

Frequenz sollte deshalb auch mit Photopulten oder anderen Hilfsmitteln zur Herstellung von Diapositiven und Kopien ausgestattet sein.

b) Elektrische Installation und Hochspannungsschutz.

Mit der Zunahme der Leistungsfähigkeit der Röntgenapparate wächst naturgemäß auch der Stromverbrauch. Er beträgt beispielsweise für kleinere Röntgendiagnostikapparate etwa 8 bis 10 Kilowatt, für mittlere Diagnostikapparate 15—20 Kilowatt und erreicht heute maximal in den hochleistungsfähigen Drehstromapparaten 40—50 Kilowatt. Die *Dimensionierung des Zuleitungskabels* hängt von der Wahl der Apparatur und vor allem von

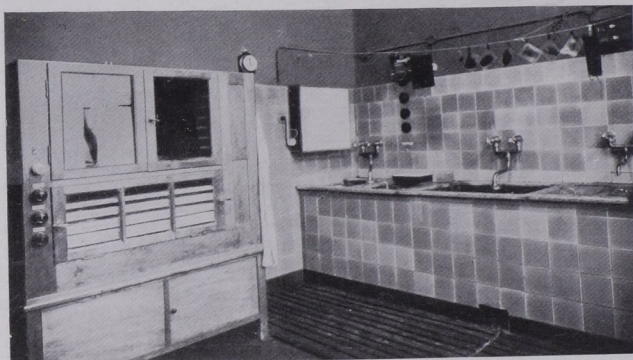


Abb. 7. Trockenkammer, Tankentwicklung, Trockenschrank (HEDFELD).

der Zahl der angeschlossenen Apparate ab und ist ferner abhängig von der Länge des Zuleitungskabels. In manchen Instituten ist nicht daran gedacht worden, und es wurden an das bestehende Kabel immer mehr Apparate angeschlossen, so daß die Leistung der Apparate nicht voll ausgenutzt werden kann.

Vor Errichtung einer Röntgenabteilung hat man sich vorerst bei dem Elektrizitätswerk Gewißheit zu verschaffen, ob dieses imstande ist, genügend Energie zu liefern, was bei den heutigen großen Werken ja kaum jemals Schwierigkeiten bieten wird. Dann muß man feststellen, ob bereits vorhandene Zuführungskabel die zusätzliche Leistung noch ertragen. Zu diesem Zwecke muß aus der Zahl und Type der aufzustellenden Apparate die Summe des Kraftbedarfes (Anschlußwert) berechnet werden. Gegebenenfalls ist ein separates Kabel zum Röntgeninstitut not-

wendig. Bei Anschluß an das Kraftnetz, der vom Elektrizitätswerk vielfach gefordert wird, ist zu bedenken, daß die *Netzspannungsschwankungen* in diesem Netze oft ganz bedeutende sind. Man läßt sich vorteilhaft vorher vom Elektrizitätswerk darüber Aufschluß geben, man verlange eventuell die Aufstellung eines registrierenden Voltmeters, um diese Spannungsschwankungen über längere Zeit beobachten zu können.

Ergibt diese Prüfung geringe Netzschwankungen von 2—3% über oder unter den Durchschnittswerten der Spannung, so können die Apparaturen ohne weiteres angeschlossen werden. Sind die Netzspannungsschwankungen größer, so muß bei Therapiebetrieben ein Spannungsregler eingebaut werden. Eine exakte Dosierung bei therapeutischen Bestrahlungen ist nur bei Konstanz der Netzspannung möglich. Der Einbau eines Spannungsreglers verteuert die Anlage nicht unwesentlich. Die Kosten eines solchen bewegen sich um 4—5000 Fr. herum. Beim Diagnostikbetrieb ist ein Spannungsregler wertlos. Innerhalb der kurzen Expositionszeiten ist die Spannung annähernd konstant, denn die Netzschwankungen erstrecken sich über länger dauernde Zeiträume. Sie können durch andere Einstellung am Schalttisch des Diagnostikapparates kompensiert werden. Voraussetzung ist allerdings, daß sich die Schwester bei ihren Expositionstabellen nicht nach den Stellungen der Regulierkurbeln richtet, sondern nach den Angaben der Meßinstrumente, nämlich Voltmeter und Heizstromamperemeter bzw. Milliamperemeter.

Unter Umständen können aber auch Netzspannungsschwankungen daraus resultieren, daß an ein und demselben Kabel zu viele Apparate angeschlossen werden, z. B. Projektionsapparate, elektrische Lifte, Waschmaschinen usw., die stoßweise größere Energiemengen verbrauchen. In diesem Falle ist die Verlegung eines separaten Zuleitungskabels zum Röntgeninstitut angezeigt. Man berücksichtigt dabei spätere Erweiterungen oder Neuinstallationen von Apparaten.

Bei der Installation der *Niederspannungsleitungen* (Stromzuführungsleitungen zu den Apparaten, Verbindungskabel zwischen Apparat und Schalttisch) hüte man sich, dieselben unter Putz zu legen. Es ist vorteilhafter, sie offen zu montieren oder in gut zugänglichen Leitungskanälen unterzubringen. Reparaturen, Anschluß neuer Apparaturen usw. sind viel leichter durchführbar.

Die Anforderungen an die Installation von *Hochspannungsleitungen* sind viel schärfere als früher. Dünne Drähte oder dünne Rohre sind verpönt. Gefährlich ist es, dieselben nur mit Schnüren oder auf sonstige provisorische Art und Weise zu befestigen.

Es werden heute etwa 20 mm starke vernickelte Messingrohre verlangt, die an kräftigen Porzellanisolatoren an der Decke befestigt sind. Die ausziehbaren Zuleitungskabel zu den Röhren sollen aus starkem isolierten Litzendraht hergestellt werden.

Im Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit der Apparaturen hat auch die *Gefährdung* durch die *Hochspannung* zugenommen. Die Literatur berichtet über Todesfälle. *Schutzmaßnahmen* gegen die *Hochspannung* sind *notwendig*. Der beste Schutz ist die Kenntnis der Gefahr. Das Personal muß über die Hochspannungsgefahr unterrichtet sein und sich streng an die Vorschriften halten, die von den Elektrizitätswerken verfaßt sind und in jedem Arbeitsraum mit Hochspannung angeschlagen sein sollen. Außerdem soll in jedem Raum an gut sichtbarer Stelle eine spezielle Warnungstafel angebracht werden (*Vorsicht Hochspannung!*). Ebensovichtig ist eine gut übersichtliche Anlage, wenig Arbeitsplätze in vielen Räumen an Stelle vieler Arbeitsplätze in einem großen Raume. Unter keinen Umständen darf die Hochspannungsleitung so tief unten montiert sein, daß ein erwachsener, aufrecht stehender Mensch mit ihr in Kollision kommen könnte. Es wird ein Minimalabstand vom Fußboden bis zum tiefsten Punkt der Hochspannungsleitung von 2,8 m verlangt. Um dieser Forderung Genüge zu leisten, ist eine Mindestraumhöhe von etwa 3,5 m notwendig, weil die Hochspannungsleitungen auch mindestens 40 cm von der Decke und etwa 3 m vom Fußboden entfernt sein müssen. Eine besondere Gefahr bilden die Abnahmleitungen, die vom Hochspannungsverteilungsnetz zu den Röntgenröhren führen. Man verwendet durchwegs ausziehbare, selbstspannende Kabel, die bei einem Bruch von selbst zurückschnellen sollen und nicht etwa auf Patient, Arzt oder Bedienungspersonal fallen. Zum Herunterholen der einzelnen Abnahmekabel soll jedes derselben mit einer isolierenden Seidenschnur versehen sein.

Wenn in einem Arbeitsraum mehrere Arbeitsplätze vorhanden sind, die von ein und derselben Röntgenapparatur betrieben werden, *so soll jeder Arbeitsplatz mit einem Hochspannungsaus-schalter versehen sein*. Zweckmäßig ist es, diese Schalter so zu kuppeln, daß es nicht möglich ist, gleichzeitig mehrere Arbeitsplätze an Hochspannung zu legen. Der Arbeitsplatzschalter soll außerdem so gebaut sein, daß er in ausgeschaltetem Zustand den Arbeitsplatz an Erde legt, so daß dieser ohne Gefahr berührt werden kann. Der unter Hochspannung liegende Arbeitsplatz wird durch eine rote Signallampe gekennzeichnet. Dadurch wird die gefährliche Manipulation an den Abnahmekabeln auf ein Minimum herabgesetzt, weil die Hochspannungsleitungen ständig

an den Röhren verbleiben können, wenigstens solange, als die Röhre nicht gewechselt wird. Die Erfahrung zeigt, daß in der Tat die meisten elektrischen Unfälle durch Hochspannung in Röntgenbetrieben beim Einhängen der Zuleitungskabel an die Röhren entstanden sind, wobei durch Zufall das Hochspannungsnetz plötzlich unter Spannung gesetzt wird.

Zu den Schutzmaßnahmen gehören auch gute *Erdleitungen*. Sämtliche Metallteile der Untersuchungsgeräte, also der Säulensative, der Lagerungstische und der übrigen Hilfsgeräte sind durch flexible Kabel mit der Erdleitung fest zu verbinden. Die Verwendung von Ketten ist unzulässig. Die beste Erdleitung sind Wasserleitungen oder Blitzableiter. Die Technik macht immer weitere Fortschritte, um schließlich dahin zu gelangen, daß im Untersuchungs- oder Behandlungsraum eine Gefährdung durch die Hochspannung vollständig ausgeschlossen wird.

e) Strahlengefährdung und Strahlenschutz.

Die in radiologischen Betrieben tätigen Ärzte, das gesamte Bedienungspersonal und auch die nur vorübergehend sich im Gebäude aufhaltenden Personen müssen vor Schädigungen durch ungewollte kurzweilige Strahlung (Röntgenstrahlen, Gammastrahlen) möglichst geschützt werden.

Man unterscheidet Schutz gegen direkte vom Brennfleck der Röhre ausgehende Röntgenstrahlen, Schutz gegen die Gammastrahlung der Radiumpräparate und Schutz gegen Streustrahlung, die von irgendeinem von kurzweiliger Strahlung getroffenen Gegenstände — auch vom Patienten — ausgeht.

Die *Gefahren* von seiten der *direkten Brennfleckstrahlung* der Röntgenröhren werden durch Verwendung von guten *Röhrenschutzgehäusen* auf ein Minimum herabgedrückt. Die Röntgenröhre befindet sich in allseitig geschlossenen Strahlenschutzkästen aus Bleiglas, Blei usw. und läßt nur durch die Blendenöffnung nach Passage eines Grundfilters von 0,5—1 mm Al die Nutzstrahlung austreten. Das Röhrenschutzgehäuse dient aber nicht nur zum Schutz gegen ungewollte Brennfleckstrahlung, sondern auch gegen die Glasstrahlung, Stielstrahlung usw. Denselben Zweck erfüllen die modernen *Strahlenschutzröhren*. Noch viel zu häufig konstatiert man in Röntgenbetrieben ungenügende Bleiglashauben, sogenannte Röhrenbecher und andere ungenügende Röhrenschutzkästen. Es wäre ohne große Kosten möglich, diese Übelstände zu beheben. Wichtig ist natürlich, daß man die Schutzmaßnahmen gegen die direkte fokale Röntgenstrahlung *periodisch* kontrolliert. Dies läßt sich einfach vornehmen durch Anbringung