegt hier doch anders als bei den Hautkarzinomen. Denn wir müssen immer damit rechnen, daß gerade bei manchen Hautsarkomen, die wenig radiosensibel sind, durch die Bestrahlung eine Reizung möglich, und auch bei scheinbarer lokaler Heilung eine allgemeine Metastasierung beobachtet ist. Das Letztere kommt bei Hautkarzinomen, auch wenn sie wenig radiosensibel sind, niemals vor. Was irgend operabel ist, soll operiert werden. Unbedingt erforderlich ist natürlich eine prophylaktische Nachbehandlung des Operationsgebietes mit Röntgenstrahlen, die

Fig. 67.



Fig. 66.



Sarkome der Kopfhaut vor der Röntgenbehandlung (Albers-Schönberg).

Fig. 68.

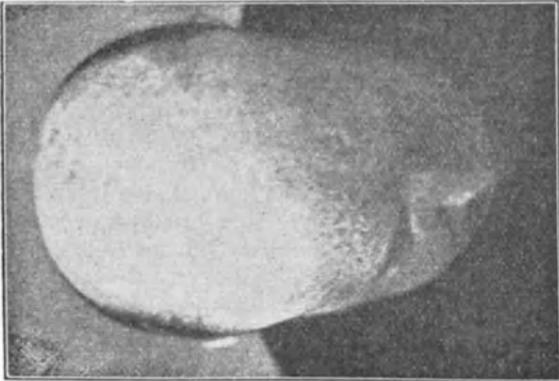


Fig. 69.



Der gleiche Fall, durch Röntgenbestrahlung geheilt (Albers-Schönberg).

erst in kürzeren, dann in längeren Pausen 1 bis 2 Jahre lang fortgesetzt werden muß.

Bei allen inoperablen Sarkomen bildet die Röntgenbehandlung die Therapie der Wahl. Harte Strahlung von 10 We., Filtration durch 3 mm Aluminium, große Dosen (3—4 S.-N. pro loco) sind erforderlich. Die Arsentherapie ist sehr viel unzuverlässiger, kann aber eventuell gleichzeitig angewandt werden.

### Mykosis fungoides.

Die Tumoren, welche im Verlaufe der Mykosis fungoides in der Haut auftreten, verschwinden prompt auf Röntgenbestrahlung (Scholtz 1902), und zwar auf kleine Dosen,  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We.; auch die prämykotischen ekzemartigen Herde heilen ab, der bisweilen recht starke Juckreiz hört sehr bald auf. Ich selbst verfüge über mehrere Fälle und kann die günstigen Resultate anderer Autoren (Schirmer, Taylor, Riehl-Holzknacht-Kienböck) nur bestätigen. Einer von diesen Fällen leidet bereits 8 Jahre an der Affektion, und immer wieder weichen neue Schübe prompt der Röntgenbehandlung. Rezidive an Ort und Stelle des einmal resorbierten Tumors sind selten, dagegen treten häufiger neue Tumoren an bisher nicht befallenen Hautpartien auf, die in gleicher Weise bestrahlt werden müssen. Die an sich sehr chronisch verlaufende Erkrankung wird so in günstigster Weise beeinflußt, der schließliche tödliche Ausgang infolge von Metastasen in inneren Organen dürfte sich allerdings auch durch diese Therapie kaum verhindern, aber doch jedenfalls hinauschieben lassen.

Wohl immer kommt man bei den Tumoren der Haut mit einer mittelweichen Strahlung zum Ziel. Besteht Verdacht auf tiefergelegene Metastasen, so ist natürlich eine harte Strahlung (10 We. und 3 mm Aluminium, Dosis pro Hautfeld 2—3 S.-N.) erforderlich.

### Syphilis.

Die Mitteilungen über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf syphilitische Krankheitsprodukte sind recht dürftig. In den meisten Fällen kommt man eben mit Quecksilber, Jod und Salvarsan zum Ziel und hat daher nur selten nötig, zu

anderen Mitteln seine Zuflucht zu nehmen. Eine Röntgenbestrahlung des Primäraffektes und der regionären Drüsen aus prophylaktischen Gründen dürfte keinen Erfolg versprechen, da erstens die höchst zulässigen therapeutischen Dosen zur Abtötung der Spirochäten nicht ausreichen, und zweitens die Krankheitserreger schon in das Blut gelangt sein dürften, wenn der Primäraffekt als solcher erkannt wird. Derartige Versuche sind von Quadrone und Gramagna angestellt worden, ohne daß ein deutlicher Einfluß auf den Verlauf der Sekundärerscheinungen konstatiert werden konnte. Morton, Cowen, Hall-Edwards, Wetterer haben dann die Röntgenstrahlen mit bestem Erfolge bei hartnäckigen tertiären Hautsyphiliden angewandt. Buschke sah ein primäres progredientes Ulcus einer malignen Lues an der Oberlippe, das der spezifischen Behandlung nicht weichen wollte, nach Röntgenbestrahlung heilen, ebenso ein ausgedehntes tertiäres Ulcus der Vagina und Vulva und einen Primäraffekt auf der Glans penis, der weder auf spezifische Allgemeinbehandlung, noch auf Lokaltherapie reagiert hatte.

Ich selbst habe des öfteren hartnäckige tertiäre Ulcera durch Röntgenbehandlung schnell zur Vernarbung bringen können. In einem Falle versagten die Röntgenstrahlen allerdings vollkommen. Es handelte sich um tertiäre Ulcerationen an beiden Füßen, die weder auf Schmierkur und Jodkali, noch auch auf Kalomel-Injektionen reagierten. Ein Versuch mit schwachen Röntgenbestrahlungen bis zum Auftreten eines Erythems führte ebenfalls keine Veränderung herbei. Erst nach einer vierwöchigen Schwitz- und Abführkur (Zittmannsches Dekokt) war der Körper wieder für Hg empfänglich geworden und jetzt heilten die Ulcerationen nach 10 Injektionen von Hydrargyrum salicylicum. Bei hartnäckigen tertiären Syphiliden der Kutis und Subkutis ist nach den bisher vorliegenden Erfahrungen ein Versuch mit Röntgenbehandlung durchaus indiziert, ebenso bei hartnäckiger Scleradenitis syphilitica. Aber auch bei Primäraffekten kann die Röntgenbestrahlung unter Umständen Vorzügliches leisten, wie besonders die Fälle Buschkes zeigen. Bei der Hautapplikation ist eine mittelweiche, bei der Scleradenitis eine harte Strahlung zu verwenden.

### Pruritus.

Das Hautjucken ist entweder eine Begleiterscheinung, bezw. ein Symptom anderer Erkrankungen, oder es tritt selbständig als reine Sensibilitätsneurose auf.

Das Hautjucken auf rein nervöser Basis wird durch Röntgenbestrahlung ebenso günstig beeinflußt wie z. B. der durch Ekzeme oder den Lichen ruber verrucosus bedingte Juckreiz. Auch hier sind die Röntgenstrahlen das Mittel der Wahl; die von verschiedenen Autoren empfohlenen Hochfrequenzströme versagen hier entweder vollkommen, oder die Wirkung ist nur eine momentane. Dagegen wird das Jucken durch Röntgenbestrahlung für sehr lange Zeit, mitunter dauernd beseitigt. Besonders häufig werden exzessive Grade des Pruritus ani et vulvae für die Röntgenbehandlung in Frage kommen. Ich will hier nur einen meiner Fälle von sehr heftigem Pruritus vulvae anführen, der von verschiedenen Dermatologen mit allen möglichen Mitteln (Teer-, Karbolzinkpaste, Pinselungen mit Argentum nitricum und Kalilauge) ohne Erfolg behandelt worden war; durch einige Röntgenbestrahlungen im Januar 1905 wurde das Jucken für ein Jahr behoben; Anfang Januar stellte sich der Juckreiz wieder ein und wich prompt einer neuen Röntgenbehandlung; bis Anfang 1909, also 3 volle Jahre, blieb die Patientin beschwerdefrei; dann trat wiederum Jucken auf, das wiederum auf Röntgenbestrahlung verschwand. In letzter Zeit sind die Rezidive etwas häufiger geworden, so daß in Pausen von  $\frac{1}{2}$ —1 Jahr in der Regel eine schwache Röntgenbestrahlung erforderlich war. In diesem Falle hat sich (im Laufe von 7 Jahren!) allmählich eine leichte Atrophie der Haut mit Teleangiektasiebildung eingestellt, die aber die Patientin nicht im geringsten belästigt.

Pruritus ani wird am besten in Knie-Ellenbogenlage (cf. Fig. 52), Pruritus vulvae am besten auf einem Untersuchungstisch mit Beinstützen bestrahlt (cf. Fig. 51). Man appliziert  $\frac{1}{3}$  S.-N. bei 5—7 We., eventuell öfter in den nötigen Pausen.

Bei der Bestrahlung der Analgegend müssen die Nates meist entweder von einem Gehilfen auseinandergezogen werden, oder der Patient muß das selbst mit der einen Hand besorgen, was ihm im allgemeinen nicht schwer fällt.

In besonders hartnäckigen Fällen würde sich ein Versuch mit harter Strahlung empfehlen. Erytheme sind auf jeden Fall zu vermeiden, da sie gerade in der Anal- und Genitalgegend besonders unangenehm sind, ganz abgesehen davon, daß sie später eine Hautatrophie zur Folge haben können.

## **b) Innere Medizin.**

### **Leukämie.**

Die Leukämie wurde zuerst von Senn (1903) erfolgreich mit Röntgenstrahlen behandelt. Seit der Mitteilung Senns sind viele hundert Fälle beschrieben worden, und heute steht so viel fest, daß zwar in keinem Falle eine wirkliche Heilung einwandfrei nachgewiesen ist, daß aber in 80—90 pCt. der Fälle der progressive Verlauf der Erkrankung durch die Röntgenbestrahlung — oft wie mit einem Schlege — aufgehalten und das Leben der Kranken um Jahre verlängert werden kann. Besonders instruktiv ist ein von Gottschalk mitgeteilter Fall, in welchem es gelang, den Kranken durch intermittierende Röntgenbehandlung, welcher die nach längerer Behandlungspause immer wieder auftretenden Rezidive ebenso prompt immer wieder wichen, 5 Jahre lang bei leidlichem Wohlbefinden zu erhalten. Bei der Leukämie — sowohl der myeloiden als auch der lymphatischen Form — ist heute die Röntgenbehandlung die Therapie der Wahl. Eine gleichzeitige Arsenmedikation ist überflüssig, eventuell kann man sie in den Behandlungspausen anwenden, welche ja von Zeit zu Zeit bei der sich immer über Monate oder Jahre erstreckenden chronisch-intermittierenden Röntgenbehandlung nötig sind. Belot hat nicht unrecht, wenn er die Unterlassung der Röntgenbehandlung bei der Leukämie und Pseudoleukämie der Unterlassung der Quecksilberkur bei der Syphilis gleichstellte.

Das leukämische Gewebe ist hochempfindlich für Röntgenstrahlen, der Blutbefund ändert sich meist sehr rasch in dem Sinne, daß die Zahl der Leukozyten abnimmt, in einem Falle von Grawitz von 1 250 000 auf 8000 innerhalb 4—5 Wochen, während gleichzeitig meist eine Zunahme der Erythrozyten und des Hämoglobingehaltes eintritt. Am auffallendsten ist mir immer die schnelle Besserung des Allgemein-

befindens, das Schwinden der Mattigkeit und Schwäche und die Gewichtszunahme erschienen, und ich werde immer einen Leukämiker in der Erinnerung behalten, der als Kutscher in einer großen Brauerei beschäftigt war und vor Beginn der Röntgenbehandlung so schwach war, daß ihn schon das Sitzen und Stehen ermüdete, und er die letzte Zeit nur im Bette zugebracht hatte. Der sehr abgemagerte, elende Mann erholte sich in 6 Wochen unter der Röntgenbehandlung so sehr, daß er sich für ganz gesund hielt und nicht davon abzuhalten war, seine schwere körperliche Arbeit wieder aufzunehmen. Leider war auch in diesem Falle, wie in allen anderen, die ich gesehen habe, der Erfolg kein dauernder; wenngleich Exazerbationen des Krankheitsprozesses zunächst immer wieder der Röntgenbehandlung wichen, erlag der Pat. schließlich doch seinem Leiden.

Alle Störungen der normalen Funktionen, welche die Leukämie hervorrufen kann, können durch Röntgenbehandlung beseitigt werden: so können die geschwundenen Menses zurückkehren, Priapismus kann vergehen; die Neigung zur hämorrhagischen Diathese (Blutungen in die Haut und Retina, aus Nase und Nieren) verschwindet, ebenso das leukämische Fieber (Kienböck und v. De-castello).

Im Anfang können scheinbar Verschlechterungen eintreten, Kopfschmerzen, Uebelkeit, Erbrechen, Durchfall, Temperatursteigerung: all diese Erscheinungen, die als toxämische Symptome aufzufassen und durch die Wirkung der Röntgenstrahlen hervorgerufen sind, schwinden im Verlauf weniger Tage.

Regelmäßige Blutuntersuchungen in bestimmten Pausen, etwa alle 4 Wochen, sind unbedingt erforderlich; ist der Blutbefund ein der Norm entsprechender, so wird man mit der Behandlung pausieren, auch wenn der Milztumor noch nicht ganz verschwunden ist.

Erstens geht die Rückbildung des Milztumors meist langsamer vor sich als die Besserung der Blutbeschaffenheit und des Allgemeinbefindens, und zweitens muß man mit der Nachwirkung der Röntgenstrahlen rechnen, die sehr lange nach Aussetzen der Behandlung — oft 2—3 Monate — anhalten kann.

Blutuntersuchungen sind auch darum erforderlich, um eine Verschlechterung in den Behandlungspausen rechtzeitig

zu erkennen, wie sie sich namentlich im Ansteigen der Leukozytenzahl zu erkennen gibt.

Die Wirkung der Röntgenstrahlen läßt sich ohne weiteres durch die direkte Schädigung des wuchernden leukämischen Gewebes in der Milz und in den Lymphdrüsen und die dadurch bedingte Hemmung der übermäßigen Leukozytenproduktion und der Bildung des leukämischen Toxins erklären, welche sekundär — eben durch Verminderung bzw. Fortfall des leukämischen Toxins — eine Erholung des Knochenmarks, eine Mehrproduktion von Erythrozyten und damit eine Besserung der Anämie zur Folge hat.

Ist freilich die Bildungsstätte der Erythrozyten durch das leukämische Toxin bereits sehr erheblich geschädigt, so findet auch nach Beseitigung dieses Toxins durch die Röntgenstrahlenwirkung keine Erholung mehr statt, die Anämie schreitet trotz Rückbildung der leukämischen Tumoren, trotz Entlastung des Organismus von den leukämischen Giften unaufhaltsam fort und führt schließlich ad exitum.

Außer der direkten Wirkung auf die Milz ist noch eine Fernwirkung von der Milz auf das Knochenmark dadurch denkbar, daß durch den Zerfall der Leukozyten toxische Produkte (fälschlich von Helber und Linser als „Leukolysine“ bezeichnet), wahrscheinlich das aus dem Lezithin abgespaltene Cholin die Produktion von Leukozyten einschränkt.

Die Hauptbildungsstätte der Leukozyten scheint freilich nicht das Knochenmark zu sein, wie das Ehrlich annimmt, sondern die Milz und die Lymphdrüsen, denn Bestrahlung der Knochen allein hat fast gar keinen Einfluß auf die Beschaffenheit des Blutes, und auch die Milz wird nicht kleiner; bei der myeloiden Form genügt die Bestrahlung der Milz allein, um eklatante Besserung der Blutbeschaffenheit und des Allgemeinbefindens und eine Rückbildung des Milztumors zu erzielen (Krause, Kienböck), und auch bei der lymphatischen Form der Leukämie kommt man anscheinend nicht weiter, wenn man außer der Milz und den Drüsentumoren gleichzeitig auch noch die Röhrenknochen bestrahlt.

Was die Technik anbelangt, so dürfte es sich empfehlen, bei 10 We. unter Filtration durch 3 mm Aluminium, etwa 2—3 S.-N. pro loco zu applizieren, und die

Bestrahlung in der gleichen Weise in Pausen von 3 bis 4 Wochen zu wiederholen; um bei der meist hohen Empfindlichkeit des leukämischen Gewebes einen zu rapiden Zerfall der Zellen und damit eine Röntgentoxämie zu vermeiden, kann man auch mit noch kleineren Dosen beginnen. Die akute Leukämie ist durch Röntgenbestrahlung in ihrem progredienten Verlaufe anscheinend nicht aufzuhalten.

Bei der myeloiden Form wird nur die Milz von vorn, von der Seite und von hinten bestrahlt, bei der lymphatischen Form außer der Milz alle fühlbaren Drüsen und auch die Gegend der retroperitonealen, abdominalen und thorakalen tiefen Drüsen, eventuell auch noch die Extremitäten.

Abgedeckt wird nur der Kopf und das Genitale. Bei der lymphatischen Leukämie wird man also beide Halsseiten, beide Achselhöhlen, beide Inguinalfurchen, die Milz von 3 Seiten, die Sternalgegend, die rechte Bauch- und die rechte Rückengegend nacheinander bestrahlen, hat demnach mindestens 12 Röhrenstellungen nötig. Bei sehr großem Milztumor sind unter Umständen allein zur Bestrahlung des Tumors 6 Röhrenstellungen erforderlich, nämlich 2 für den oberen und unteren Teil des Tumors von der Vorder-, der Seiten- und der Hinterfläche aus.

### Pseudoleukämie.

Bei der Pseudoleukämie handelt es sich bekanntlich um Vergrößerung der Lymphdrüsen und eine meist geringe Schwellung der Milz ohne leukämische Beschaffenheit des Blutes, das entweder normale oder anämische Beschaffenheit zeigt. Eine strenge Scheidung von der Leukämie ist wohl nicht angängig, da eine Pseudoleukämie in eine echte Leukämie mit typischer leukämischer Blutbeschaffenheit übergehen kann. Auch bei dieser Erkrankung bildet die Röntgenbehandlung die Therapie der Wahl. Die ersten Fälle sind von Pusey (1902) behandelt worden. Die Rückbildung der pseudoleukämischen Tumoren geht oft sehr rasch, in 2—3 Tagen vor sich (Holzknecht). Diese schnelle Rückbildung ist oft mit recht erheblichen Schmerzen verbunden, welche wohl auf Zerrung oder Zerreißung periadenitischer Adhäsionen durch den schrumpfenden Tumor zurückzuführen sind. Es ist nach den bisher publizierten Erfahrungen noch nicht zu beurteilen, ob

Dauerheilungen möglich sind. Die Erfolge sind anscheinend bezüglich des Dauereffektes günstiger als bei der Leukämie.

Bezüglich der Strahlenqualität und Dosis gilt das Gleiche wie bei der Leukämie (cf. voriges Kapitel).

### **Malaria.**

In chronischen Fällen von Malaria sind günstige Erfolge durch Röntgenbestrahlung erzielt worden. Ricciardi hat über 4 Fälle von alten Malariamilzen berichtet, die geheilt wurden. Sommer sah in 1 Falle zunächst erheblichen Rückgang, später allerdings wieder Zunahme der Milzschwellung, allerdings in geringerem Grade.

Skinner und Carson haben über 11 Fälle von akuter Malaria berichtet, in welcher durch Röntgenbestrahlung Nachlassen der Schmerzen, Rückbildung des Milztumors und Beseitigung des Fiebers erzielt wurde. Sie empfehlen daher die Röntgenbehandlung gerade für die akuten Fälle, da diese Chinin schlecht vertragen. Dagegen konnten sie in 5 Fällen von chronischer Malaria keinen nennenswerten Erfolg erzielen.

Petrone sah eine Milzschwellung infolge von Malaria, welche weder durch Arsen, noch durch Chinin gebessert wurde, nach Röntgenbestrahlung in 4 Monaten vollkommen zurückgehen.

Es dürfte sich eine harte Strahlung von ca. 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert empfehlen. Bestrahlung von 3 Seiten (vorn, links, hinten), eventuell unter Kompression. Dosis: 2—3 S-N. Dann folgt eine Pause von 3—4 Wochen.

### **Morbus Banti.**

Bei der Milzhyperplasie bewirkt die Röntgenbehandlung Rückbildung, resp völliges Verschwinden des Milztumors. Rezidive scheinen häufig zu sein. Die Technik ist die gleiche wie bei anderen Milztumoren, z. B. bei der Malaria-Milz (cf. voriges Kapitel).

### **Morbus Addisonii.**

Auch bei der Addisonischen Krankheit, welche durch eine Affektion der Nebennieren (meist Tuberkulose) bedingt ist, sind günstige Erfolge, wenn auch meist temporäre erzielt worden (Golubinin 1905, Wiesner 1908). Bei

der Aussichtslosigkeit anderer therapeutischer Maßnahmen dürfte ein Versuch mit Röntgenbehandlung in jedem Falle gerechtfertigt sein.

Man bestrahlt die rechte und linke Nierengegend unter Kompression der Haut vom Rücken und vom Abdomen aus bei ca. 10 We. unter Filtration durch 3 mm Aluminium und gibt wohl am besten große Dosen, d. h. 3 S.-N. pro loco. Dann folgt eine Pause von 4 Wochen.

### **Morbus Basedowii.**

Nach der von Möbius aufgestellten Theorie beruht die Basedowsche Krankheit auf einer krankhaften Veränderung der Schilddrüsenfunktion, in der abnorm reichlichen Bildung gewisser „reizender“ Substanzen. Für die Richtigkeit dieser Hypothese spricht jedenfalls der auffallende Gegensatz, in welchem die Symptome der Kachexia strumipriva (Myxödem) und des Morbus Basedowii zueinander stehen: bei der erstgenannten Krankheit Fehlen der Schilddrüse, Hautverdickung, Pulsverlangsamung, motorische und psychische Trägheit, bei der letztgenannten dagegen mehr oder weniger ausgesprochene Schwellung der Schilddrüse. Abmagerung und Hautatrophie, Tachykardie, Tremor, psychische Erregtheit. Durch Röntgenbestrahlung dürfte eine Schädigung des Schilddrüsenparenchyms — gerade so wie bei allen anderen Drüsen des Körpers, deren Zelltätigkeit normaler- oder pathologischerweise eine besonders lebhafte ist — stattfinden und damit natürlich auch eine Herabsetzung der Funktion bzw. ein Stillstand in der Produktion von schädlichen „toxischen“ Substanzen eintreten.

Die in der Tat recht günstigen Erfolge der Röntgenbehandlung sprechen ebenfalls für die Richtigkeit der Möbiusschen Theorie, gerade so wie die Erfolge der Strumektomie.

Die ersten Fälle sind von Williams und Stegmann beschrieben worden. Schwarz hat über 40 Fälle berichtet; in allen besserten sich die nervösen Symptome, in 36 trat Verminderung der Pulsfrequenz, in 26 Gewichtszunahme, in 15 Besserung des Exophthalmus, in 8 Verkleinerung der Struma ein. Beck hat über 50 Fälle berichtet, von denen 14 operativ und radiotherapeutisch, 36 nur radiotherapeutisch in Angriff genommen wurden; der Erfolg

war in allen Fällen sehr günstig. Kuchendorf hat 2 Fälle mit gutem Erfolg behandelt. Der eine bietet darum ein besonderes Interesse, weil vorher ein Teil der Schilddrüse entfernt worden war, der sich als krebsig entartet erwies. Der Rest wucherte in der Wunde weiter. Nach Röntgenbestrahlung in die Wunde hinein kam es zur Vernarbung, die Basedow-Symptome verschwanden bis auf den Exophthalmus, in 2 Jahren wurde kein Rezidiv beobachtet.

Michailow erzielte unter 12 Fällen 2mal Heilung, 6mal Besserung, 2mal keinen Erfolg und 2mal Verschlimmerung. Auch Holz knecht, Immelmann, Krause treten für die Behandlung des Morbus Basedow mit Röntgenstrahlen ein. v. Eiselsberg verwirft die Röntgenbehandlung und macht diese im besonderen für bindegewebige Verwachsungen zwischen Drüsenkapsel und Muskulatur verantwortlich, welche eine später eventuell doch noch nötige Operation sehr erschweren.

Bisweilen bringt ja auch die Operation keinen Erfolg. Dann kann man oft durch nachfolgende Bestrahlung noch ein günstiges Resultat erzielen.

Man bestrahlt die Schilddrüse von rechts und von links durch einen Tubus oder unter Abdeckung der Umgebung mit Bleiblech und appliziert pro loco 2—3 S.-N. bei 10 We., nach Filtration der Strahlung durch 3 mm Aluminium. Nach 3—4 Wochen kann die gleiche Dosis wieder gegeben werden. Es empfiehlt sich, nach 3 derartigen Bestrahlungen etwa 6 Wochen abzuwarten. Ein Versuch sollte meines Erachtens in jedem Falle mit der Röntgentherapie in erster Linie gemacht werden. Ob Dauerheilungen möglich sind, läßt sich bei dem bisher vorliegenden Material nicht sicher beurteilen; eklatante Besserungen sind zweifellos möglich. Am auffallendsten ist gewöhnlich die rapide Gewichtszunahme und nach meinen Erfahrungen auch die rasche Abnahme der allgemeinen psychischen Erregtheit und Unruhe; das Herzklopfen, die Pulsfrequenz und die sonstigen nervösen Symptome können vollständig verschwinden, auch der Exophthalmus, der gewöhnlich am hartnäckigsten ist. Die vergrößerte, meist auffallend weiche Struma bildet sich ebenfalls meist erheblich zurück. Die Rückbildung der Basedow-Struma und der Basedow-Symptome kann bisweilen erst spät erfolgen, nach 2—3 Monaten (Krause). Es gibt anscheinend wenige Fälle, die gegen Röntgenbehandlung refraktär sind.

### **Arthritis deformans und Arthritis urica.**

Gelenkschwellungen und Schmerzen verschwinden nach Röntgenbestrahlung in frischeren Fällen (Sokolow 1897, Grunmach, Moser, Wetterer u. a.). Auch in älteren Fällen, in denen es schon zu Gelenkversteifungen gekommen ist, kann durch Röntgenbestrahlung die Beweglichkeit in gewissen Grenzen wiederhergestellt werden (Moser).

In einem Fall von partieller Kniegelenksankylose (Tuberkulose?) konnte Sommer durch Röntgenbehandlung anscheinend vollständige Heilung erzielen, die allerdings erst 3 Monate nach der letzten Bestrahlung eintrat. Der Fall war gegen alle sonst angewandten Mittel refraktär.

Ich selbst habe bei Muskelrheumatismus und Gicht eklatante Erfolge erzielt. Auch in einem Fall von chronischer gonorrhöischer Kniegelenkentzündung konnte ich durch Röntgenbestrahlung die Schmerzen und Bewegungsbehinderung vollkommen beseitigen. Man benutzt eine harte Strahlung von 10 We. und filtriert durch 3 mm Aluminium. Kreuzfeuerbestrahlung von 2—3 Seiten. Dosis pro loco: 2—3 S.-N., dann Pause von 3—4 Wochen.

### **Bronchitis, Bronchialasthma.**

Schilling fand, daß bei chronischer Bronchitis und Bronchialasthma die Auswurfsmengen nach Röntgenbestrahlung des Thorax rapide abnehmen, daß die Rasseleräusche bald verschwinden und auch die übrigen Beschwerden nachlassen.

Vielleicht ist die Wirkung auf eine direkte Schädigung der Schleimdrüsen in den Wandungen der Bronchien zurückzuführen. Da von v. Strümpell das Glühlichtbad sehr warm für derartige Fälle empfohlen wird, dürfte die Röntgenbestrahlung nur in besonders hartnäckigen Fällen in Betracht kommen. Man wird mindestens 4 Röhrenstellungen (rechte und linke Brust-, rechte und linke Rückenseite) wählen und am besten in jeder Stellung 3 S.-N. bei 10 We. nach Filtration durch 3 mm Aluminium applizieren. Dann folgt eine Pause von 4 Wochen. Natürlich muß die eine Rücken- und die eine Brusthälfte während der Bestrahlung der benachbarten abgedeckt werden.

### Neuralgie.

Die schmerzlindernde Wirkung der Röntgenstrahlen läßt uns auch bei den meisten Neuralgien nicht im Stich. Die ersten Fälle wurden von Stembo mitgeteilt. Béclère und Haret haben 1906 einen hartnäckigen, mit allen möglichen Mitteln, auch operativ erfolglos behandelten Fall von Trigemimusneuralgie mitgeteilt, die durch Röntgenbestrahlung zur Heilung gebracht wurde; 10 Monate nach Abschluß der Behandlung war noch kein Rezidiv eingetreten.

Freund hat 4 Fälle von Ischias rheumatica mit Röntgenstrahlen behandelt. Schon 1—2 Tage nach 2—3 offenbar ganz schwachen Bestrahlungen waren die Schmerzen fast völlig verschwunden, während früher alle sonst üblichen Behandlungsmethoden versagt hatten.

Ich selbst habe eklatante Erfolge in einem Fall von rechtsseitiger Trigemimusneuralgie im Anschluß an einen unter Narbenbildung abgeheilten Herpes zoster (gangraenosus) und in zahlreichen Fällen von Ischias rheumatica gesehen; auch hier waren die Schmerzen nach wenigen Tagen fast gänzlich beseitigt. Mitunter vergehen allerdings auch 2—3 Wochen, ehe sich die Wirkung einstellt; sie tritt nach meinen Erfahrungen um so schneller ein, je frischer die Fälle sind.

In einem Falle wurde eine hartnäckige, seit mehreren Monaten bestehende linksseitige Interkostalneuralgie durch Röntgenbestrahlung der linken Dorsokostalgegend ohne Abdeckung der Umgebung geheilt. Die Patientin ist seitdem rezidivfrei geblieben, nachdem vorher ebenfalls alle möglichen Mittel ohne Erfolg angewandt worden waren.

In einem Falle von Neuralgie im Bereiche des rechten Plexus cervicalis versagte die Röntgenbehandlung anscheinend; in diesem Falle bestand auch eine ganz ungewöhnliche Schmerzempfindlichkeit der Haut bei der leisesten Berührung. Solche Mißerfolge gehören aber zu den Ausnahmen. Ueber 4 Ischiasfälle, die nach erfolgloser Anwendung anderer Methoden durch Röntgenbestrahlung geheilt wurden, haben Babinski, Charpentier und Delherme berichtet. Es handelte sich in diesen Fällen zum Teil um sehr schwere Formen mit Skoliose und Fehlen des Achillessehnenreflexes.

Auch die gastrischen Krisen und lanzinierenden Schmerzen bei der Tabes werden fast immer günstig be-

einflußt. Jaquet und Jaugeas haben über gute Erfolge bei der sogen. Talalgie berichtet. Es handelt sich um Schmerzen in der Gegend des Kalkaneus, die wohl in der Regel durch chronisch entzündliche Veränderungen des Bandapparates bedingt sind. Auch 2 derartige Fälle, in welchen eine Gonorrhöe als Ursache für die Talalgie anzusehen war, wurden zur Heilung gebracht (cf. meinen früher beschriebenen Fall von gonorrhöischer Kniegelenkentzündung!). Ganz abgesehen von der schmerzstillenden Wirkung an sich hat die Röntgenbestrahlung wohl auch eine Schrumpfung des entzündlich gewucherten Gewebes zur Folge. Bei der Ischias bestrahlt man die Gegend der *Articulatio sacro-iliaca*. Abdeckung ist nicht erforderlich. Bei der Neuralgie anderer Hautnerven wird möglichst das ganze Ausbreitungsgebiet bestrahlt, also möglichst wenig abgedeckt. Bisweilen genügt auch die isolierte Bestrahlung des schmerzhaften Druckpunktes.

Harte Strahlung von 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert, 3 S.-N. pro loco sind erforderlich. Dann Pause von 4 Wochen.

### Syringomyelie.

Nach den Mitteilungen von Raymond (1905), Beaujard und Lhermitte gehen motorische, sensorische und trophische Störungen, wie sie durch die gewöhnlich im Halsmark auftretenden gliomatösen Wucherungen hervorgerufen werden, nach Röntgenbestrahlung der cervico-dorsalen Region des Rückenmarkes zurück; ein Erfolg wird natürlich nur im Anfangsstadium der Krankheit zu erwarten sein, in welchem die Symptome (vorwiegend Muskelatrophie und trophische Störungen an den Händen im Verein mit Analgesie und Störung des Temperatursinns) durch Druck der gliomatösen Wucherungen auf das Rückenmark bedingt sind, weil dann Schrumpfung der Gliome und damit Rückgang der Symptome möglich ist. Wenn es erst einmal zum Zerfall der Wucherungen und zur Höhlenbildung gekommen ist, muß natürlich auch die Röntgenbehandlung versagen.

In einem Fall von Beaujard hielt die Besserung schon 5, in einem anderen 3 Jahre an. Was die Technik anbelangt, so wird die cervico-dorsale Region des Rückenmarks, eventuell die ganze Wirbelsäule von rechts und links unter Abdeckung bis zur Mittellinie bestrahlt. Man muß sich also die unmittelbar rechts und links von den Dornfort-

sätzen gelegenen Hautpartien längs der Wirbelsäule in mehrere kleinere Bestrahlungsfelder einteilen.

Pro loco wird 3 S.-N. bei 10 We. nach Filtration durch 3 mm Aluminium appliziert. Dann folgt eine Pause von 4 Wochen. Sieht man nach 2—3 solchen Serien keinen Erfolg, ist eine Fortsetzung der Behandlung meist zwecklos.

### **Multiple Sklerose.**

Marinesco hat über 4 Fälle berichtet, von denen 2 eine Besserung des Ganges, des Zitterns und der Sprache zeigten. Auch Beaujard hat in einigen Fällen gute Erfolge gesehen.

Die Technik der Bestrahlung ist die gleiche wie bei der Syringomyelie. Eventuell sind auch Schädelbestrahlungen erforderlich.

### **Arteriosklerose.**

Ausgehend von der durch tierexperimentelle Erfahrungen (Josué) gestützten Annahme, daß die Arteriosklerose mit der gesteigerten sekretorischen Funktion der Nebennieren zusammenhängt, haben Zimmern und Cottenot Bestrahlungen der Nebennieren bei arterieller Hypertension angewandt und in den meisten Fällen ein rasches Sinken des Blutdruckes erzielt. Was die Technik anbelangt, so dürfte eine Strahlung von 10 We. und Filtration durch 3 mm Aluminium empfehlenswert sein. Dosis: 3 S.-N. auf die rechte und linke Nebennierengegend. Eigene Erfahrungen fehlen.

## **c) Chirurgie.**

### **Tuberkulose der Drüsen, Knochen und Gelenke.**

Auf dem Gebiete der Chirurgie ist ein besonders dankbares Feld für die Röntgenbehandlung die Tuberkulose, wengleich nicht unerwähnt bleiben soll, daß hier die Sonnenbehandlung (Heliotherapie), wie sie in verschiedenen Höhenkurorten, besonders in St. Moritz (Bernhard) und in Leysin (Rollier) ausgeübt wird, ebensoviel, in manchen Fällen vielleicht noch mehr leistet. Doch dürfte diese Heliotherapie eben nur in Höhenkurorten mit Erfolg anzuwenden sein, da dort die Intensität der

Strahlung bei weitem größer ist als in der Ebene, und da außerdem in der Ebene die Sonne — wenigstens in unseren Breitegraden — nur verhältnismäßig selten zur Verfügung steht. Ob die künstlichen Lichtquellen (Quecksilberdampflampen) als Ersatz für das Sonnenlicht in Frage kommen,

Fig. 70.



Ulzerierte tuberkulöse Drüsen vor der Röntgenbehandlung  
(H. E. Schmidt).

läßt sich zurzeit noch nicht beurteilen, so daß in Gegenden, in welchen die Sonne nur eine geringe Intensität besitzt und die Zahl der sonnigen Tage überhaupt gering ist, als Ersatz in erster Linie die Röntgenstrahlen in Betracht kommen.

Bei tuberkulösen Drüsenschwellungen leistet die Röntgentherapie Vorzügliches und verdient meines Er-

achtens fast in allen Fällen den Vorzug vor der chirurgischen Behandlung, nach welcher ja Rezidive nicht selten sind, und die schließlich immer noch als ultimum refugium bleibt. Die ersten Fälle sind von Williams (1902) mitgeteilt worden.

Fig. 71.



Der gleiche Fall, durch Röntgenbehandlung geheilt, über 9 Jahre rezidivfrei beobachtet (H. E. Schmidt).

Handelt es sich um ulzerierte Drüsen, so tritt relativ rasch Vernarbung ein, auch Fisteln kommen zur Ausheilung (cf. Fig. 70 u. 71).

Handelt es sich um nicht erweichte Drüsen, so kann völlige Rückbildung eintreten, ohne daß es zur eitrigen Einschmelzung kommt. Hat die Erweichung schon be-

gonnen, so wird sie durch die Röntgenbestrahlung in der Regel rapide beschleunigt. Es kommt eigentlich niemals zur Bildung käsiger Massen wie bei unbestrahlten Drüsen, sondern zur Bildung eines dünnflüssigen Eiters. Es genügt dann bisweilen eine kleine Incision, um den ganzen Krankheitsprozeß zur Heilung zu bringen.

Ich habe mehrere Fälle von ulzerierten tuberkulösen Drüsen in der Halsgegend mit Röntgenstrahlen behandelt und geheilt; das ist in solchen Fällen viel rascher mit kleinen Strahlendosen zu erreichen, als in den Fällen, in welchen es sich um größere nicht erweichte Drüsenpakete handelt. Aber auch diese Fälle sind zur Heilung zu bringen. Besonders möchte ich die Röntgentherapie bei großen Drüsenpaketen am Halse, die oft durch periadenitische Prozesse mit den großen Gefäßen verwachsen sind, empfehlen. Ich verfüge über einen derartigen Fall, der von einem ersten Berliner Chirurgen operiert worden war und ein halbes Jahr nach der Operation ein Rezidiv bekam. Es war die linke Fossa infra- und supraclavicularis gründlich ausgeräumt worden und trotzdem trat in so kurzer Zeit ein Rezidiv in Form eines fast faustgroßen Drüsenpaketes am Rande des linken Sternocleido-mastoideus auf, das die Zusammensetzung aus einzelnen bohnen- bis hühnereigroßen Drüsen, die untereinander und mit der Unterlage verwachsen schienen, deutlich erkennen ließ. Einzelne Drüsen waren in Erweichung begriffen. Bei diesen wurde die Einschmelzung durch die Röntgenstrahlen noch weiter beschleunigt, so daß ein paar Inzisionen erforderlich waren. Der weitaus größte Teil der Drüsen war nicht erweicht und kam zur Rückbildung, ohne daß Einschmelzung eintrat. Der Patient ist zurzeit 6 Jahre rezidivfrei; allerdings ist die bestrahlte Haut an der linken Halsseite leicht atrophisch und von Teleangiektasien durchsetzt. In den letzten Jahren habe ich bei nicht ulzerierten tuberkulösen Drüsen nur harte filtrierte Strahlen mit bestem Erfolg angewandt und Hautatrophie oder Teleangiektasien bisher nicht beobachtet. Ueber günstige Erfolge an größerem Material haben Iselin, Baisch und Wetterer berichtet.

Auch die Tuberkulose der Knochen kann durch Röntgenbestrahlung völlig ausgeheilt werden; tuberkulöse Fisteln schließen sich bisweilen sehr rasch.

Bei der Tuberkulose der Gelenke ist ein Versuch mit Röntgenstrahlen ebenfalls angezeigt. So hat Rudis (1904)

über 4 Fälle von Kniegelenktuberkulose berichtet, die durch Röntgenbehandlung in 4 Monaten zu vollständiger Ankylosierung gebracht wurden; ebenso kam ein Tumor albus zur Rückbildung, eine Coxitis zur Ausheilung.

Auch Wilms und Wetterer haben über günstige Erfolge berichtet. Am besten beeinflußt werden anscheinend die geschlossenen fungösen Gelenktuberkulosen. Auch bei der Sehnenscheidentuberkulose rechtfertigt sich ein Versuch mit der Röntgenbehandlung.

Ueberhaupt ist bei der heute wesentlich verbesserten Technik der Tiefenbestrahlung auch bei der Tuberkulose der größeren Knochen und Gelenke ein Versuch mit der Röntgenbehandlung wohl in erster Linie indiziert. Hat doch Schede sogar mit mittelweichen Strahlen meist ohne Filter bei schweren Fällen von Coxitis, Gonitis und Fußtuberkulose, bei denen die chirurgische und orthopädische Behandlung zu keinem Resultat geführt hatte, völlige Ausheilung erzielt. Eine Hautatrophie, wie sie bei meinem oben erwähnten Fall von Halsdrüsentuberkulose auftrat, der noch mit einer ziemlich primitiven Technik behandelt wurde, werden wir heute meist vermeiden können.

Man verwendet ausschließlich harte Strahlen von 10 We., welche durch 3 mm Aluminium filtriert werden, und appliziert 3 S.-N. in Pausen von 4 Wochen. In geeigneten Fällen kann Bestrahlung von mehreren Eintrittspforten aus angewandt werden (Kreuzfeuer).

Die Behandlung dauert, ebenso wie die Behandlung mit Sonnenstrahlen im Hochgebirge, immer mehrere Monate, bisweilen auch 1 Jahr und noch länger.

### **Lungen-, Kehlkopf-, Nieren-, Blasen-, Bauchfell-, Nebenhoden-Tuberkulose.**

Ueber günstige Erfolge der Röntgenbehandlung bei der Lungentuberkulose hat 1913 Küpferle berichtet, und nach den Erfahrungen bei tuberkulösen Prozessen der Drüsen, Knochen und Gelenke scheint — zumal in anbeacht der heute so erheblich vervollkommenen Technik — auch die Röntgenbehandlung der Lungentuberkulose recht aussichtsvoll. Auch die Kehlkopftuberkulose kann sehr günstig beeinflußt, wohl auch zur Ausheilung gebracht werden (Wilms, Wetterer). Weitere Versuche sind dringend zu wünschen. Bei der Nierentuberkulose

liegen vereinzelte günstige Berichte vor (Bircher 1907, Wetterer 1914). Ich selbst konnte in einem Fall von Nieren- und Blasentuberkulose keinen nennenswerten Erfolg erzielen. Doch war die Technik damals noch nicht soweit entwickelt.

Bei der Bauchfelltuberkulose kann Abnahme des Aszites, Verschwinden der knolligen Geschwülste und Besserung des Allgemeinbefindens durch Röntgenbehandlung erzielt werden (Bircher 1907). Die Technik ist die gleiche wie bei der Drüsen-, Knochen- und Gelenktuberkulose (cf. den vorigen Abschnitt). Bei der abdominalen Bestrahlung wird zweckmäßig Kompression angewandt. Ueber gute Erfolge bei der Nebenhodentuberkulose hat Friedländer (1914) berichtet.

### **Aktinomykose.**

Günstige Erfolge bei der Aktinomykose hat Wetterer mitgeteilt. Verfasser verfügt gleichfalls über einen Fall, in welchem in der linken Unterkiefergegend trotz vorangegangener Operation eine sehr harte tiefgreifende Infiltration in der Umgebung der Narbe bestand, die sich nach Röntgenbestrahlung zurückbildete.

Im allgemeinen wird möglichst radikale Entfernung des erkrankten Gewebes auf operativem Wege vorzuziehen sein; eventuell kommt dann die Röntgenbestrahlung als Nachbehandlung in betracht. Technik: Strahlung von 10 We., Filtration durch 3 mm Aluminium; Dosis: 3 S.-N. Dann Pause von 4 Wochen. Ueber die Aktinomykose tiefer gelegener Organe liegen noch keine Erfahrungen vor. Verfasser konnte in einem Fall von Aktinomykose der Lunge keinen Erfolg erzielen; doch wurde dieser Fall zu einer Zeit bestrahlt, als man die moderne Technik (Filtration) noch nicht kannte.

### **Venerische Bubonen.**

Herxheimer und Hübner haben zuerst (1906) über günstige Einwirkung der Röntgenstrahlen auf venerische, besonders strumöse Bubonen berichtet, die sich — oft schon innerhalb 24—48 Stunden — erheblich verkleinern und schließlich ganz verschwinden können, Reines hat vorgeschlagen, erst die Haut abzutragen und dann die Drüsen „direkt“ zu bestrahlen; ich halte dies Verfahren

für gänzlich verfehlt und überflüssig. Ich empfehle die Röntgenbehandlung nicht nur bei den strumösen, nicht erweichten, sondern auch bei ulzerierten und fistulösen Bubonen; die Heilung erfolgt dann oft überraschend schnell, immer jedenfalls schneller als ohne Röntgenbestrahlung. Bezüglich der Strahlenqualität und der Dosis gilt das bei der Aktinomykose Gesagte (cf. voriges Kapitel).

### **Morbus Mikulicz-Kümmel.**

Bei der symmetrischen Vergrößerung der Tränen- und Mundspeicheldrüsen ist durch schwache Röntgenbestrahlung Rückbildung der Drüsenschwellung zu erzielen (Fittig 1904, Ranzi). Hänisch hat über einen Fall berichtet, der bis dato 15 Monate rezidivfrei war. Anscheinend genügen meist kleine Dosen. Es ist eine harte Strahlung empfehlenswert von 10 We. und Filtration durch 3 mm Aluminium. Man wird auf die Gegend der Parotis — unter möglichst geringer Abdeckung, um die kleineren Glandulae buccales und linguales, ferner die Glandula sublingualis und submaxillaris mit zu treffen — etwa 2—3 S.-N. applizieren, ebenso auf die Glandula lacrymalis am oberen lateralen Orbitalrand unter möglichst guter Abdeckung des Bulbus. Dann folgt eine Pause von 2 bis 4 Wochen. Eventuell empfiehlt sich noch eine Bestrahlung der Unterkinngegend, um die Glandulae submaxillares und die Glandula sublingualis besser zu treffen. Eigene Erfahrungen fehlen.

### **Struma.**

Die Vergrößerung der Schilddrüse ohne Basedow-Symptome ist ebenfalls vielfach mit Röntgenstrahlen behandelt worden (Williams 1902, Görl, Stegmann u. a.).

Im allgemeinen wird man sich der Ansicht Albers-Schönbergs anschließen, daß nur Parenchymstrumen junger Leute zu einem Versuch mit Röntgenbestrahlung berechtigen.

Jedenfalls scheint es nach den bisher vorliegenden Erfahrungen, daß die Röntgenbehandlung bei der indifferenten Struma weniger leistet als beim Morbus Basedow. Besserung der subjektiven Beschwerden, besonders der Atemnot, Abnahme der Drüsenschwellung sind mitunter zu erzielen,

eine wirkliche Heilung anscheinend nicht. Grunmach hat über einen Fall von substernaler Struma berichtet, in welchem die subjektiven Beschwerden beseitigt und auch der über mannsfaustgroße Kropf fast vollständig zur Rückbildung gebracht wurde, wie durch das Röntgenogramm nachgewiesen werden konnte.

Ich selbst habe in manchen Fällen nur Besserung der subjektiven Beschwerden, in anderen auch eine bedeutende Abnahme der Schilddrüsenschwellung (Verringerung des Halsumfanges bis um 7 cm!) gesehen; in 2 Fällen sah ich nach ca. 2 Jahren Rezidive eintreten, und zwar in einem von diesen Fällen mit ausgesprochenen Basedow-Symptomen (Exophthalmus, Tachykardie, Tremor, Magenbeschwerden). Die betreffende Patientin ging an Herzschwäche zugrunde. Es handelte sich hier also um einen echten Morbus Basedow, der sich aus einer indifferenten Struma entwickelte, ohne daß man einen Zusammenhang mit der ca. 2 Jahre zurückliegenden Röntgenbehandlung anzunehmen braucht. Etwas anders liegen die Verhältnisse in einem Falle von Kienböck und v. Decastello, in welchem unmittelbar im Anschluß an die Röntgenbehandlung einer indifferenten Struma Symptome von Thyreoidismus auftraten, die sich langsam wieder zurückbildeten und vielleicht auf eine Reizwirkung infolge zu schwacher Röntgenbestrahlung und eine dadurch bedingte transitorische Steigerung der Sekretion der Drüse zurückzuführen sind. Gottschalk, Hänisch, Krause haben von der Röntgenbehandlung keine Erfolge gesehen.

Im allgemeinen wird man also die Röntgenbehandlung der Struma nur in seltenen, besonders geeigneten Fällen, also vorwiegend bei weichen Parenchymstrumen junger Leute, und auch dann nur mit besonderer Vorsicht anwenden. Es sind hier meist größere Dosen erforderlich als bei der Basedow-Struma, am besten 2—3 S.-N. bei 10 We. und Filtration durch 3 mm Aluminium auf die rechte, linke und eventuell auch noch auf die vordere Partie des Kropfes unter Abdeckung der Umgebung oder durch Tubus. Dann folgt eine Pause von 2—4 Wochen.

### Thymushypertrophie.

Bei der Thymushypertrophie der Kinder wird die Röntgenbehandlung von Regaud und Crémieu warm empfohlen. Auf Grund der vorliegenden Erfahrungen an

8 erfolgreich behandelten Fällen kommen Regaud und Crémieu zu dem Schluß, daß die Röntgenbehandlung dem chirurgischen Eingriff entschieden vorzuziehen ist. Bestrahlt wird die Sternalgegend; Härtegrad 10 We., Filtration durch 3 mm Aluminium, Dosis: 2—3 S.-N. Eigene Erfahrungen fehlen.

### Prostatahypertrophie.

Die einfache Hypertrophie der Prostata ist zuerst von Moskowitz und Stegmann (1905) mit Röntgenstrahlen behandelt worden. Später haben Hahn, Hänisch u. a. ebenfalls über günstige Resultate berichtet. Ein Erfolg ist nur dann zu erwarten, wenn es sich nur oder vorwiegend um Hyperplasie des Parenchyms, des Drüsengewebes handelt; ist die Vergrößerung der Prostata nur oder vorwiegend durch Hypertrophie des Bindegewebes bedingt, so dürfte die Röntgenbehandlung nicht viel nützen.

In Anbetracht der keineswegs einwandfreien Resultate, welche die verschiedenen, nicht ungefährlichen operativen Methoden ergeben, ist ein Versuch mit Röntgenstrahlen meines Erachtens in jedem Falle geboten, in welchem es sich um eine Drüsenschwellung von nicht zu harter Konsistenz handelt.

Zur Operation ist es schließlich immer noch Zeit. Ich selbst habe nur wenige Fälle längere Zeit behandelt und meist auch eine deutliche, wenn auch nicht sehr erhebliche Verkleinerung der Drüse und vor allem eine Verringerung oder Beseitigung der Harnbeschwerden erzielt. Auch Rezidive sind beobachtet worden (Schlagintweit), und auch derartige Rezidive sind erfolgreich wieder mit Röntgenstrahlen behandelt worden. So gelang es Hänisch und Hahn, einen Patienten durch zeitweilig wiederholte Bestrahlungsserien immer auf 6—8 Monate von seinen Beschwerden zu befreien. Die Technik ist wichtig, wenn man die Bestrahlung mittels eines in das Rektum eingeführten Spekulum (aus Metall oder Bleiglas) vornimmt, da dann erstens auf eine gute Einstellung der Drüse und zweitens auf eine gute Zentrierung der Röhre zu achten ist, wenn wirklich die Strahlen die Prostata treffen sollen. Freilich hat man die Bestrahlung auch vom Damm aus ohne Spekulum, durch die Weichteile hindurch vorgenommen und auch mit diesem Modus ebenso günstige Erfolge erzielt, was ja ohne weiteres

erklärlich ist, wenn man eine besondere Radiosensibilität des hypertrophischen Drüsengewebes annimmt (Luraschi und Carabelli). Benutzt man ein Spekulum, so darf dieses nicht zu eng und nicht zu lang sein, da man die richtige Einstellung der Drüse nicht durch Inspektion, bei welcher man immer nur die in das Lumen des Spekulum sich vorwölbende Rektalschleimhaut sieht, feststellen kann, sondern nur durch Palpation mittels des kondomierten Fingers. Die Bestrahlungen werden dann in Knie-Ellenbogen-Lage oder in Seitenlage vorgenommen. Ich empfehle die letztere, weil sie bequemer für die Patienten ist, und die Patienten ruhiger liegen. Das Gesäß kommt an den Rand des Lagerbettes zu liegen. Die Knie müssen gebeugt, die Beine angezogen werden.

Bisweilen beobachtet man im Anschluß an die Bestrahlungen Fieber und stenokardische Anfälle, Erscheinungen, welche durch toxische Wirkung der infolge der Röntgenbestrahlung entstehenden Zerfallsprodukte bedingt sein dürften und rasch vorübergehen. Unangenehme Zufälle sind bisher bei dieser Behandlungsart der Prostatahypertrophie nicht beobachtet worden. Wilms und Posner (1911) haben zuerst die isolierte Bestrahlung des Skrotums bei der Prostatahypertrophie empfohlen, um sekundär durch Atrophie der Hoden eine Schrumpfung der hypertrophischen Prostata zu erzielen analog der Schrumpfung des Myoms nach Atrophie der Ovarien. Ehrmann (1912) hat über einen Fall berichtet, der gleichfalls durch Hodenbestrahlung erheblich gebessert wurde. Blutungen und Residualharn, die über  $\frac{1}{4}$  Jahr bestanden hatten, verschwanden nach 10 Tagen. Die Besserung hielt zur Zeit der Publikation über  $\frac{1}{4}$  Jahr an. Ein anderer Fall von derb fibrinöser Prostata blieb unbeeinflusst. Man wird nach diesen Erfahrungen am besten so vorgehen, daß man das Eine tut und das Andere nicht läßt, d. h. sowohl die Prostata als auch die Hoden bestrahlt. Man bestrahlt am besten in Knie-Ellenbogen-Lage den Damm durch einen zwischen Steißbein und After fest aufgesetzten Tubus von etwa 10 cm Durchmesser und das Skrotum von hinten, dann in Rückenlage das Skrotum von vorn. Auch kann man versuchen, die Prostata von vorn durch einen dicht oberhalb der Symphyse möglichst fest eingedrückten Kompressionstubus zu treffen. Während der Bestrahlung des Skrotums von vorn ist Abdeckung der Schamhaare erforderlich, um einen Ausfall zu vermeiden.

Harte Strahlung von 10 We. durch 3 mm Aluminium filtriert dürfte am meisten zu empfehlen sein. Dosis pro loco zunächst 2—3 S.-N., dann nach 2—4 Wochen die gleiche Dosis. Bei Bestrahlung der Blasengegend eventuell unter Kompression bis zu 3 Volldosen. Pause von 4 Wochen.

### Karzinome innerer Organe.

Bei den meisten tiefgelegenen Karzinomen ist von der Röntgenbestrahlung nicht viel zu erwarten, da sie erstens den Strahlen schwer zugänglich sind und zweitens eine geringe Radiosensibilität besitzen. Eine Ausnahme bilden anscheinend die Karzinome des Magens und der Gebärmutter; sie liegen relativ günstig und sind ziemlich röntgenempfindlich.

Der erste röntgentherapeutische Versuch, der überhaupt gemacht wurde, war die Bestrahlung eines Magenkarzinoms durch Depaignes im Jahre 1896; er konnte allerdings nur eine Linderung der Schmerzen und eine vorübergehende Besserung des Allgemeinbefindens erzielen. Sehr viel günstiger waren die Erfolge, die Doumer und Lemoine 1904 bei etwa 20 Fällen von Magenkarzinomen erreichten, von denen 3 sogar als geheilt bezeichnet werden. Wenn auch in der Mehrzahl der Fälle der Verlauf schließlich ungünstig war, so konnte doch in allen Fällen eine Hebung des Allgemeinbefindens, in manchen auch eine Verkleinerung des Tumors erreicht werden.

Auch Gottschalk und Grunmach haben über deutliche Verkleinerung krebsiger Tumoren des Magens berichtet, letzterer konnte die Schrumpfung des Tumors auch röntgenographisch beweisen.

Verfasser konnte gleichfalls in einem Fall eine eklatante Verkleinerung eines Tumors unter gleichzeitigem Nachlassen der Schmerzen, Besserung des Allgemeinbefindens und Gewichtszunahme im Laufe einer intermittierenden Röntgenbehandlung sicher feststellen. Es handelte sich um einen Fall, in dem von den Chirurgen wegen zu großer Ausdehnung des Tumors die Gastro-Enterostomie gemacht worden war. Von dem durch die Bauchdecken palpablen faustgroßen harten Tumor war schließlich mit Sicherheit nichts mehr nachzuweisen. Die Bestrahlungen waren mit einer gewöhnlichen mittelweichen Röhre ohne Filtration gemacht worden. Sie wurden später von anderer Seite aus

prophylaktischen Gründen noch weiter fortgesetzt. Es entwickelte sich eine Atrophie der Haut, auf deren Basis dann ein Röntgen-Karzinom entstand. Die Exstirpation, die leicht möglich gewesen wäre, wurde abgelehnt, und die Patientin hatte das tragische Geschick, nicht an ihrem Magen-, sondern an ihrem Röntgen-Karzinom zugrunde zu gehen. Bei der Sektion war von irgend einem Magen-Tumor keine Spur zu finden.

Werner hat über einen Fall berichtet, in welchem es sich um ein inoperables Rezidiv nach Resectio ventriculi (Juni 1907) wegen Carcinoma pylori handelte; der kindskopfgroße Tumor an der Resektionsstelle des Magens war mit Leber und Pankreas verwachsen, zahlreiche Drüsenmetastasen waren längs der großen Gefäße vorhanden. Der Tumor wurde in die Hautwunde eingenäht (Juli 1910), nachdem eine Gastroenterostomia posterior nach Hacker-Murphy gemacht worden war; der so vorgelagerte und freigelegte Tumor bekam am 12., 16. und 21. Tage nach der Operation je  $2\frac{1}{2}$  H. Nach der Entlassung im Verlaufe von  $5\frac{1}{2}$  Monaten  $16 \times 5$  H, wobei die Umgebung nur alle Monate einmal 5 H mit harter Röhre bekam, während die lokale Bestrahlung außerdem noch 11 mal mit mittelweichen Röhren durchgeführt wurde. Der Tumor verkleinerte sich allmählich, so daß schon Ende 1910 „an keiner Stelle eine größere Infiltration nachweisbar war“. Anfang 1911 wuchs die Epidermis über die gesamte Wundfläche. Seitdem war Patient arbeitsfähig und beschwerdefrei. Die Beobachtungszeit betrug seit der Operation 20 Monate.

Noch günstiger sind die Erfolge beim Uterus-Karzinom, wohl darum, weil es von der Vagina aus durch ein Spekulum direkt und außerdem noch perkutan von verschiedenen Einfallspforten aus in Angriff genommen werden kann.

Auch mit einer sehr primitiven Technik — Bestrahlung mit kleinen Dosen mittelweicher Strahlen nur von der Vagina aus — sind schon 1903 von Suilly sehr günstige Erfolge (Schrumpfung karzinomatöser Tumoren, Vernarbung karzinomatöser Ulzerationen der Portio) erzielt worden. Aehnliche Resultate hatten andere Autoren (Cleaves, Rudis-Jicinsky, Pfahler, Leduc, Haret u. a.).

1910 hat Nahmmacher über 6 Narbenrezidive nach Exstirpation des karzinomatösen Uterus berichtet: 4 bis haselnußgroße Knoten in der Vaginalnarbe wurden durch

Bestrahlung von der Vagina und vom Rektum aus vollkommen beseitigt. 3 Jahre später waren die Fälle noch rezidivfrei.

In einem anderen Falle wurde ein eigroßer gestielter karzinomatöser Uteruspolyp abgetragen und der Stumpf bestrahlt. 1 Jahr später war der Fall noch rezidivfrei.

Gauß und Krönig haben 1912 über 2 Fälle von inoperablem Uteruskarzinom berichtet, die sehr günstig beeinflusst wurden, so daß mikroskopisch bei der Probeexzision kein Karzinom mehr nachweisbar war. Es wurden in diesen Fällen ungewöhnlich große Dosen appliziert, in dem einen insgesamt 2600 x. Bumm hat 1912 einen Fall von inoperablem Uteruskarzinom publiziert, der durch Röntgenbestrahlung wieder operabel wurde. Auch in diesem Falle sind ungewöhnlich große Dosen auf den Karzinomtrichter appliziert worden, nämlich 800 H (nach der Skala von Holzknecht) in 3 Monaten, und zwar nur vaginal durch Bleiglasspekulum. Täglich oder jeden zweiten Tag jedesmal 15—40 H. Blutung und Ausfluß ließen nach, das Allgemeinbefinden besserte sich, der Tumor selbst wurde beweglich, so daß die Operation vorgenommen werden konnte. Vor allem zeigte sich eine starke Bindegewebsentwicklung, die das Karzinom wie ein Schutzwall am Weiterwuchern gehindert hatte. Man muß wohl auch eine Schrumpfung des Karzinoms selbst infolge direkter Einwirkung der Röntgenstrahlen annehmen, sonst wäre das Kleiner- und Beweglichwerden des Tumors schwer verständlich. Daß sich mikroskopisch noch wucherndes Karzinomgewebe nachweisen ließ, spricht nicht gegen diese Annahme. Harte, vergrößerte Drüsen, welche beiderseits von den Gefäßstämmen entfernt wurden, erwiesen sich mikroskopisch frei von Karzinom. Die Heilung verlief glatt.

Döderlein, Krönig und Gauß, Bumm haben dann 1913 über ein größeres Material berichtet und in der Mehrzahl der noch nicht weit fortgeschrittenen Fälle klinisch anscheinend eine Heilung erzielt; sie plädieren im Gegensatz zu der bisher herrschenden Ansicht gerade für die Bestrahlung der operablen Fälle, bei denen die Chancen natürlich günstiger sind, als bei den desolaten, inoperablen Fällen. Ja, Haendly (1914) rät sogar, die weit fortgeschrittenen Karzinomfälle wegen der Aussichtslosigkeit einer Röntgenbehandlung von der Bestrahlung auszuschließen.

Wenn nun auch die Möglichkeit besteht, ein beginnendes

Portiokarzinom durch Röntgenbestrahlung zur Heilung zu bringen, so dürfte doch wohl das sicherere Verfahren die Exstirpation des Uterus und eine nachfolgende prophylaktische Bestrahlung sein. Denn was exstirpiert ist, braucht nicht erst durch Röntgenstrahlen zur Schrumpfung gebracht zu werden, und etwa zurückgebliebene kleine Keime werden durch die nachfolgende Röntgenbestrahlung leichter zerstört werden, als massige Tumoren. Zugunsten der Strahlenbehandlung wird ferner angeführt, daß die Resultate der chirurgischen Behandlung quoad Dauerheilung schlecht sind; aber wir wissen noch nicht, ob die Resultate der Röntgentherapie quoad Dauerheilung besser sind!

Dagegen werden die Dauerresultate nach der Radikalooperation besser werden, wenn eine systematische prophylaktische Behandlung mit Röntgenstrahlen nachfolgt.

Wir haben dabei den Vorteil, daß wir nicht so große Strahlendosen zu applizieren brauchen, wie sie bei den Gynäkologen beliebt sind, wenn die operablen Portiokarzinome von vornherein und ausschließlich mit Röntgenstrahlen behandelt werden. Denn diese großen Dosen sind nicht unbedenklich wegen der lokalen Schädigungen (Nekrotisierung des Tumors, Arrosionsblutungen, Perforation in benachbarte Körperhöhlen) und der schweren Veränderungen des Blutes (Abfall des Hämoglobingehaltes bis unter 30%), auf die Bumm selbst hingewiesen hat.

Von den Karzinomen des Uterus kommen von vornherein die Fälle für die Röntgenbehandlung in Betracht, die auf der Grenze der Operabilität stehen und durch die Bestrahlung leichter operabel werden können, ferner die Rezidive wegen der infausten Prognose bei wiederholter Operation und schließlich die weit vorgeschrittenen inoperablen Fälle, bei denen doch oft eine Vernarbung vorhandener Ulzerationen und damit ein Aufhören der Blutungen und der Jauchung und eine Beseitigung oder Linderung der Schmerzen erzielt werden kann, wenn auch eine Heilung in solchen Fällen ausgeschlossen erscheint.

Es wäre falsch, in Anbetracht der günstigen Erfahrungen beim Portiokarzinom anzunehmen, daß auch andere Karzinome (mit Ausnahme der gut zugängigen Karzinome der Haut, der Lippen und der äußeren Genitalien) ebenso

günstig durch Röntgenbestrahlung beeinflußt werden. Die Erfahrungen beim Karzinom der Mamma, des Rektum, des Larynx sind bei weitem nicht so günstig.

Besonders schlechte Erfahrungen hat man bei dem Karzinom der Zunge gemacht; obwohl es den Röntgenstrahlen mindestens ebenso leicht zugänglich ist, als das Portiokarzinom und noch leichter zugänglich als das Magenkarzinom, reagiert es doch meist schlechter, in vielen Fällen sogar mit einem rapiden Wachstum.

Als Grund für dieses Verhalten müssen wir erstens eine geringere Radiosensibilität der Tumorzellen annehmen. Zweitens dürfte aber auch das Gewebe, in dem sich das Karzinom entwickelt, von großer Bedeutung für die Beeinflussung durch Röntgenbestrahlung sein. Mitunter beobachtet man auch eine Art Anpassung oder Gewöhnung der Karzinomzellen an die Röntgenstrahlenwirkung: Der Tumor schrumpft bis auf einen bestimmten Rest, der dann absolut refraktär ist.

Das refraktäre Verhalten eines Karzinoms kann natürlich auch dadurch bedingt sein, daß die applizierten Strahlenmengen zu klein waren.

Daß aber auch trotz der modernsten Technik, trotz Filtration und sehr großer Strahlendosen Fälle vorkommen, in denen sich das Karzinom nicht nur refraktär verhält, sondern unter der Behandlung rapide wächst, ist leider nicht zu leugnen.

So hat Haendly (1914) bei einem Vulvakarzinom, das schon auf die Bauchdecken übergreifen hatte, unter der Behandlung ein exzessives Wachstum nach dem Bauch und dem Rücken zu gesehen.

In einem Fall von Mammakarzinomrezidiv schwanden die Knoten zuerst unter der Strahlenwirkung, „um dann aber in der Peripherie in einer ganz auffallenden Weise zu neuer Eruption und Ausbreitung zu kommen!“

Als die Patientin an Kachexie zu grunde ging, war das Karzinom in der Haut über den ganzen Körper, bis zu den Oberschenkeln vorgedrungen.

Auch ich konnte in einem Fall von Mammakarzinomrezidiv (zahlreiche Knoten in der Amputationsnarbe und deren Umgebung, Karzinom der anderen Mamma) gleichfalls ein ständiges Wachsen der Knoten in der Haut und des Tumors in der Mamma während der Röntgenbehandlung beobachten, trotzdem die Bestrahlungen mit harten Röhren

und Filtration durch 3 mm Aluminium so lange fortgesetzt wurden, bis ein Erythem der befallenen Hautpartien auftrat, während ich in anderen Fällen prompte Rückbildung der Rezidivknoten in der Haut — auch ohne Filtration und mit mittelweichen Strahlen — erzielen konnte.

Eine gute Technik ist gewiß viel wert; aber auch sie versagt, wenn es dem Karzinom an der nötigen Radiosensibilität mangelt.

Nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse müssen wir sagen, daß die Röntgenbehandlung gerade da, wo sie eine Lücke auszufüllen hätte, versagt, nämlich in den desolaten, weit vorgeschrittenen Fällen.

Das Heilmittel für den Krebs sind weder die Röntgen-, noch die Radium- oder Mesothoriumstrahlen, aber doch ein wichtiges Unterstützungsmittel in der Behandlung des Krebses, das in den vorgeschrittenen Fällen noch Linderung der Beschwerden bringen, die an der Grenze der Operabilität stehenden Fälle leichter operabel machen und in manchen Fällen wohl auch beginnende Karzinome wirklich heilen kann.

Bei allen tiefgelegenen Karzinomen wird man operieren, was irgend operabel ist, und die Röntgenbehandlung nur für die inoperablen Fälle reservieren.

Strikte indiziert ist in jedem operierten Falle eine systematische über Monate und Jahre fortgesetzte prophylaktische Behandlung mit Röntgenstrahlen.

Was die Technik anbelangt, so wird man in jedem Fall so große Dosen applizieren, wie sie mit der Integrität der Haut vereinbar sind, bei 10 We. und 3 mm Aluminium 3—4 S.-N. und dann etwa 4 Wochen abwarten.

Wo irgend zugänglich, wird man die Kreuzfeuer-Methode anwenden. Nur dürfen die verschiedenen Einfallspforten nicht zu klein gewählt werden, weil sonst der beabsichtigte Effekt, die Ueberkreuzung der Strahlenkegel im Tumor nicht erreicht wird.

Wo irgend zugänglich, besonders bei allen abdominalen Bestrahlungen, wird man mittels eines Tubus (cf. S. 244!) die Haut kräftig komprimieren und dadurch anämisieren. Man kann dann bei 10 We. und 3 mm Aluminium getrost 6—8 S.-N. pro loco applizieren.

Speziell bei den Portiokarzinomen hat Warnekros (1914) den Nachweis erbracht, daß lediglich durch perkutane Bestrahlung von mehreren Einfallspforten (abdominal, sakral, glutäal) eine so erhebliche Rückbildung erzielt werden kann, daß in den Probeexzisionen kein Karzinom mehr nachweisbar ist.

Allerdings gibt Warnekros enorm große Dosen und verzichtet neuerdings überhaupt auf die Anwendung eines Dosimeters. Er bestrahlt so lange, bis Rötung oder auch Blasenbildung der Haut eintritt.

Gegen ein derartiges Vorgehen lassen sich natürlich schwerwiegende Einwendungen machen.

Erstens liegt zwischen der Bestrahlung und dem Auftreten der Hautreaktion immer eine Latenzzeit von 1 bis 4 Wochen. Hört man also z. B. mit den Bestrahlungen erst auf, wenn eine Rötung eintritt, so ist die Erythem-Dosis schon überschritten, da diese Rötung durch Bestrahlungen bedingt ist, die vielleicht 2—3 Wochen zurückliegen, so daß also die in dieser Latenzzeit verabfolgten Bestrahlungen noch zu einer weiteren Steigerung der Reaktion führen müssen, unter Umständen zu einer Dermatitis zweiten oder dritten Grades.

Zweitens folgt stärkeren Reaktionen nach einigen Monaten unweigerlich eine Hautatrophie, ganz abgesehen davon, daß man auch mit der Möglichkeit der Spätulzeration rechnen muß, so daß die — auch bei den nur durch Bestrahlung anscheinend geheilten Fällen — erforderlichen prophylaktischen Nachbestrahlungen durch diese Spätschädigungen sehr erschwert oder gar unmöglich gemacht werden können.

Viel weniger ängstlich braucht man bei den direkten Bestrahlungen der Portio zu sein, die offenbar sehr viel größere Strahlendosen verträgt, als die Haut.

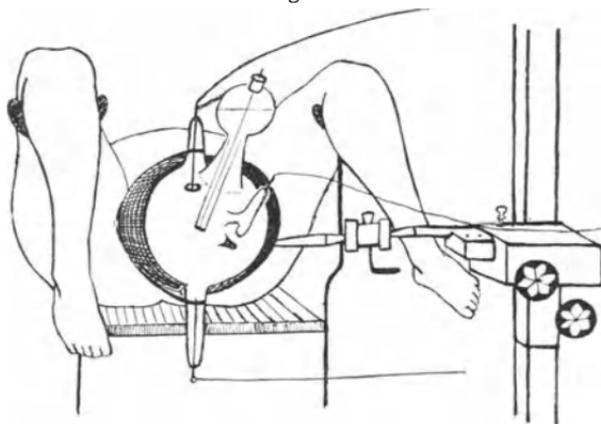
Es ist das Verdienst von Bumm, auf diesen Umstand hingewiesen zu haben.

Bei den direkten Bestrahlungen der Portio erreicht man klinisch auch mit unfiltrierten mittelweichen Strahlen anscheinend dasselbe, wie mit harten, filtrierten Strahlen, die allerdings aus physikalischen Gründen auch für die vaginalen Bestrahlungen vorzuziehen sind. Bei 5—7 We. habe ich bisher nicht mehr als 4 S.-N. ohne Schaden und mit gutem Erfolg auf die karzinomatöse Portio appliziert. Bei 10 We. und 3 mm Aluminium kann man unbedenklich

6—8 S.-N. applizieren. Fig. 72 zeigt die Stellung der Röhre bei vaginaler Bestrahlung.

Ich benutze meist ein gewöhnliches Milchglas-Spekulum. Nachdem dieses eingeführt und die karzinomatöse Portio eingestellt ist, lasse ich das Spekulum von der Patientin mit der Hand halten und führe dann den an der Blendenöffnung des Schutzkastens befestigten Bleiglasansatz soweit in das Milchglas-Spekulum ein, bis er dem Rande des Spekulums fest aufliegt.

Fig. 72.



Stellung der Röhre bei vaginaler Bestrahlung.

Mit den großen Schutzkästen sind die Vaginal-Bestrahlungen etwas umständlich. Viel bequemer sind sie auszuführen, wenn man Röhren mit kleinerem Kugeldurchmesser verwendet, die in kleinere Schutzkästen hineinpassen.

Besonders geeignet ist gerade für Vaginal-Bestrahlungen die Tiefentherapie-Röhre von Grisson wegen ihrer schmalen Form. Bei diesem Typ ist der Fokus nur ca. 4 cm von der Glaswand entfernt. Ich pflege diese Röhre ohne Schutzkasten direkt auf ein 16 cm langes Bleiglasspekulum aufzulegen, so daß also das Portio-Karzinom ca. 20 cm vom Fokus entfernt ist. Das Aluminium-Filter ist im oberen Teile des Spekulums angebracht. Das Spekulum selbst wird durch eine entsprechend große Oeffnung einer 5—6 mm

dicken Bleigummidecke gesteckt, die zum Schutze der äußeren Genitalien und der angrenzenden Partien der Oberschenkel dient.

Bezüglich der abdominalen und sakralen Bestrahlungen gilt das in dem Abschnitt „Gynäkologie“ Gesagte; nur wird man bei den Karzinomen des Uterus besonders kräftig komprimieren, um nicht nur 3, sondern 6—8 S.-N. applizieren zu können. Eine besonders günstige Einfallspforte ist die Partie zwischen Steißbein und Vulva, die am besten in Knie-Ellenbogenlage durch einen fest aufgesetzten Tubus von etwa 10 cm Durchmesser bestrahlt wird.

### Sarkome innerer Organe.

Die tiefgelegenen Sarkome sind im allgemeinen noch radiosensibler als die Karzinome. Manche Formen können anscheinend durch Röntgenbestrahlung dauernd geheilt werden. Freilich gibt es — wie schon bei dem Sarkom der Haut erwähnt wurde — auch Fälle, die sich absolut refraktär verhalten.

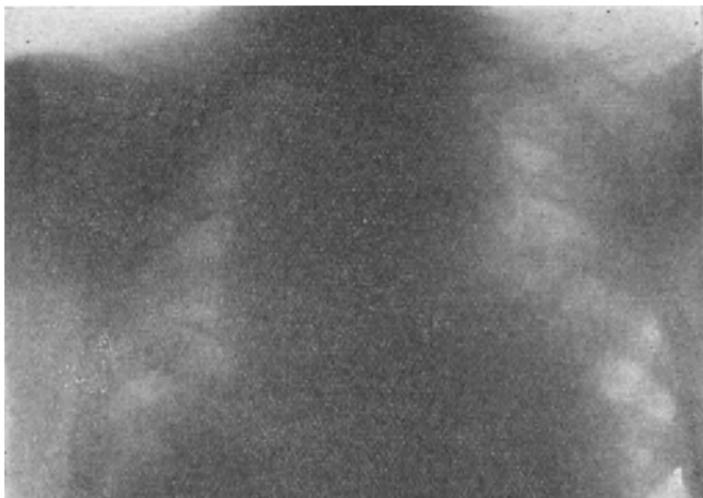
Es kommen hier also entschieden größere Schwankungen in der Röntgenempfindlichkeit vor als bei den Karzinomen. Besonders günstig reagieren meist die Lymphosarkome, schlecht in der Regel die Chondro- und Osteosarkome. Bisweilen erlebt man bei refraktären Fällen, aber auch bei solchen, die zunächst lokal günstig reagieren, eine derartig plötzliche Metastasierung, daß man diese wohl nur auf die Bestrahlung zurückführen kann. Derartige Aussaaten von Geschwulstkeimen über den ganzen Körper werden — wie schon früher erwähnt — nach Röntgenbestrahlung der Karzinome niemals beobachtet. Dagegen kommt eine lokale Wachstumsanregung durch die Bestrahlung, wie man sie bei manchen Karzinomen, besonders häufig bei den Zungenkarzinomen beobachtet, bei den Sarkomen anscheinend nicht vor.

Bei allen inoperablen Fällen ist die Röntgenbehandlung eo ipso das souveräne Mittel; aber auch bei allen Sarkomen, die nach chirurgischen Prinzipien nur durch eine verstümmelnde Operation beseitigt werden können, oder bei denen die Chancen einer Operation zweifelhaft sind, ist zunächst ein Versuch mit Röntgenbestrahlung zu empfehlen.

Pusey (1902) brachte ein seit 1½ Jahren bestehendes mikroskopisch festgestelltes Rundzellensarkom der Halsdrüsen durch Röntgenbestrahlung zum Verschwinden; ein Rezidiv verschwand ebenfalls prompt auf erneute Bestrahlung; der Fall kam später infolge Metastasenbildung ad exitum.

Krogus (1903) behandelte ein gleichfalls mikroskopisch festgestelltes Rundzellensarkom des Os occipitale, welches nur unvollständig operiert werden konnte, mit Röntgenstrahlen und erzielte eine völlige Rückbildung der Tumoren; 4 Wochen später war kein Rezidiv vorhanden.

Fig. 73.



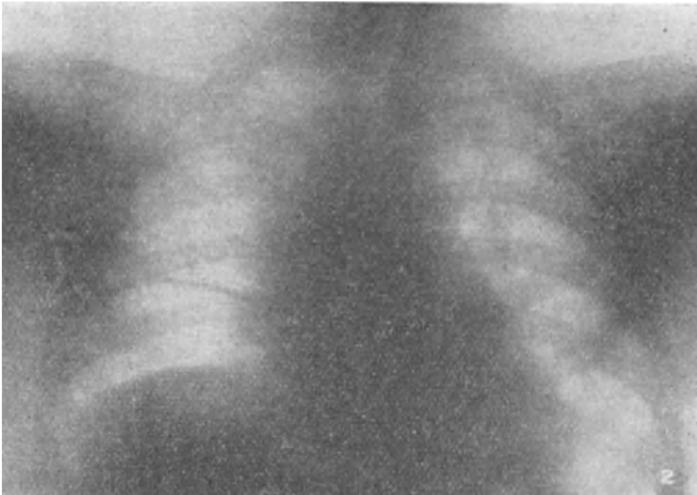
Radiogramm eines Mediastinalsarkoms vor der Röntgenbehandlung.  
10. 2. 1905 (Kienböck).

Chrysospathes (1903) hat einen Fall beschrieben, in welchem es sich um ein ebenfalls mikroskopisch festgestelltes, kindskopfgroßes Rundzellensarkom des rechten Ovariums handelte, das bei der Laparotomie als inoperabel erkannt wurde; in der Operationsnarbe traten bald Sarkomknoten auf, die ulzerierten. Nach Röntgenbehandlung schwanden zunächst die Knoten in der Operationsnarbe, dann in wenigen Monaten auch der große Tumor des Ovariums unter Besserung des Allgemeinbefindens und Gewichtszunahme; 17 Monate nach Abschluß der Behandlung war die Patientin noch rezidivfrei.

Mertens (1904) konnte ein Spindelzellensarkom der rechten Skapula, sowie regionäre Hals- und Achseldrüsen-schwellungen, nachdem eine unvollständige Operation vorausgegangen war, durch Röntgenbestrahlung zum Schwinden bringen.

Béclère (1904) hat über einen Fall von mikroskopisch festgestelltem Rundzellensarkom des Oberkiefers berichtet, das seit 4 Jahren bestand, trotz chirurgischer Eingriffe immer wieder rezidiert war und dann durch Röntgenbestrahlung in ein paar Monaten zum Schwinden gebracht wurde, ohne daß Hautreaktion auftrat.

Fig. 74.



Der gleiche Fall nach mehreren Serien von Röntgenbestrahlungen. 22. 5. 1905; erhebliche Verkleinerung des Tumors (Kienböck).

Kienböck (1907) konnte in einem Fall von Mediastinal-sarkom, das gelegentlich der Exstirpation einer supraklavikularen Drüse mikroskopisch festgestellt war, anscheinend völlige Heilung erzielen. Die gewaltige Verkleinerung des Tumors ließ sich durch das Radiogramm deutlich nachweisen (cf. Fig. 73 u. 74!). Auch die Drucksymptome (Schlingbeschwerden, Atemnot, Herzklopfen usw.) schwanden prompt. 1 Jahr nach Abschluß der Behandlung war kein Rezidiv nachzuweisen.

Pfahler (1907) hat meist gute, zum Teil ganz hervorragende Erfolge gesehen und über Fälle berichtet, welche 3—4 Jahre

rezidivfrei waren. Unter anderen hat er auch mehrere Sarkome des Siebbeins behandelt.

Verfasser (1910) konnte ein großes inoperables Drüsen-sarkom an der rechten Halsseite (Rezidiv nach Operation) bis auf kleine Reste zur Schrumpfung bringen (cf. Fig. 75 u. 76). Die Behandlung mußte dann wegen Abreise der Patientin nach Rußland ab-

Fig. 75.



Lymphosarkoma colli vor der Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

gebrochen werden. Die Reste waren später wieder etwas gewuchert und reagierten auf eine von neuem vorgenommene Röntgenbehandlung nicht. Ueber den weiteren Verlauf des Falles, der in Rußland weiterbehandelt werden sollte, ist nichts bekannt geworden.

Verfasser konnte ferner ein hühnereigroßes Sarkom der linken Tonsille mit Drüsenmetastasen an der linken Halsseite voll-

kommen beseitigen; auch die Drüsengeschwulst ging bis auf einen zirka kirschgroßen Knoten auf dem Sterno-cleido-mastoideus zurück (cf. Fig. 77 u. 78). Es wurde der Patientin dringend geraten, sich diesen Knoten exzidieren zu lassen, schon aus dem Grunde, um feststellen zu können, ob es sich um Geschwulst- oder um Bindegewebsreste handelte. Die Patientin war jedoch zu diesem kleinen Eingriff,

Fig. 76.



Lymphosarkoma colli nach der Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

der vielleicht für sie die definitive Heilung bedeutet hätte, nicht zu bewegen. Ein paar Monate später kam sie mit einem Rezidiv an der linken Halsseite, das offenbar von dem kleinen übriggebliebenen Knoten ausgegangen war, wieder. Eine Röntgenbehandlung wurde abgelehnt. Arsen hatte keinen Erfolg. Es traten erst an der rechten Halsseite, dann auch an anderen Stellen

Drüsenanschwellungen auf, und die Patientin kam relativ schnell ad exitum.

Kienböck (1912) hat über einen Fall von histologisch festgestelltem Spindelzellensarkom am rechten Oberarm berichtet, das wahrscheinlich von der Faszie ausging und mit den Gefäßen und Nerven verwachsen war, so daß eine Exartikulation

Fig. 77.



Drüsenmetastasen eines Sarkoms der linken Tonsille vor der Röntgenbehandlung (H. E. Schmidt).

im Schultergelenk vorgenommen wurde. Trotzdem rezidierte die Geschwulst sehr bald und verschwand dann prompt auf Röntgenbestrahlung. Patient war zur Zeit des Berichtes  $\frac{1}{2}$  Jahr rezidivfrei. Kienböck ist der Meinung, daß in diesem Falle vielleicht durch Röntgenbehandlung des primären Tumors Heilung zu er-

zielen gewesen wäre, und daß dann die verstümmelnde und noch dazu nutzlose Operation hätte vermieden werden können.

Levy-Dorn (1912) hat ein Lymphosarkom am Halse durch Röntgenbestrahlung zum Schwinden gebracht. Später aufgetretene Leistendrüsenschwellungen wichen gleichfalls prompt der Röntgenbehandlung. Von den Halsdrüsenschwellungen war die

Fig. 78.



Rückbildung der Drüsenmetastasen nach der Röntgenbehandlung  
(H. E. Schmidt).

Patientin zur Zeit der Publikation seit 6 Jahren, von den Leistendrüsenschwellungen seit 2 Jahren befreit geblieben.

In einem andern Fall wurde ein periostales Sarkom des linken Oberschenkels bei einem jungen Manne zur Rückbildung gebracht, nachdem die Exartikulation vorgeschlagen, aber ab-

gelehnt worden war. Außer der Röntgenbehandlung wurden Atoxylinjektionen angewendet. Der Patient ist seit über 5 Jahren wieder schmerzfrei, arbeitsfähig und rezidivfrei geblieben. Eine fast 4 Jahre nach Abschluß der Behandlung vorgenommene Untersuchung ließ allerdings noch eine spindelförmige Schwellung des Femur erkennen.

Eine größere Statistik von Werner und Caan stammt aus dem Heidelberger Krebs-Institut und umfaßt 50 Fälle, darunter 14 Lymphosarkome. Die Erfolge waren in den meisten Fällen günstig, wenngleich eine Heilung in keinem Falle erzielt wurde.

Aus den hier mitgeteilten und den anderen bisher publizierten Fällen, die übrigens meist nicht mit der modernen Filtertechnik behandelt worden sind, geht so viel hervor, daß wirkliche Heilungen von Sarkomen jedenfalls zu den Seltenheiten gehören. Zu demselben Schlusse kommt auch Petersen 1913 in seiner Zusammenstellung und kritischen Bewertung fast sämtlicher bis dahin veröffentlichter Fälle.

Daß wir bei den radiosensiblen Formen die Chancen der Dauerheilung durch die moderne, wesentlich verbesserte Technik erheblich günstiger gestalten können, ist sehr wahrscheinlich.

Dagegen erscheint es mir unwahrscheinlich, daß wir bei den refraktären Formen durch unsere moderne Bestrahlungstechnik mehr erreichen. Es kommt eben viel mehr auf die Radiosensibilität des Sarkoms als auf unsere Technik an.

In einem Fall von Mediastinalsarkom konnte ich jedenfalls trotz Anwendung großer Dosen harter durch 3 mm Aluminium filtrierter Strahlen und der Kreuzfeuermethode, keinen Erfolg erzielen. Der Fall kam ad exitum. In einem Fall von Osteosarkom des linken Oberschenkels, der in genau der gleichen Weise behandelt wurde, war dagegen nach der dritten Serie eine deutliche Rückbildung des Tumors zu konstatieren. Leider mußte die Patientin dann nach Rußland zurückreisen, so daß mir der weitere Verlauf des Falles nicht bekannt ist.

In meinen hier abgebildeten Fällen von Lymphdrüsen- und Tonsillensarkom wurde übrigens der günstige Erfolg mit kleinen Dosen unfiltrierter mittelweicher Strahlen erzielt.

Im allgemeinen wird man auch beim Sarkom operieren, was irgend operabel ist.

Strikte indiziert ist die Röntgenbehandlung in allen inoperablen Fällen, die bisweilen durch

die präoperative Röntgentherapie wieder operabel werden können.

Strikte indiziert ist ferner eine chronisch intermittierende Röntgenbehandlung nach der operativen Entfernung eines Sarkoms.

Was die Technik anbelangt, so ist diese identisch mit derjenigen beim tief gelegenen Karzinom (cf. den vorigen Abschnitt!).

### Hypophysis-Tumoren.

Bei Tumoren der Hypophysis ist die Röntgenbehandlung strikte indiziert, wenn die lokalen Symptome (Kopfschmerzen, Hirndruckerscheinungen, Sehstörungen) überwiegen, während sie bei den Fällen, in welchen hauptsächlich Fernsymptome (Gigantismus, Akromegalie, Hypersekretion oder Infantilismus, Adipositas) vorhanden sind, höchstens in den allerersten Stadien versucht werden kann (Jaugeas).

Béclère hat über einen Fall berichtet, in welchem bei einem 17jährigen Mädchen mit Vergrößerung der Hypophysis, welche auch röntgenologisch festgestellt werden konnte, eine Besserung des schon fast ganz verlorenen Sehvermögens und ein Aufhören der Kopfschmerzen erzielt wurde. Die Besserung des Sehvermögens begann schon am 2. Tage nach der ersten Bestrahlung. Auf die vorhandene Akromegalie und die Stoffwechselstörungen war ein Einfluß bei der kurzen Beobachtungszeit noch nicht zu erkennen.

Ein Fall von Akromegalie wurde durch Schädelbestrahlung günstig beeinflusst. Hauptsache ist eine gute Technik. Jaugeas empfiehlt Filtrierung durch 4 mm dickes Aluminium. Erforderlich sind möglichst zahlreiche Einfallspforten und Konzentrierung der Strahlen auf die Hypophysis; eventuell auch Bestrahlung vom Munde aus. Bei 10 We. und 3 mm Aluminium wird man pro loco am besten 3 S.-N. applizieren. Béclère wählt 4 Bestrahlungsfelder, die den beiden Temporalgegenden und der rechten und linken Stirngegend entsprechen. Gunsett empfiehlt 11 Bestrahlungsfelder, von denen 2 auf die Stirn, 4 auf die rechte und 4 auf die linke Temporal- und die dahinter gelegene seitliche Schädelgegend entfallen, während als 11. Einfallspforte das Schädeldach dient. Bei Bestrahlung der behaarten Schädelpartien muß man den Haarausfall mit in den Kauf nehmen, der bei den großen Dosen leicht ein dauernder sein kann.

### d) Gynäkologie.

#### **Myoma uteri; Präklimakterische Blutungen; Chronische Metritis; Dysmenorrhoe; Osteomalacie; Kraurosis.**

Bei den Myomen des Uterus stehen die starken Blutungen im Vordergrund des Interesses. Diese Blutungen lassen sich durch Röntgenbestrahlung dauernd beseitigen. Die ersten erfolgreich behandelten Fälle wurden von Deutsch (1904), Görl (1906), Foveau de Courmelles (1907) publiziert.

Systematisch angewandt wurde die Röntgentherapie wohl zuerst von Albers-Schönberg (1908) und Fraenkel (1908). In den letzten Jahren ist gerade dieses Thema besonders aktuell geworden und eine große Anzahl von Publikationen sind erschienen, von welchen die von Krönig und Gauß besonderes Aufsehen erregten und auch darum eine besondere Beachtung verdienen, weil diese Autoren die Technik erheblich verbessert haben.

Die Blutungen schwinden, die Myome schrumpfen; bei älteren Frauen, die dem Klimakterium nahe stehen, ist der Erfolg leichter zu erzielen als bei jüngeren Frauen.

Den Angriffspunkt für die Röntgenstrahlen bilden nicht nur die Ovarien, wie man zuerst fast allgemein annahm, sondern auch das Myomgewebe selbst. Das beweist ein von Gräfenberg (1912) beschriebener Fall, in welchem ein Myom bei einer 60jährigen Patientin, die schon seit 10 Jahren amenorrhöisch war, durch Röntgenbestrahlung zu fast völliger Schrumpfung gebracht wurde. In diesem Fall ist wohl eine Funktionsfähigkeit der Ovarien — 10 Jahre nach Aufhören der Periode — kaum mehr denkbar. Auch histologische Untersuchungen von Robert Meyer (1912) sprechen durchaus für eine direkte Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Myomgewebe. In 6 Fällen, die untersucht wurden, konnte eine Atrophie des Muskelparenchyms, vor allem aber eine Atrophie und Sklerose der Gefäße, besonders der Adventitia und Media festgestellt werden, während die Intima fast normal war.

Derartige Veränderungen hat Meyer bei nicht bestrahlten Myomen von Frauen in geschlechtsreifem Alter nie gesehen. An den Ovarien fielen degenerierte Eizellen und die geringe Zahl der Follikel auf. Es scheint

allerdings, daß die Ovarien schon durch kleinere, die Myome erst durch größere Strahlendosen geschädigt werden. Denn es kommt vor, daß man nach Röntgenbestrahlung Amenorrhoe eintreten sieht, auch ohne daß die Myome sich nachweisbar verkleinern.

Ich selbst habe bisher ca. 100 Fälle behandelt. Einen Versager wie im Anfang der Bestrahlungsära habe ich nicht mehr erlebt, seitdem ich mit möglichst harten Strahlen und Filtration durch 3 mm Aluminium arbeite.

Eine Kontraindikation für die Röntgenbestrahlung bilden die verjauchten Myome; ebenso werden submuköse Myome, die schon halb geboren in der Cervix liegen, einfacher und schneller durch einen kleinen operativen Eingriff beseitigt. Keine Kontraindikation sehe ich in einer Verstärkung der Blutung nach der ersten oder auch noch nach der zweiten Bestrahlungsserie, wie sie in seltenen Fällen — auch nach großen Dosen harter durch 3 mm Aluminium filtrierter Strahlen — beobachtet wird. Auch in solchen Fällen tritt nach der dritten Serie immer der Erfolg ein, wenn auch zur Erzielung einer dauernden Amenorrhoe noch mehr Serien erforderlich sein können.

Sehr häufig beobachtet man Störungen des Allgemeinbefindens.

Die Frauen klagen über große Müdigkeit nach den Bestrahlungen; diese Müdigkeit steigert sich in manchen Fällen bis zu einer gewissen Benommenheit („Röntgen-Rausch“), diesem Zustand folgt mitunter ein anderer, welchen Gauß als „Röntgen-Kater“ bezeichnet hat (cf. auch Seite 85); die Frauen fühlen sich matt und elend, klagen über Kopfschmerzen, Uebelkeit, Brechreiz, Appetitlosigkeit. Gar nicht so sehr selten kommt es auch wirklich zum Erbrechen. All diese Erscheinungen gehen relativ bald nach Schluß einer Bestrahlungsserie wieder vorüber. Andere Einwirkungen auf Darm und Blase konnten nicht festgestellt werden; manche Patientinnen gaben allerdings an, während der Bestrahlungen immer einen „besonders guten Stuhlgang“ zu haben. Daß eine Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Schleimhaut des Darms möglich ist, kann wohl nicht bezweifelt werden. Interessant sind in dieser Hinsicht Versuche, welche Regaud, Nogier und Lacassagne am Hunde angestellt haben. Sie fanden im Darm nach Röntgenbestrahlung degenerative Veränderungen an den Zotten, den Lieberkühnschen Drüsen und den lymphoiden

Elementen; nach starken Dosen konnte bisweilen sogar ein restloses Verschwinden der Lieberkühnschen Drüsen konstatiert werden (Arch. d'électr. méd. 1912. Nr. 343). Manche Patientinnen klagen auch über vermehrten Harn-drang.

Was nun die Technik der Bestrahlung anbelangt, so habe ich meine ersten Fälle unter Kompression des Abdomens durch eine straffgespannte Gummibinde in der Weise bestrahlt, daß bei 9—10 We. ohne Filter 2—3 S.-N. auf die mittlere und die seitlichen Partien der Bauchhaut appliziert und die drei Bestrahlungsfelder so groß wie möglich gewählt wurden.

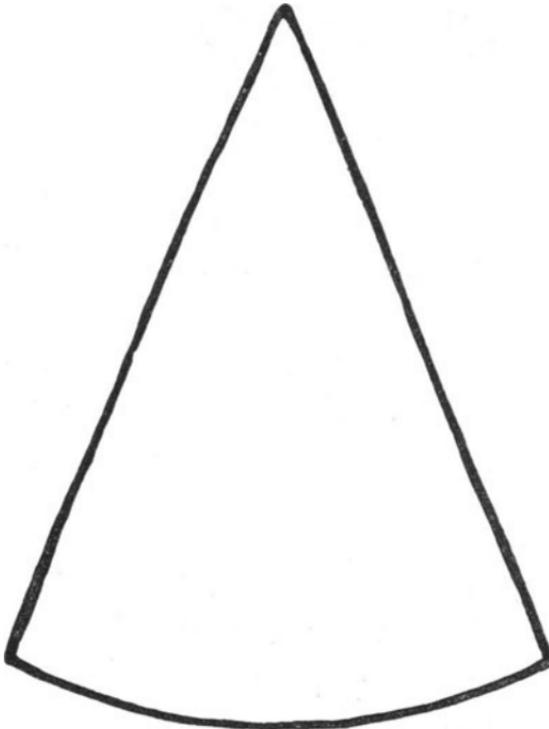
Auf diese Weise konnten in einer Serie 6—9 S.-N. appliziert werden. Die gleiche Dosis wurde dann erst wieder nach einer Pause von 3—4 Wochen gegeben.

Nachdem ich die Röntgeneinrichtung und die Technik an der Freiburger Frauenklinik aus eigener Anschauung kennen gelernt habe, habe ich meine Technik etwas modifiziert und im besonderen die Feldereinteilung von Gauß übernommen, wengleich ich bei weitem nicht so viel und nicht so kleine Eintrittspforten für die Strahlung wähle.

Denn je größer die Eintrittspforten, desto größer das Bestrahlungsfeld in der Tiefe, desto besser die Chancen, Uterus und Ovarien mehrfach zu treffen. Bei so kleinen Eintrittspforten, wie sie Gauß wählt, muß man wenigstens an den Ovarien sehr häufig vorbeischießen; häufiger — vielleicht von allen Eintrittspforten aus — kann wohl der Uterus resp. das Myom getroffen werden, aber immer nur ein kleiner Teil desselben. Von einer Ueberkreuzung der Bestrahlungsfelder in der Tiefe kann wohl bei so kleinen Eintrittspforten kaum die Rede sein, und es kommt doch gerade vor allem darauf an, die Ovarien und den Uterus resp. das Myom in toto mehrfach zu treffen. Das ist aber nur bei großen Eintrittspforten möglich. Uebrigens nimmt auch Gauß neuerdings nicht mehr soviel Einfallspforten wie früher, sondern ca. 18—30. Die Felddosis beträgt ca. 15—25 x, die Seriendosis 270—600 x, der Fokus-Haut-Abstand ca. 14—24 cm. Nach jeder Serie folgt eine Pause von ca. 17—21 Tagen (briefliche Mitteilung). Ich wähle bei größeren Myomen, die bis zum Nabel und darüber reichen, in der Regel acht Eintrittspforten von einer Form und Größe, welche Fig. 79 zeigt.

Durch 8 derartige Eintrittspforten bekomme ich eine sternförmige Figur, welche Fig. 80 zeigt. Dieser „Stern“ wird mittels Gummistempels auf das Abdomen gedruckt und zwar so, daß der Mittelpunkt ungefähr der Lage des Fundus uteri entspricht, also im allgemeinen etwa in der Mitte der

Fig. 79.

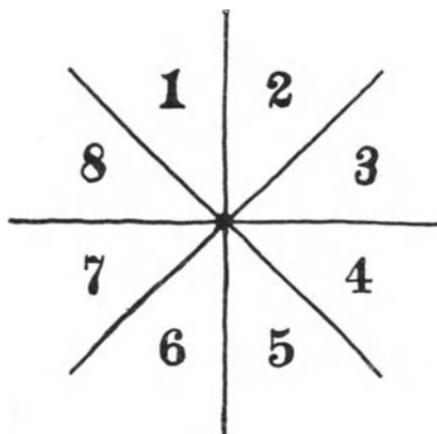


Natürliche Größe des einzelnen Bestrahlungsfeldes.

Linie, welche Nabel und Symphyse verbindet, wie das Fig. 81 zeigt.

Die einzelnen als Eintrittspforten dienenden Felder sind numeriert (cf. Fig. 80 u. 81), nach jeder Bestrahlung wird die betr. Nummer auf der Bauchhaut mit einem Dermatographen

Fig. 80.



Sternfigur, welche die Bauchhaut in 8 Bestrahlungsfelder teilt.

Fig. 81.



Feldereinteilung bei gynäkologischer Bestrahlung.

durchstrichen, und außerdem natürlich im Krankenjournal eine entsprechende Notiz gemacht. Es empfiehlt sich, die Zeichnung auf der Bauchhaut durch ein Stückchen Verband-

mull zu schützen, das mit Leukoplast befestigt wird, um ein Verwischen durch die Reibung der Leibwäsche möglichst zu verhüten. Jeden Tag wird im allgemeinen — falls keine besondere Beschleunigung nötig ist — 1 Feld bestrahlt, so daß die Serie 8 Tage in Anspruch nimmt. Sollte sich die Zeichnung ausnahmsweise etwas verwischen, so kann man die Linien mit einem Dermatographen wieder nachziehen. Die einmal bestrahlten Felder bräunen sich im übrigen, so daß sie bei späteren Bestrahlungen meist gar nicht besonders markiert zu werden brauchen. Die Bräunung bildet keine Kontraindikation für die Fortsetzung der Bestrahlungen. Sie blaßt nach Schluß der Behandlung langsam ab und verschwindet nach mehreren Monaten meist vollkommen.

Um nun auch die Kompression der Haut vornehmen zu können, verwende ich einen annähernd dreieckigen Tubus, dessen untere Oeffnung durch einen entsprechend geformten Aluminium-Filter-Deckel abgeschlossen wird, wie das Fig. 82 zeigt. Der Querschnitt des Tubus entspricht genau der Fig. 79.

Der Tubus ist auf einem Metallschieber drehbar angebracht, so daß die Spitze des Dreiecks immer dem Mittelpunkt der Sternfigur zugewendet werden kann, ohne daß man den ganzen Schutzkasten zu drehen braucht<sup>1)</sup>.

Durch die Kompression erreicht man zweierlei; erstens eine Annäherung der Haut und des Fokus an die Ovarien, resp. den Uterus und damit ein besseres Verhältnis der Oberflächen- zur Tiefendosis, zweitens eine Desensibilisierung der Haut.

Ich appliziere dann pro Feld bei 10 We. und 3 mm Aluminium 3 S.-N. Wenn auch die gut komprimierte und anämisierte Haut fast die doppelte Dosis (6 S.-N.) vertragen würde, so ist man doch nicht immer ganz sicher, daß die Kompressen gleichmäßig, die Haut also an allen Stellen gleich gut anämisiert ist. Außerdem sind bei den Myomen gar nicht so große Dosen erforderlich, da eine besondere Beschleunigung der Behandlung in den allermeisten Fällen nicht nötig ist. Ich ziehe es daher vor, die Dosis, welche die nichtkomprimierte Haut erfahrungsgemäß verträgt, ohne daß ein Erythem eintritt, nämlich

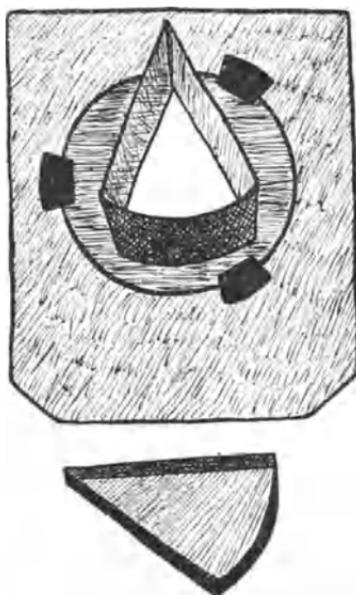
---

1) Der Tubus wird nach meiner Angabe von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall angefertigt.

3 S.-N. auch bei Kompression der Haut in der Regel nicht zu überschreiten.

Bei kleineren Myomen oder bei präklimakterischen Blutungen ohne Myom und chronischer Metritis bin ich wieder zu der Dreifelder-Bestrahlung zurückgekehrt, da man die Felder dann größer wählen und sicherer eine Ueberkreuzung der Strahlenkegel in der Tiefe erzielen kann, und

Fig. 82.

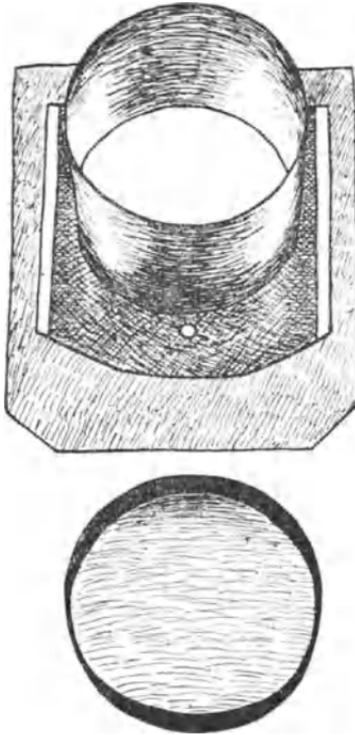


Dreieckiger Tubus mit Aluminium-Filterdeckel.

da eine Bestrahlung der Felder dicht unterhalb des Nabels zwecklos erscheint, wenn das Myom nicht so weit heraufreicht. In der Tat kommt man in solchen Fällen mit 3 Feldern ebenso rasch zum Ziel wie bei sehr großen Myomen mit 8 und mehr Feldern. Ich verwende dann einen runden Tubus von 10 cm Durchmesser, dessen untere Oeffnung gleichfalls durch den Aluminium-Filter-Deckel abgeschlossen ist. Dieser Tubus wird dann dicht über der Symphyse möglichst tief eingedrückt, so daß seine Achse

nach dem kleinen Becken zugerichtet ist, dann werden die seitlich von dem mittleren Feld gelegenen Bauchhautfelder in gleicher Weise — bei möglichst starker Kompression und Richtung der Tubus-Achse nach dem kleinen Becken — bestrahlt.

Fig. 83.



Runder Tubus mit Aluminium-Filterdeckel.

In den meisten Fällen wird man mit diesen 3 Feldern auskommen; eventuell kann man auch die Gegend des Os sacrum und die rechts und links davon gelegenen Hautpartien als Einfallspforten benutzen. Eine besonders günstige Einfallspforte ist auch die Partie zwischen Steißbein und After, die am besten in Knie-Ellenbogenlage durch den fest aufgesetzten runden Tubus bestrahlt wird. Glutäale und vagi-

nale Bestrahlungen wende ich niemals an. Nachdem jedes Feld 3 S.-N. erhalten hat, folgt eine Pause von 4 Wochen. Fast immer erziele ich — auch bei Frauen unter 40 Jahren — in 3 Bestrahlungsserien dauernde Amenorrhoe.

Bei Frauen unter 30 Jahren ist das kaum möglich und auch nicht erwünscht, und man wird sich in den seltenen Fällen, in denen bei jugendlichen Frauen eine Röntgenbehandlung in Frage kommt, mit einer Verringerung der Blutungen oder einer vorübergehenden Amenorrhoe begnügen müssen.

Auch bei der Osteomalacie sind günstige Erfolge durch Röntgenbestrahlung der Ovarien erzielt worden (Ascarelli, Fraenkel, Wetterer). Ein Versuch mit Röntgenbehandlung ist also in jedem Falle gerechtfertigt. Die Technik ist die gleiche wie bei den präklimakterischen Blutungen.

Von anderen gynäkologischen Erkrankungen, bei welchen ein Versuch mit Röntgenbehandlung indiziert ist, sei hier noch die Kraurosis vulvae genannt. Der Juckreiz wird meist günstig beeinflusst. Ulzerationen kommen zur Heilung (Frank Schultz). Man wird etwa  $\frac{1}{2}$  S.-N. bei 5—7 We. applizieren und dann 2—3 Wochen abwarten, ehe wieder bestrahlt wird.

## e) Ophthalmologie.

### Lid-Epitheliome.

Bei den Epitheliomen der Augenlider sollte man in jedem Falle erst einen Versuch mit Röntgenstrahlen machen, weil hier eine operative Entfernung meist nicht ohne Plastik und nachfolgendes Ektropium möglich ist, während die Röntgenbehandlung in den meisten Fällen eine schmerzlose Heilung mit besonders zarter und weicher Narbe ohne nachfolgendes Ektropium herbeiführt.

Verfasser hat 1905 einen Fall von Kankroid, welches acht Jahre bestand, den medialen Teil des linken unteren Augenlides einnahm, bis an den Lidrand heranreichte und schon über den medialen Augenwinkel nach oben fortgeschritten war — ohne besonderen Schutz des Bulbus — durch 7 Röntgenbestrahlungen zur vollständigen Heilung gebracht. Die Umgebung des ulzerierten Epithelioms wurde durch Bleiblech abgedeckt. Ungefähr die untere Hälfte des Bulbus war also vor den Strahlen nicht geschützt. Erytheme sind 7 mal aufgetreten. Die ophthalmoskopische

Untersuchung ergab — fast 8 Jahre nach Abschluß der Behandlung — durchaus normale Verhältnisse, trotzdem damals, wie gesagt, der Bulbus nicht besonders gut geschützt worden war. Der Patient war, bevor er zu mir kam, schon anderwärts längere Zeit ohne Erfolg mit Röntgenstrahlen behandelt worden.

Birch-Hirschfeld (1908) hat ein Karzinom, das schon die ganze Orbita zerstört hatte und nur zum Teil operativ entfernt werden konnte, durch intensive Röntgenbehandlung dauernd geheilt (Beobachtungszeit 5 Jahre).

Stargardt (1912) hat ein Kankroid, das sich nach einer Verätzung am unteren Lidrande entwickelt, diesen arrodirt und auch auf die Bindehaut übergegriffen hatte, durch Röntgenbestrahlung zur Heilung gebracht. Das untere Lid wurde mit einem Leukoplaststreifen nach unten gezogen, so daß die erkrankte Bindehautfläche gut getroffen werden konnte. In der ersten Sitzung wurden 15 x appliziert. Danach Rötung und Schwellung der Lid- und Bindehaut. 8 Wochen später wurden nochmals 12 x appliziert. Danach etwas geringere Reaktion. Seit 6 Monaten Heilung. Die Umgebung des Epithelioms wurde während der Bestrahlung sorgfältig abgedeckt.

Diesen hier erwähnten und anderen Erfolgen stehen auch Mißerfolge gegenüber (Cargill, Valude, Dolcet, Trousseau u. a.), die vielleicht auf mangelhafte Technik zurückzuführen sind. Natürlich wird es auch trotz guter Technik bei den Lidepitheliomen ab und zu mal einen refraktären Fall geben.

Was die Technik anbetrifft, so treten die meisten Röntgenologen und Ophthalmologen für eine möglichst exakte Abdeckung des Bulbus ein, um Schädigungen der Linse oder der Netzhaut sicher auszuschließen, wengleich solche Schädigungen bei den üblichen therapeutischen Dosen kaum zu befürchten sind. Immerhin ist ein Schutz des Bulbus schon empfehlenswert, um Reizungen der Konjunktiva und der Kornea zu vermeiden.

Zur Abdeckung des Bulbus sind die von Stargardt vorgeschlagenen Bleiglasschalen, welche von F. A. d. Müller (Wiesbaden) hergestellt werden, wohl am geeignetsten. Man muß eine Anzahl verschieden großer Schalen zur Verfügung haben. Eine passende Schale wird mit physiologischer Kochsalzlösung angefeuchtet und in den Bindehautsack eingelegt, nachdem das Auge durch 2—3 Tropfen einer 2 proz. Kokainlösung genügend unempfindlich gemacht ist. Die Umgebung des Kankroids wird dann durch Bleiblech oder Bleigummi abgedeckt.

Handelt es sich um Kankroide, welche auf die Bindehaut übergreifen haben, so genügt beim unteren Augenlid meist ein Abziehen nach unten durch einen Leukoplaststreifen; das obere Augenlid muß natürlich ektropioniert und mittels einer Pinzette, welche auf der Stirn mit Pflasterstreifen fixiert wird, in der Ektropium-Stellung gehalten werden. Man appliziert pro loco  $\frac{3}{4}$ —1 S.-N. bei 5—7 We. und wiederholt die Bestrahlung frühestens nach 4 Wochen. Nur ausnahmsweise, bei tiefer greifenden Formen ist eine härtere Strahlung am Platze: 10 We. 3 mm Aluminium, Dosis: 3—4 S.-N., dann Pause von 4 Wochen.

### Hornhaut-Epitheliome.

Bei den Hornhaut-Epitheliomen bestand die Therapie bisher in der Enukleation. Es lag daher nahe, hier die Röntgenstrahlen als Heilmittel heranzuziehen.

Guglianetti (1906) hatte keinen Erfolg und mußte enukleieren. Dagegen konnte Burk (1912) anscheinend völlige Heilung erzielen. Es wurden zweimal in einem Abstand von 4 Wochen 10 x bei B. W. 5 auf das ungeschützte Auge appliziert; jedesmal trat eine Reaktion 1. Grades ein. Von dem vorher histologisch festgestellten Tumor war schon 4 Tage nach der 2. Bestrahlung nichts mehr nachzuweisen. In den folgenden Tagen hellte sich die im Bereich des Tumors getrübe Kornea wesentlich auf, und die Vaskularisation ging so bedeutend zurück, daß 3 Wochen nach der 2. Bestrahlung nur noch vereinzelte feine Zweige übrig waren. „Im Bereich des Tumors war noch eine sehr feine Makula übrig.“

Dieser Fall ist erstens darum von Interesse, weil er bisher der einzige ist, in welchem ein Hornhaut-Epitheliom durch 2 Röntgenbestrahlungen in 3 Wochen zum Verschwinden gebracht wurde mit Hinterlassung einer zarten Narbe, zweitens darum, weil jegliche Schädigung des Auges — abgesehen von einer vorübergehenden Konjunktivitis — ausblieb. Auch ophthalmoskopisch war der Befund bei maximal erweiterter Pupille normal, insbesondere war nichts von Katarakt zu sehen.

In allen Fällen von Hornhaut-Epitheliom dürfte demnach Röntgenbestrahlung in erster Linie zu empfehlen sein. Bezüglich der Dosis und Strahlenqualität gilt das Gleiche wie bei den Lid-Epitheliomen (cf. voriges Kapitel).

### Sarkome des Bulbus und der Orbitalgegend.

Die vorliegenden Erfahrungen sind noch recht spärlich. Hillgartner und Würdemann haben Gliome der Netzhaut mit Erfolg behandelt.

Amman und Schmidt-Rimpler haben bei Sarkomen der Aderhaut keinen Erfolg erzielt.

Braunschweig hat einen Fall von Melanosarkom der *Conjunctiva bulbi et palpebrae* teils durch Exstirpation, teils durch Bestrahlung zur Heilung gebracht.

Ueber günstige, teils vorübergehende, teils dauernde Erfolge bei Sarkomen der Orbita haben Beck, Béclère, Sjoegren, Kienböck, Steiner u. a. berichtet.

Wenn auch die Erfahrungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Sarkome des Bulbus und der Orbita noch nicht sehr zahlreich sind, so sind sie doch vorwiegend günstig; trotzdem dürfte es sich im allgemeinen empfehlen, alle irgendwie operablen Fälle chirurgisch anzugreifen und der Operation eine Röntgenbehandlung nachfolgen zu lassen. Nur bei inoperablen Fällen ist natürlich die Röntgenbehandlung von vornherein indiziert.

Was die Technik anbelangt, so ist eine harte Strahlung von 10 We. und Filtration durch 3 mm Aluminium wohl am zweckmäßigsten. Pro Sitzung werden 3—4 S.-N. in Pausen von mindestens 4 Wochen appliziert. Wenn irgend möglich, werden mehrere Einfallspforten (Bulbus von vorn, Stirn, Schläfe) gewählt (Kreuzfeuer).

### Lupus conjunctivae.

Noch spärlicher als bei den bösartigen Tumoren sind die Erfahrungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Tuberkulose der Konjunktiva, speziell auf den Lupus.

Stephenson konnte einen Fall durch 9 Bestrahlungen innerhalb eines Monats zur Heilung bringen.

Im allgemeinen dürfte die Finsenbehandlung bisher viel häufiger angewandt worden sein, die ja weniger gefährlich, aber sehr viel mühsamer und länger dauernd ist und außerdem nur bei den oberflächlichen Tuberkuloseformen gute Resultate gibt.

Bei der ganz frappanten Wirkung der Röntgenstrahlen gerade auf den Lupus der Mund- und Nasenschleimhaut dürfte doch eine häufigere Anwendung auch bei dem Lupus conjunctivae zu empfehlen sein.

Eine mittelweiche Strahlung von 5—7 We. dürfte am zweckmäßigsten sein. Im allgemeinen wird man sich auf die Bestrahlung der ektropionierten Lider beschränken. Eventuell käme außerdem auch die Bestrahlung durch die Lider hindurch in Frage. Dosis pro loco  $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$  S.-N. unter möglichst vollkommenem Schutz des Bulbus; dann Pause von 4 Wochen.

### Trachom.

Die Erfahrungen über die Röntgenbehandlung des Trachoms sind ziemlich zahlreich. Zuerst hat Mayou (1903) über gute Erfolge (Verschwinden der Follikel, Aufhellung des Pannus) berichtet, später Cassidy-Rayne, Bettrémieux und Darier, Pardo, Geysler, Stephenson und Walsh. Green, Goldzieher, Stargardt u. a.

Wenn auch keine spezifische Wirkung auf den Trachomprozeß anzunehmen ist, so ist doch eine Abflachung der Follikel, eine Abnahme der entzündlichen Schleimhautinfiltration und eine Aufhellung des Pannus möglich. Ob aber die Röntgenbehandlung mehr leistet als die operative Therapie, dürfte zurzeit noch nicht zu entscheiden sein. So hat Goldzieher die Röntgenbehandlung beim Trachom wieder aufgegeben, weil er sie nur bei der folliculären Form wirksam fand, weil aber auch hier die chirurgische Behandlung (Expression der Körner, eventuell Galvano-kaustik) rascher zum Ziele führte als die doch umständlichere Röntgenbestrahlung. Die von den verschiedenen Autoren angewandte Technik ist sehr mannigfaltig. Teils ist nur von außen durch die Lider hindurch bestrahlt worden, teils nur die Schleimhaut der ektropionierten Lider; teils ist der Bulbus besonders geschützt worden (durch Bleiglaschalen), teils absichtlich mit bestrahlt worden.

Da es besonders darauf ankommt, die Uebergangsfalte zu treffen, ist von Stargardt die doppelte Ektropionierung des oberen Lides empfohlen worden. Kurzum, die Technik ist ziemlich schwierig. Im allgemeinen dürfte sich ein besonderer Schutz des Bulbus (nach Stargardt am besten durch einen entsprechend geformten Bleilöffel) empfehlen. Doch wird man bisweilen bei vorhandenem Pannus den Bulbus mitbestrahlen müssen. Dabei liegt natürlich die Möglichkeit einer Schädigung des Auges vor. Doch ist wie gesagt die Gefahr für das Auge nach den

bisher vorliegenden Erfahrungen nicht allzu groß. So haben z. B. Belot und Kienböck ausdrücklich betont, daß sie bei Bestrahlungen in der Augengegend das Auge niemals besonders geschützt und trotzdem niemals eine Schädigung beobachtet haben. Am besten wird man  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  S.-N. bei 5—7 We. auf die ektropionierten Lider und eventuell auch auf den Bulbus applizieren in Pausen von 3—4 Wochen.

### **Frühjahrskatarrh, Episkleritis, Hornhautflecke, Hornhautgeschwüre.**

Auch bei diesen Affektionen liegen allerdings spärliche, aber günstige Erfahrungen vor, so daß ein Versuch mit Röntgenstrahlen gerechtfertigt erscheint. Bezüglich der Strahlenqualität und Dosis gilt das Gleiche wie für das Trachom.

### **f) Oto-Rhino-Laryngologie.**

In der Otologie kommen für die Röntgenbehandlung in Betracht Ekzeme und Psoriasis des äußeren Ohres. Ich habe eine große Anzahl derartiger Fälle erfolgreich behandelt. Auch das Ulcus rodens der Ohrmuschel und des äußeren Gehörganges habe ich durch Röntgenbestrahlung öfter zur Heilung gebracht. Ferner ist der Lupus exulcerans der Ohrmuschel und der besonders häufige Lupus tumidus des Ohrläppchens ein sehr dankbares Feld für die Anwendung der Röntgenstrahlen, die allerdings auch hier meist nur als Vorbehandlung für die Finsen-Therapie dient. Bezüglich der Technik muß auf die entsprechenden Kapitel in dem Abschnitt „Dermatologie“ verwiesen werden.

Ferner dürfte die Röntgenbehandlung indiziert sein bei inoperablen bösartigen Tumoren des Ohres und als prophylaktische Bestrahlung nach chirurgischer Entfernung bösartiger Tumoren. Die Technik ist die der Tiefenbestrahlung (cf. den Abschnitt: „Methodik der Tiefenbestrahlung“ und die Kapitel: „Karzinome innerer Organe“ und „Sarkome innerer Organe“).

In der Rhinologie ist die Röntgenbehandlung vor allem beim Lupus tumidus und exulcerans der äußeren Nase und dem Lupus der Nasenschleimhaut indiziert, ferner beim Ulcus rodens, der Akne vulgaris und der Rosa-

cea. Bezüglich der Technik siehe die betreffenden Kapitel in dem Abschnitt „Dermatologie“.

Günstige Erfolge sind ferner bei der Ozaena erzielt worden; die Bestrahlung der Nasenhöhle erfolgt hier direkt durch Bleiglasspekula mit einer Strahlung von 5—7 We., und zwar werden pro loco  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  S.-N. in Pausen von 3—4 Wochen appliziert.

In hartnäckigen Fällen wird man eventuell außerdem noch durch die Nasenflügel mit einer Strahlung von 10 We. nach Filtration durch 3 mm Aluminium bestrahlen und pro loco 3 S.-N. in Pausen von 4 Wochen applizieren.

In der Laryngologie kommt die Röntgenbehandlung bei inoperablen Karzinomen der Trachea und des Larynx in Betracht, ferner als Nachbehandlung in operierten Fällen.

Bei operablen Karzinomen ist ein Versuch nur dann gerechtfertigt, wenn der Allgemeinzustand des Patienten die Operation bedenklich erscheinen läßt, oder wenn wegen zu großer Ausdehnung der Erkrankung eine Operation zu große Verstümmelungen setzen würde.

Ein günstiges Resultat läßt sich bisweilen bei der Tuberkulose des Larynx erzielen, wie ja überhaupt die Schleimhaut-Tuberkulose (Nase, Mund) besser auf Röntgenstrahlen reagiert, wie die Tuberkulose der äußeren Haut.

Wilms (1910) konnte ein tuberkulöses Ulkus des Larynx durch 2 Röntgenbestrahlungen, welche im Abstand von 3 Wochen vorgenommen wurden, zur Vernarbung bringen. Es wurde von außen durch die Haut mit filtrierter Strahlung jedesmal 1 S.-N. gegeben. Ich selbst habe in einem sehr vorgeschrittenen Falle von Phthisis laryngis keinen Erfolg gesehen. Allerdings war nur eine Bestrahlung vorgenommen worden. Der Fall kam dann infolge einer Darm-Tuberkulose ad exitum.

In zwei anderen mehr chronisch verlaufenden Fällen konnte ich eine deutliche Besserung erzielen.

Die akuten Fälle scheinen im allgemeinen eine schlechtere Prognose zu geben.

Bei der Bestrahlung des Larynx kann versucht werden, direkt durch ein Spekulum den Krankheitsherd zu treffen.

Die Prozedur ist immer schwierig auszuführen und unangenehm für den Patienten.

In jedem Falle ist die Bestrahlung von außen möglich und zwar von rechts und von links. Harte Strahlung von 10 We., filtriert durch 3 mm Aluminium, Dosis pro loco 3 S.-N.

### **g) Veterinär-Medizin.**

Auch in der Tierheilkunde hat die Röntgentherapie eine gewisse Bedeutung erlangt. Es konnte Heilung, bzw. Besserung bei Sarkomen, Karzinomen und Botriomykose der Pferde (Eberlein) und bei Ekzemen der Hunde (Siebert) erzielt werden.

---

### **Nachtrag.**

Die Coolidge-Röhre der A.E.-G. ist jetzt im Handel erhältlich, da die patentrechtlichen Schwierigkeiten, welche bisher den Verkauf nicht gestatteten, während des Druckes dieses Buches beseitigt werden konnten.

**Verlag von August Hirschwald in Berlin NW. 7.**  
(Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.)

---

---

1915 beginnt der neunundvierzigste Jahrgang vom

**JAHRESBERICHT**  
ÜBER DIE  
**LEISTUNGEN UND FORTSCHRITTE**  
IN DER  
**GESAMTEN MEDIZIN.**

(FORTSETZUNG VON VIRCHOWS JAHRESBERICHT.)

---

---

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER GELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN VON

**W. WALDEYER UND C. POSNER.**

---

---

Jeder Jahrgang besteht aus 2 Bänden (in 6 Abteilungen)  
und kostet **46 M.**

---

---

Der Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesamten Medizin soll dem Arzte dienen, der sich auf der Höhe der neuzeitlichen Errungenschaften halten will; alle theoretischen wie praktischen Fächer sind in ihm gleichmässig vertreten — neu sich entwickelnde Spezialzweige ihrer wachsenden Bedeutung gemäss berücksichtigt.

Er gibt eine möglichst vollständige Zusammenstellung der Literatur des letzten Jahres, welche eigener Arbeit die Wege weist; er bespricht, dank der Mitwirkung hervorragender Fachmänner, in kritischer Sichtung alle wesentlichen Fortschritte und Errungenschaften.

Seit vielen Jahren als unentbehrliches Hilfsmittel bewährt, wird der Jahresbericht auch in Zukunft bemüht bleiben, gegenüber der stets wachsenden Zersplitterung den Blick auf das Ganze zu richten und die Einheit medizinischer Wissenschaft und Praxis zu repräsentieren.

# Neuere medizinische Hand- und Lehrbücher

aus dem Verlage von **August Hirschwald** in Berlin.

---

- v. Behring**, Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. E., Einführung in die Lehre von der Bekämpfung der Infektionskrankheiten. Mit Abbild. im Text, Tabellen u. farbiger Tafel. gr. 8. 1912. 15 M.
- v. Bergmann** und **Rochs'** Anleitende Vorlesungen für den Operations-Kursus an der Leiche, bearbeitet von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Bier und Generalarzt Dr. H. Rochs. Fünfte Auflage. 8. Mit 144 Textfiguren. 1908. Gebd. 8 M.
- Bickel**, Prof. Dr. Ad. und Dr. G. Katsch, Chirurgische Technik zur normalen und pathologischen Physiologie des Verdauungsapparates. gr. 8. Mit 6 Tafeln u. zahlr. Textfig. 1912. 12 M.
- Binz**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. C., Grundzüge der Arzneimittellehre. Ein klinisches Lehrbuch. Vierzehnte gemäss dem „Arzneibuche für das Deutsche Reich“ von 1910 völlig umgearbeitete Auflage. 8. 1912. 6 M., geb. 7 M.
- Bischoff**, Oberstabsarzt Prof. Dr. H., Oberstabsarzt Prof. Dr. W. Hoffmann und Oberstabsarzt Prof. Dr. H. Schwiening, Lehrbuch der Militärhygiene. Unter Mitwirkung von Oberstabsarzt Dr. Hetsch und den Stabsärzten Dr. H. Findel, Dr. Kutscher, Dr. Martineck und Dr. Möllers herausgegeben. In 5 Bänden. gr. 8. Mit Textfiguren. 1910—1913. (Bibliothek v. Coler-v. Schjerning, Bd. XXXI—XXXV.) 38 M., gebd. 43 M.
- du Bois-Reymond**, Prof. Dr. R., Physiologie des Menschen und der Säugetiere. gr. 8. Dritte Aufl. Mit 139 Textfiguren. 1913. 14 M.
- Brandt**, Prof. Dr. Alexander, Grundriss der Zoologie und vergleichenden Anatomie für Studierende der Medizin und Veterinärmedizin. (Zugleich Repetitorium für Studierende der Naturwissenschaften.) gr. 8. Mit 685 Abbild. im Text. 1911. 14 M.
- Engel**, Dr. C. S., Leitfaden zur klinischen Untersuchung des Blutes. gr. 8. Dritte Auflage. Mit 49 Textfiguren und 2 Buntdrucktafeln. 1908. 5 M.
- Ewald**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. C. A. und Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Heffter, Handbuch der allgemeinen und speziellen Arzneiverordnungslehre. Auf Grundlage des Deutschen Arzneibuches 5. Ausgabe und der neuesten ausländischen Pharmakopöen. Mit einem Beitrag von Prof. Dr. E. Friedberger. Vierzehnte gänzlich umgearbeitete Auflage. gr. 8. 1911. Gebd. 18 M.
- Fischer**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Bernh., Anleitung zu den wichtigeren hygienischen Untersuchungen. Für Studierende und Aerzte, besonders an Untersuchungsämtern tätige, auch Kreisärztkandidaten und Kreisärzte. Zweite verbesserte Auflage. 8. 1912. 5 M. 60 Pf.

## Medizinische Hand- und Lehrbücher.

---

- Gennerich**, Marine-Oberstabsarzt Dr., Die Praxis der Salvarsanbehandlung. Mit 2 Tafeln. gr. 8. 1912. 3 M. 60 Pf.
- Greeff**, Prof. Dr. R., Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung des Auges. Dritte vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung von Prof. Stock (Freiburg) und Prof. Wintersteiner (Wien). 8. Mit 7 Textfiguren. 1910. Gebd. 4 M.
- — Die pathologische Anatomie des Auges. gr. 8. Mit 9 lithographierten Tafeln u. 220 Textfiguren. 1902—1906. 21 M.
- Grotjahn**, Dr. Alfred, Soziale Pathologie. Versuch einer Lehre von den sozialen Beziehungen der menschlichen Krankheiten als Grundlage der sozialen Medizin und der sozialen Hygiene. gr. 8. 1912. 18 M., geb. 20 M.
- v. Hansemann**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. D., Deszendenz und Pathologie. Vergleichend-biologische Studien und Gedanken. gr. 8. 1909. 11 M.
- — Atlas der bösartigen Geschwülste. gr. 8. Mit 27 lithogr. Tafeln. 1910. 9 M.
- — Ueber das konditionale Denken in der Medizin und seine Bedeutung für die Praxis. 8. 1912. 5 M.
- Heller**, Prof. Dr. J., Die vergleichende Pathologie der Haut. gr. 8. Mit 170 Abbildungen im Text und 17 Tafeln. 1910. 24 M.
- Hermann**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. L., Lehrbuch der Physiologie. Vierzehnte umgearbeitete und vermehrte Auflage. gr. 8. Mit 274 Textfiguren. 1910. 18 M.
- Hildebrandt**, Prof. Dr. Hermann, Der gerichtlich-medizinische Nachweis der wichtigsten Gifte. gr. 8. 1912. 2 M.
- Hiller**, Oberstabsarzt Prof. Dr. A., Lehrbuch der Meeresheilkunde. Für Aerzte und gebildete Laien. gr. 8. Mit 1 Landkarte und 11 Abbildungen. 1913. 7 M.
- Hoche**, Prof. Dr. A., Handbuch der gerichtlichen Psychiatrie. Unter Mitwirkung von Prof. Dr. Aschaffenburg, Prof. Dr. E. Schultze und Prof. Dr. Wollenberg herausgegeben. Zweite Auflage. gr. 8. 1909. 20 M.
- Höckendorf**, Dr. Paul, Der Kohlehydratstoffwechsel und die innere Sekretion. Darlegung ihrer Beziehungen und neue Erklärung des Wesens hiermit zusammenhängender Stoffwechselkrankheiten. Für Forscher und Praktiker. gr. 8. 1912. 2 M. 40 Pf.
- Hohmeier**, Prof. Dr. Fritz, Die Anwendungsweise der Lokalanästhesie in der Chirurgie. Auf Grund anatomischer Studien und praktischer Erfahrungen dargestellt. Mit einer Einführung von Prof. Dr. Fritz König. gr. 8. Mit 54 Textfiguren. 1912. 4 M.

## Medizinische Hand- und Lehrbücher.

---

- Hoppe-Seyler's**, weil. Prof. Dr. **Felix**, Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse für Aerzte und Studierende bearbeitet von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **H. Thierfelder**. Achte Auflage. gr. 8. Mit 19 Textfig. u. 1 Spektrotafel. 1909. 22 M.
- Jacobsohn**, Dr. **Leo**, Klinik der Nervenkrankheiten. Ein Lehrbuch für Aerzte und Studierende. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. G. Klemperer. gr. 8. Mit 367 Abbildungen im Text und 4 Tafeln in Farbendruck. 1913. 19 M.
- Jeger**, Dr. **Ernst**, Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens. gr. 8. Mit 231 Abbildungen im Text. 1913. 9 M.
- Kantorowicz**, Dr. **E.**, Praescriptiones. Rezept-Taschenbuch für die Praxis. Mit einem Vorwort von Geh. Rat Senator. S. 1906. 2 M.
- v. Kern**, Obergeneralarzt Prof. Dr. **Berth.**, Das Problem des Lebens in kritischer Bearbeitung. gr. 8. 1909. 14 M.
- — Das Erkenntnisproblem und seine kritische Lösung. Zweite erweiterte Auflage. gr. 8. 1911. 5 M.
- — Weltanschauungen und Welterkenntnis. gr. 8. 1911. 10 M.
- — Die Willensfreiheit. Vorträge. 8. 1914. 2 M.
- — und Oberstabsarzt Dr. **R. Scholz**, Sehproben-Tafeln. Dritte Auflage. 7 Taf. u. Text in einer Mappe. 1913. 3 M.
- Klemperer**, Prof. Dr. **G.**, Grundriss der klinischen Diagnostik. Achtzehnte Aufl. 8. Mit 54 Textfiguren und 2 Tafeln. 1913. 4 M.
- — Der jetzige Stand der Krebsforschung. Referat, erstattet in der Generalversammlung des Deutschen Zentralkomitees für Krebsforschung. 8. 1912. 2 M.
- König**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Franz**, Lehrbuch der speziellen Chirurgie. Für Aerzte und Studierende. Achte Auflage. In drei Bänden. gr. 8. Mit Textfiguren. 1904 bis 1905. 49 M.
- König's** Lehrbuch der Chirurgie für Aerzte und Studierende. **IV. Band. Allgemeine Chirurgie**. Bearbeitet von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Otto Hildebrand**. Dritte neu bearbeitete Auflage. gr. 8. Mit 438 Textfiguren. 1909. 20 M.
- Krankenpflege-Lehrbuch**. Herausgegeben von der Medizinal-Abteilung des Ministeriums des Innern. Vierte unveränderte Aufl. 8. Mit 5 Tafeln und zahlreichen Abbildungen im Text. 1914. Gebd. 2 M. 50 Pf.
- Lewin**, Prof. Dr. **L.** u. Dr. **H. Guillery**, Die Wirkungen von Arzneimitteln und Giften auf das Auge. Handbuch für die gesamte ärztliche Praxis. Zweite Aufl. gr. 8. Zwei Bände. 1913. 38 M.
- H. E. Schmidt, Röntgentherapie. 4. Aufl.

## Medizinische Hand- und Lehrbücher.

---

- Liepmann**, Privatdozent Dr. W., Der gynäkologische Operationskursus. Mit besonderer Berücksichtigung der Operations-Anatomie, der Operations-Pathologie, der Operations-Bakteriologie und der Fehlerquellen in 16 Vorlesungen. Zweite neubearbeitete und vermehrte Auflage. gr. 8. Mit 409 grösstenteils mehrfarbigen Abbildungen. 1912. Gebd. 24 M.
- — Das geburtshilfliche Seminar. Praktische Geburtshilfe in 18 Vorlesungen für Aerzte und Studierende. gr. 8. Mit 212 Kontrzeichnungen. 1910. 10 M.
- — Atlas der Operations-Anatomie und Operations-Pathologie der weiblichen Sexualorgane mit besonderer Berücksichtigung des Ureterverlaufes und des Suspensions- und Stützapparates des Uterus. 1912. Text und Atlas (35 Tafeln). 24 M.
- Marx**, Prof. Dr. E., Die experimentelle Diagnostik, Serumtherapie und Prophylaxe der Infektionskrankheiten. Dritte Auflage. Mit 4 Textfiguren und 2 Tafeln. 1914. (Bibliothek v. Coler-v. Schjerning. XI.) 12 M.
- Marx**, Gerichtsarzt Dr. H., Praktikum der gerichtlichen Medizin. Ein kurzgefasster Leitfaden der besonderen gerichtsarztlichen Untersuchungsmethoden nebst Gesetzesbestimmungen und Vorschriften für Medizinalbeamte, Studierende u. Kandidaten der Kreisarztprüfung. 8. Mit 18 Textfig. 1907. 3 M. 60 Pf.
- Michaelis**, Prof. Dr. M., Handbuch der Sauerstofftherapie. Unter Mitwirkung von hervorragenden Fachgelehrten. gr. 8. Mit 126 Textfiguren und 1 Tafel. 1906. 12 M.
- Munk**, Geh. Rat Prof. Dr. Herm., Ueber die Funktionen von Hirn- und Rückenmark. Gesammelte Mitteilungen. Neue Folge. gr. 8. Mit 4 Textfiguren. 1909. 6 M.
- Neimann**, Dr. W., Grundriss der Chemie. Für Studierende bearbeitet. 8. 1905. 7 M.
- Niehues**, Oberstabsarzt Dr. W., Die Sanitätsausrüstung des Heeres im Kriege. Mit Genehmigung des Kgl. Kriegsministeriums unter Benutzung amtlicher Quellen bearbeitet. (Bibliothek v. Coler-v. Schjerning, XXXVII. Bd.) gr. 8. Mit 239 Abbild. auf 73 Tafeln u. im Text. 1913. 24 M.; gebd. 25 M.
- von Noorden**, Prof. Dr. C., Handbuch der Pathologie des Stoffwechsels. Unter Mitwirkung von A. Czerny (Breslau), Carl Dapper (Kissingen), Fr. Kraus (Berlin), O. Loewl (Wien), A. Magnus-Levy (Berlin), M. Matthes (Cöln), L. Mohr (Halle), C. Neuberg (Berlin), H. Salomon (Frankfurt), Ad. Schmidt (Halle), Fr. Steinitz (Breslau), H. Strauss (Berlin), W. Weintraud (Wiesbaden). gr. 8. Zweite Auflage. (I. Bd. 1906. 26 M. II. Bd. 1907. 24 M.) Zwei Bände. 50 M.
- — Die Zuckerkrankheit und ihre Behandlung. Sechste vermehrte und veränderte Auflage. gr. 8. 1912. 10 M.

## Medizinische Hand- und Lehrbücher.

---

- Nothelferbuch.** Leitfaden für Erste Hilfe bei plötzlichen Erkrankungen und Unglücksfällen. Herausgegeben von der Medizinal-Abteilung des Ministerium des Innern. 8. Zweite Auflage. (Zweiter unveränderter Abdruck.) Mit zahlr. Abbild. im Text. 1914. Gebd. 1 M. 50 Pf.
- Oestreich, Prof. Dr. R.,** Grundriss der allgemeinen Symptomatologie. Für Aerzte u. Studierende. gr. 8. 1908. 6 M.
- Ohm, Stabsarzt Dr. R.,** Venenpuls- und Herzschallregistrierung als Grundlage für die Beurteilung der mechanischen Arbeitsleistung des Herzens nach eigenen Methoden. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Friedrich Kraus. gr. 8. Mit 61 Originalkurven und 15 Zeichnungen im Text. 1914. 5 M.
- Orth, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Joh.,** Pathologisch-anatomische Diagnostik, nebst Anleitung zur Ausführung von Obduktionen sowie von pathologisch-histologischen Untersuchungen. Siebente durchgesehene u. verm. Aufl. gr. 8. Mit 438 Textfig. 1909. 16 M.
- — Erläuterungen zu den Vorschriften für das Verfahren der Gerichtsärzte bei den gerichtlichen Untersuchungen menschlicher Leichen. gr. 8. 1905. 2 M
- — Drei Vorträge über Tuberkulose. gr. 8. Mit 2 Kurven im Text. 1913. 2 M.
- Pagel, Prof. Dr. J. L.,** Zeittafeln zur Geschichte der Medizin. gr. 8. In 26 Tabellen. 1908. Gebd. 3 M.
- Posner, Prof. Dr. Carl,** Vorlesungen über Harnkrankheiten für Aerzte und Studierende. gr. 8. 1911. 9 M.
- Quetsch, Dr. Fr. O.,** Die Verletzungen der Wirbelsäule durch Unfall. Ein Beitrag zur Versicherungsmedizin. Auf Grund von ca. 200 Eigenbeobachtungen. gr. 8. Mit 103 Textfiguren. 1914. 4 M. 50 Pf.
- Raecke, Prof. Dr. Julius,** Grundriss der psychiatrischen Diagnostik nebst einem Anhang enthaltend die für den Psychiater wichtigsten Gesetzesbestimmungen und eine Uebersicht der gebräuchlichsten Schlafmittel. Fünfte vermehrte und verbesserte Aufl. 8. Mit 14 Textfiguren. 1914. Gebd. 3 M.
- Richter, Prof. Dr. Paul Friedr.,** Stoffwechsel und Stoffwechselkrankheiten. Einführung in das Studium der Physiologie und Pathologie des Stoffwechsels für Aerzte und Studierende. gr. 8. Zweite Auflage. 1911. 8 M.
- Roeder, Dr. H.,** Geländebehandlung herzkranker Kinder im Mittelgebirge. Klinische und experimentelle Untersuchungen bei einem Kuraufenthalte im Thüringer Wald. Unter Mitarbeit von Dr. C. Bieling, Dr. W. Spinak und Rektor E. Wienecke. Mit einer Einführung von Prof. Dr. A. Bickel. gr. 8. Mit 1 Tafel, 3 Figuren und Tabellen im Text. 1914. 3 M. 60 Pf.

## Medizinische Hand- und Lehrbücher.

---

- Salkowski**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. E., Praktikum der physiologischen und pathologischen Chemie, nebst einer Anleitung zur anorganischen Analyse für Mediziner. 8. Vierte verm. Auflage. Mit 10 Textfig. und 1 Spektraltafel in Buntdruck. 1912. Gebd. 8 M.
- Schmidt**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Ad. und Prof. Dr. J. **Strasburger**, Die Fäzes des Menschen im normalen und krankhaften Zustande mit besonderer Berücksichtigung der klinischen Untersuchungsmethoden. Dritte neubearbeitete und erweiterte Aufl. gr. 8. Mit 15 lithogr. Taf. und 16 Textfig. 1910. 21 M.
- Schmidtmann**, Wirkl. Geh. Ober-Med.-Rat Prof. Dr. A., Handbuch der gerichtlichen Medizin. Herausgegeben unter Mitwirkung von Prof. Dr. A. Haberdä in Wien, Prof. Dr. Kockel in Leipzig, Prof. Dr. Wachholz in Krakau, Med.-Rat Prof. Dr. Puppe in Königsberg, Prof. Dr. Ziemke in Kiel, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Ungar in Bonn, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Siemerling in Kiel. Neunte Auflage des Casper-Liman'schen Handbuches. gr. 8. Mit Textfiguren. 1905—1907. Drei Bände. 55 M.
- Schroeder**, Dr. Rob., Der normale menstruelle Zyklus der Uterusschleimhaut, seine Anatomie, dargestellt in Text und 25 Bildern auf 20 Tafeln. Qu.-Folio. 1913. Gebd. 16 M.
- Semon**, Prof. Dr. Sir Felix, K. C. V. O., Forschungen und Erfahrungen 1880—1910. Eine Sammlung ausgewählter Arbeiten. Mit 5 Taf. u. zahlr. Textfig. 2 Bde. gr. 8. 1912. 32 M.
- Silberstein**, Dr. Adolf, Lehrbuch der Unfallheilkunde für Aerzte und Studierende. gr. 8. 1911. 13 M., gebd. 14 M.
- Sonnenburg**, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Ed. und Oberarzt Dr. R. **Mühsam**, Kompendium der Verband- und Operationslehre. I. Teil: Verbandlehre. 8. Zweite Aufl. Mit 150 Textfiguren. 1908. Gebd. 3 M. — II. Teil: Operationslehre. 8. Mit 290 Textfig. 1910. Gebd. 9 M. (Bibliothek v. Coler-v. Schjerning, XV./XVI. Bd.)
- Stoeckel**, Prof. Dr. W., Atlas der gynäkologischen Cystoskopie. 4. Mit 14 Tafeln. 1908. Gebd. 12 M.
- — Lehrbuch der gynäkologischen Cystoskopie und Urethroskopie. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. gr. 8. Mit 25 Tafeln und 107 Textfig. 1910. Gebd. 16 M.
- Strassmann**, Prof. Dr. P., Arznei- und diätetische Verordnungen für die gynäkologisch-geburtshilfliche Praxis aus der Frauenklinik von Prof. Dr. Paul Strassmann in Berlin. Zweite erweiterte Auflage. 8. 1913. Gebd. 1 M 60 Pf.
- Thel**, Obergeneralarzt Dr., Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern. (Bibl. v. Coler-v. Schjerning, XX. Bd.) gr. 8. Zweite vermehrte Aufl. Mit 4 Taf. u. 84 Textfig. 1914. 6 M.
- Westenhöfer**, Prof. Dr. M., Atlas der pathologisch-anatomischen Sektionstechnik. 8. Mit 34 Textfiguren. 1908. 2 M.
-