

Der Röntgenbetrieb.

Von H. R. SCHINZ, Zürich.

Mit 20 Abbildungen.

Vorbemerkungen.

Das Röntgenwesen und alles, was damit zusammenhängt, steht heute ungefähr auf dem Standpunkte der Entwicklung und vor denselben Problemen, wie die Chirurgie unmittelbar nach der Entdeckung LISTERS über die Antisepsis. Es ist mitten drin in einem ungeheuren Aufschwung begriffen, dem sich die Krankenhäuser nur mühsam anpassen können, um so mehr als Studienpläne und Unterricht erfahrungsgemäß immer hintennach hinken. Krankenhausdirektoren stehen vor der verantwortungsvollen Aufgabe, diesen jüngsten Zweig der gesamten Medizin organisch in den Rahmen der übrigen Fächer einzuordnen. Was bei Neubauten oder bei Umbauten jetzt versäumt wird, rächt sich in kurzer Zeit.

Vor jeder Planierung ist Klarheit erforderlich über die Stellung und Aufgabe der medizinischen Radiologie und über den gegenwärtigen Zustand der radiologischen Betriebe in Krankenhäusern, der meist unbefriedigend ist. Erst auf dieser Basis können Vorschläge zur Lösung des Problem es gemacht werden.

a) Stellung und Aufgabe der medizinischen Radiologie.

Die medizinische Radiologie ist die Wissenschaft von der Anwendung der verschiedenen Strahlenformen im Dienste der Medizin. Sie zerfällt in die beiden Hauptgebiete der Röntgendiagnostik und der Radiotherapie, die ihrerseits in der Strahlenphysik und Strahlenbiologie wurzeln.

Die medizinische Röntgendiagnostik ist die Wissenschaft der Untersuchung des menschlichen Körpers vermittels der durchdringungsfähigen Röntgenstrahlen. Sie umfaßt die Unterabteilungen der Röntgentechnik, der Röntgenanatomie und Röntgenphysiologie, der Röntgenpathologie und der klinischen Röntgendiagnostik.

Die Radiotherapie ist die Wissenschaft von der Einwirkung der verschiedenen Strahlen auf den menschlichen Körper im kranken

Zustand und zerfällt in die Unterabteilungen der Röntgen- und Radiumtechnik, der Röntgentherapie, der Radium- oder Curie-therapie und der Heliotherapie.

Anwendungsgebiet und Bedeutung der medizinischen Radiologie sind gewaltig gewachsen. Sie verlangen eingehende Spezialstudien. Diese Entwicklung hat es mit sich gebracht, daß Organisation und Durchführung des radiologischen Betriebes auf große Schwierigkeiten stoßen und an manchen Spitalern zurückgeblieben sind. Die Spitalärzte sehen die Notwendigkeit einer Reorganisation auch ein, und zwar um so mehr, je mehr sie selber über Spezialkenntnisse auf diesem Gebiete verfügen. Falls die Allgemeinheit Kenntnis hätte von der Bedeutung der medizinischen Radiologie für die gesamte heutige Medizin, so würde auch sie die Einrichtung von radiologischen Spezialabteilungen an allen großen Krankenhäusern verlangen. *Die in Diskussion stehende Wissenschaft hat sich nicht nur innerhalb der Forschung, sondern auch innerhalb der praktischen Krankenhausorganisation zu einer wichtigen eigenen Spezialität entwickelt.* Umgekehrt ermöglicht aber auch die Schaffung von solchen radiologischen Spezialabteilungen an Krankenhäusern die Erziehung eines fachärztlichen Nachwuchses, der später sein Arbeitsgebiet, seine volle Beschäftigung und ganze Befriedigung sowie ein ausreichendes Einkommen findet.

b) Gegenwärtiger unbefriedigender Zustand.

Es wird manchmal die Meinung vertreten, daß der „Röntgenbetrieb“ entweder ganz von *Röntgeschwestern* übernommen werden könne, weil man nur an das rein Technische denkt, und weil man zufälligerweise eine Röntgeschwester hat, die gute, ja vorzügliche Aufnahmen herstellen kann. Man vergißt dabei, daß die Indikationen zur Röntgenuntersuchung, die Wahl der speziellen Untersuchungsmethoden im Einzelfalle und die Deutung der Röntgenbefunde wichtiger und schwerer ist als die Herstellung der Röntgenbilder. Man übersieht, daß das ärztliche Handeln bei der Strahlentherapie, deren technische Durchführung gut geschultem Personal keine Schwierigkeiten bereitet, eine noch viel größere Rolle spielt. An anderen Orten hat man die Ausübung der Röntgenmethoden *Technikern* oder *Mechanikern* überlassen, die ihr Auskommen und ihre Arbeit darin finden, weil die Ärzte einerseits das Gebiet aus ihrer Hand gegeben haben, und weil das Publikum andererseits — mit einem großen Teil der Ärzte — das rein Technische in der Anwendung der medizinischen Radiologie ebenfalls überschätzt.

In der Mehrzahl der Fälle leitet allerdings irgendein *Arzt*, meist der Spitalarzt, den Röntgenbetrieb. Er ist sein Sorgenkind. Dieser Arzt gibt sich alle Mühe, auf der Höhe der Zeit zu sein und will geschützt sein gegen haftpflichtige Röntgenschäden bei Personal und Patienten. Er will auch, wo immer möglich, die verschiedenen „Richtlinien“ innehalten, welche internationale oder nationale Kommissionen aufgestellt haben. Autodidaktisch hat er sich mühsam in dieses spezielle Fachgebiet eingearbeitet und ist vom Wunsche beseelt, das ihm unterstellte Röntgeninstitut richtig zu organisieren, richtig zu leiten und zu verwalten und weiß, daß er für alles, was dort geschieht, verantwortlich ist. Aber es ist schwer für ihn, bei den zahlreichen Unklarheiten, Meinungsverschiedenheiten, Vorurteilen und Kompetenzstreitigkeiten den richtigen Weg zu finden. Die Spitalkommissionen sagen, daß es nicht viel kosten dürfe, da es sich nur um eine Nebenaufgabe handle, auf deren Raumbedürfnisse zur Zeit des Spitalbaues nicht Rücksicht genommen worden sei usw. Bei der Wahl der Apparaturen ist er unsicher und wird in seiner Unsicherheit durch den Konkurrenzkampf der Firmen bestärkt. Wenn die eine Röntgenfirma irgendeinen Raum für unzulänglich erklärt zur Aufstellung ihrer Apparatur, so sagt der Konkurrent, es gehe schon, sein Apparat sei kleiner dimensioniert usw.

So ist an vielen Orten ein *Chaos* entstanden. Schuld daran ist neben der geschilderten heute noch bestehenden *Unklarheit* über die *Selbständigkeit* und die Bedeutung des Faches der medizinischen Radiologie die *historische Entwicklung* desselben, richtiger gesagt dessen Jugend. Die große Zahl der Ärzte, auf denen heute die Verantwortung ruht, hat noch die Zeit des „Röntgenkabinetts“ erlebt, das irgendwo im Spital, häufig im Keller oder sonst an einem schwer zugänglichen Orte untergebracht war und das nur dazu diente, gelegentlich eine Fraktur auf die Platte zu bannen oder einen Fremdkörper nachzuweisen. Schuld an den unerwünschten Zuständen mag zum Teil auch die *stürmische Entwicklung* und die steigende Bedeutung und Macht der medizinischen Radiologie sein. Irrtümlicherweise sehen einige Ärzte darin nur den unerwünschten, aber nicht mehr aufzuhaltenden Einbruch der Technik in das Gebiet der Medizin. Sie sind in Sorge um den kranken Menschen, der zum Objekt der Technik gemacht werde. Das Resultat aller dieser Faktoren ist unerfreulich. Häufig wird die *Röntgenuntersuchung gar nicht verwendet*, weil die dazu notwendigen Einrichtungen mangelhafte sind und die hergestellten Bilder enttäuschen. Umgekehrt wird auch *indikationslos* „geröntgt“. In erhöhtem Maße gilt das für die Strahlentherapie, die ebenfalls häufig *gar nicht* oder manchmal *falsch* ausgeübt wird. Dem einen Arzt scheint sie zu gefährlich, dem anderen ist der erzielte Erfolg zu geringfügig.

Wirtschaftlich mächtige Organisationen suchen diesen Zustand der Unsicherheit auszunutzen und gehen daran, eigene Institute zu errichten, erstens, weil es billiger kommt und zweitens, weil sie dann „Herr im eigenen Hause“ sind und einen Fachradiologen anstellen können. Alle Ärzte sind sich darüber einig, daß diese Entwicklung unerwünscht ist. *Sie kann nur bekämpft werden, wenn Spitäler und Privatradiologen ihre Spezialeinrichtungen so ausbauen und den Betrieb so organisieren, daß die Entwicklung von Kasseninstituten überflüssig und unnötig wird.*

e) Vorschläge zur Lösung des Problemles.

Vorbedingung jeder Leitung des Röntgeninstitutes an einem Spital ist *spezialärztliche Vorbildung*. Früher mußte sie autodidaktisch erworben werden, heute stehen dazu Lehrinstitute für medizinische Radiologie an den Universitäten zur Verfügung. Es wird aber niemandem einfallen, für jeden Leiter einer kleinen Röntgenstation eine vollständige Fachausbildung in medizinischer Radiologie zu verlangen. Dies ist nicht nötig, sobald wir uns klar werden über den Aufgabenkreis der einzelnen Institute.

1. *Kleine Spitäler* ohne eigenen Fachradiologen sollen sich mit einer *ausschließlich röntgendiagnostischen Station* begnügen. Die *Leitung* und die *Verantwortung* übernimmt der *Spitalarzt*.

2. *Große Spitäler* mit Trennung in innere, chirurgische Abteilung usw. sollen mit einer *vollständigen zentralen Strahlenabteilung* ausgerüstet werden, die unter der Leitung und Verantwortung eines *Fachradiologen* steht. Das Arbeitsgebiet erstreckt sich auf Röntgendiagnostik und Röntgentherapie.

3. Die *Universitäten* müssen *radiologische Kliniken* schaffen. Hier wird das Gesamtgebiet der Röntgendiagnostik und der Radiotherapie ausgeübt. Neben und zusammen mit der Röntgentherapie wird die Radiumtherapie für einen ganzen Landesbezirk durchgeführt. Die radiologische Abteilung funktioniert in gleicher Weise als *Heilanstalt*, wie als *Unterrichtsanstalt* und als *Forschungsanstalt*. Leiter ist der *Lehrer für medizinische Radiologie*.

Örtliche Verhältnisse, vor allem die Größe der einzelnen Krankenhäuser usw. werden im Einzelfall für die spezielle Einrichtung und Organisation maßgebend sein. *Am Prinzip wird damit nichts geändert*. Die Verantwortlichkeiten der einzelnen Instanzen sind klar, die Projekte werden aber je nach der Größe des Aufgabenkreises sehr verschieden ausfallen.

Vorgängig der Schilderung der Detailentwürfe sollen die allgemeinen Richtlinien zum Bau, zur Organisation und zum Betrieb von radiologischen Abteilungen zusammenhängend besprochen werden, soweit sie für die „Röntgeninstitute“ sämtlicher Spitäler gültig sind.

I. Allgemeine Richtlinien für Projektierung, Bau, Installierung und Betrieb von radiologischen Instituten.

Die Grundlage jeder Projektierung bildet die genaue Kenntnis des Umfanges des *Aufgabenkreises*. Man muß sich darüber im klaren sein, ob man ein *röntgendiagnostisches Institut* braucht oder

ob eine *Strahlentherapieabteilung* oder sogenannte radiotherapeutische Abteilung geschaffen werden soll, in der nur Röntgentherapie oder auch Radiumtherapie und Lichttherapie getrieben wird, oder ob es sich drittens um eine *radiologische Abteilung* handelt, die aus einer röntgendiagnostischen und aus einer radiotherapeutischen Station besteht.

Ebensowichtig wie die Kenntnis des Zweckes des geplanten Institutes ist auch die Kenntnis des Umfanges der zu erwartenden *täglichen Arbeitsleistung* desselben.

Erst nach genauer Feststellung dieser Grundlagen und Klärung derselben kann an die Aufstellung eines *Planes* gedacht werden, der aus der Zusammenarbeit des Radiologen oder Spitalleiters mit dem Architekten und dem Spezialingenieur für Elektromedizin resultiert.

Was die Wahl des *Standortes* einer radiologischen Abteilung anbetrifft, so muß für röntgendiagnostische Institute oder für die röntgendiagnostische Unterabteilung einer radiologischen Klinik als allgemeine Forderung eine *zentrale Lage* erhoben werden. Die röntgendiagnostischen Untersuchungsräume müssen von den Operationssälen, Krankensälen und den Untersuchungszimmern aus leicht erreichbar sein, und zwar auch bei getrennt stehenden Gebäuden, wenn irgend möglich, durch gedeckte Verbindungsgänge. Dadurch ist die zentrale Lage innerhalb eines Krankenhauses oder eines Krankenhauskomplexes zumindestens für die röntgendiagnostische Abteilung gegeben. Mit Rücksicht auf die häufig vorkommenden ambulatorischen röntgendiagnostischen Untersuchungen ist auch eine möglichst reibungslose Kommunikation mit der Außenwelt erforderlich. Für eine ausschließlich strahlentherapeutische Abteilung oder für die strahlentherapeutische Unterabteilung einer radiologischen Klinik ist die Wahl einer zentralen Lage nicht notwendig, hingegen ist dies natürlich im Interesse einer einheitlichen Leitung wünschenswert, wenn Röntgendiagnostik und Radiotherapie möglichst nahe beieinander sind. Dies führt zu Personal- und Ärzteesparnis.

In vielen Fällen sind die Röntgenabteilungen in vollkommen ungenügenden Räumlichkeiten, mit ungenügenden Platzverhältnissen, schlechter Zugänglichkeit und schlechter Ventilation untergebracht. So kommt es z. B. vielfach noch vor, daß diese heute so wichtigen Abteilungen sich in Kellerräumen befinden, deren Benutzung für andere Abteilungen abgelehnt würde. Diese schlechten Beispiele müssen allmählich beseitigt werden. Die im folgenden gemachten Vorschläge und besprochenen Einrichtungen sollen dazu beitragen, diese Übelstände zu beseitigen, denn nur

ein modern eingerichtetes Institut, welches nicht nur mit seinen Apparaten und Geräten, sondern auch in baulicher Hinsicht auf der Höhe der Zeit steht, kann den heute gestellten sehr hohen Anforderungen gerecht werden. Aus den früher verwendeten kleinen Apparaten und Hilfsgeräten, die ihrem Aufbau, ihrer Konstruktion und ihrer Handhabung nach mehr für Laboratoriumsversuche als für den praktischen Betrieb geeignet waren, haben sich heute großdimensionierte, leistungsfähige und solide Konstruktionen entwickelt, für die der Name Röntgenapparat nicht mehr angebracht ist, sondern die man richtiger als *Röntgenmaschinen* bezeichnen muß. Auch mit Rücksicht auf die mit dem Röntgenbetrieb verbundenen *Gefahren*, Schädigungen durch die Röntgenstrahlen selbst, durch die elektrische Hochspannung, durch Gasvergiftungen und Feuersgefahr, müssen heute bei einer Neueinrichtung eines Röntgeninstitutes in baulicher Hinsicht Forderungen aufgestellt werden, welche diese Gefahren nach Möglichkeit zu vermeiden gestatten. Zu diesem Zwecke sind von den Röntgenesellschaften der verschiedenen Länder, zum Teil auch in internationaler Übereinkunft, Vorschriften bzw. Richtlinien aufgestellt worden, die sowohl für den Besteller als auch für den Lieferanten in gleicher Weise von Wichtigkeit sind und deshalb bei Neueinrichtungen heute nicht mehr unbeachtet bleiben dürfen. Diese Normenvorschläge und Richtlinien können naturgemäß in dieser Arbeit nicht ausführlich aufgezählt, sollen aber in ihren wichtigsten Punkten diskutiert werden. Ein gleiches gilt für die gesetzliche Regelung der Arbeitszeit und der Entschädigung bei Unfällen. (Vgl. Bd VII, S. 150 und 226).

a) Anforderungen in baulicher Hinsicht.

Radiologische Betriebe sollen nicht in Kellerräumen untergebracht sein. Gute *Durchlüftungsmöglichkeit* ist Haupterfordernis, erstens ist das Personal in Röntgenbetrieben gesundheitlich stärker gefährdet als das übrige Spitalpersonal, und schon aus diesem Grunde ist eine ausgezeichnete tägliche Durchlüftung notwendig. Dies gilt ganz besonders auch für die Dunkelkammer. Zweitens aber bilden sich in solchen Betrieben nitrose Gase, so daß trotz der Möglichkeit guter Durchlüftung sämtliche röntgendiagnostischen und radiotherapeutischen Räume überdies mit gut funktionierender *Saugventilation* ausgestattet sein sollten. Diese muß stündlich etwa den zehnmaligen Luftwechsel jedes dieser Räume ermöglichen. Dabei ist besonders zu beachten, daß die Absaugöffnungen in der Nähe des Fußbodens angebracht sind, weil die nitrosen Gase schwerer sind als die Luft. Die Heizung muß dem

verlangten starken Luftwechsel angepaßt werden. Am besten ist es, zur Vermeidung starker Abkühlung, vorgewärmte Luft zuzuführen.

Notwendig und praktisch ist die prinzipielle Durchführung des *Dreikammersystems*: Maschinenraum, Bedienungs- oder Schalt-raum und eigentlicher Untersuchungs- bzw. Bestrahlungsraum sind voneinander zu trennen. Der Betrieb wird übersichtlicher, die Schutzvorschriften sind besser erfüllt und Ärzte und Personal besser geschützt. Abb. 1 enthält das Prinzipschema für dieses Dreikammersystem. Die Trennung kann entweder in vertikaler oder horizontaler Richtung erfolgen, indem bei der ersteren Lösung sich ein gemeinsamer Maschinenraum (Abb. 2) oberhalb des Untersuchungs- bzw. Bestrahlungsraumes (Abb. 3) und Schaltraumes (Abb. 4) befindet, bei der zweiten Lösung sind alle drei Zellen nebeneinander.

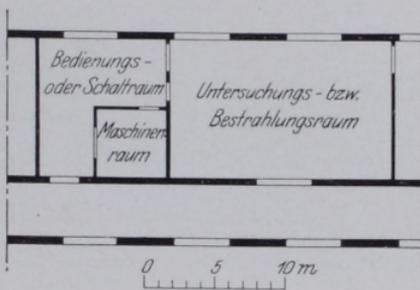


Abb. 1. Prinzipschema des Dreikammersystems bei Einrichtung von röntgendiagnostischen und strahlentherapeutischen Arbeitsplätzen.

Über die *Größe* der einzelnen Räume sind im zweiten Teil bei der Besprechung der verschiedenen Typen von Instituten nähere Angaben gemacht). Allgemein ist zu sagen, daß eine *Unterteilung* der Behandlungsräume in *Einzelräume* die Leistungsfähigkeit eines Institutes erhöht. Es ist vorteilhafter, an Stelle eines sehr großen Arbeitsraumes zwei oder mehrere kleinere Räume zu erstellen, auch wenn für dieselben nur eine gemeinsame Apparatur vorhanden ist. Die Verkleinerung des Einzelraumes darf aber nicht zu weit getrieben werden, da zu klein bemessene Röntgen-Durchleuchtungs-, Aufnahme- und Behandlungsräume mancherlei Gefahren für Patient und Personal in sich bergen und außerdem das Arbeiten erschweren. Die Mindestbodenfläche eines einzelnen Arbeitsraumes soll deshalb 20 m² nicht unterschreiten. Als Minimalraumhöhe ergibt sich aus den Vorschriften über den Hochspannungsschutz eine solche von 3,5 m.

Die Fenster aller Diagnostikräume müssen mit gut funktionierenden *Verdunkelungsvorrichtungen* versehen sein. Bei größeren Anlagen ist es zweckmäßig, dieselben mit Motorantrieb zu versehen, damit sämtliche Fenster gleichzeitig von einem Standort aus verdunkelt werden können. Die gewöhnlichen schwarzen Stoffe sind nicht genügend lichtdicht und auch nicht genügend

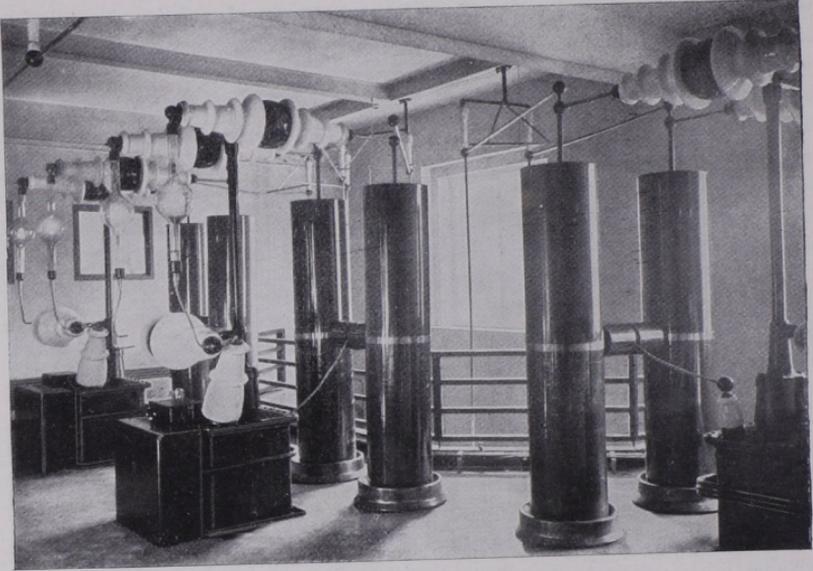


Abb. 2. Blick in einen *Maschinenraum* der Röntgentherapieabteilung im Röntgeninstitut Sachsenhausen (Prof. HOLFELDER).

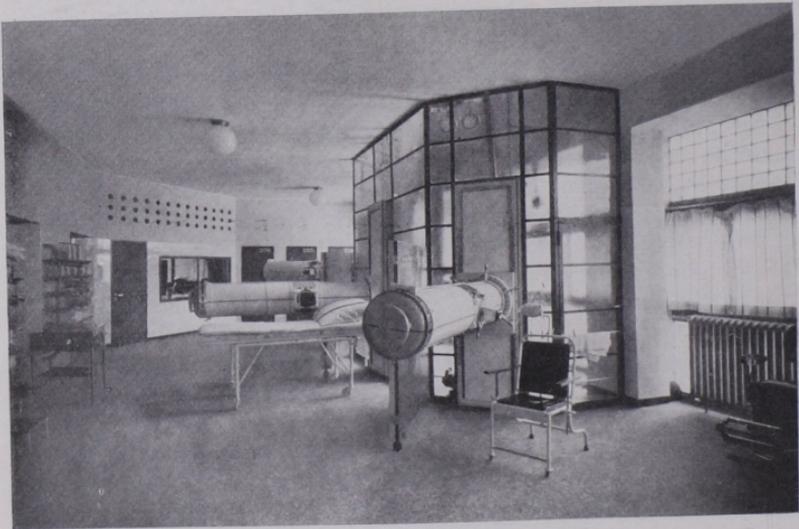


Abb. 3. *Bestrahlungsraum*, getrennt vom Schaltraum und Maschinenraum in der Tiefentherapieabteilung des Röntgeninstitutes Sachsenhausen.

haltbar. Ferner fehlt ihnen die nötige Stabilität, so daß sie leicht aus den seitlichen Führungsschienen heraustreten und auf diese Weise dem Licht Zutritt gestatten. Zweckmäßiger ist die Verwendung von sogenanntem Holzdrahtgewebe, einem speziellen Lichtschutzstoff, welcher durch dünne Holzeinlagen derart versteift wird, daß er völlig glatt bleibt.

Der *Anstrich* sämtlicher Diagnostikräume und auch der Bestrahlungsräume soll in einem hellen Ton gehalten sein. Die früher allgemein übliche Auffassung, daß Röntgenzimmer schwarz oder

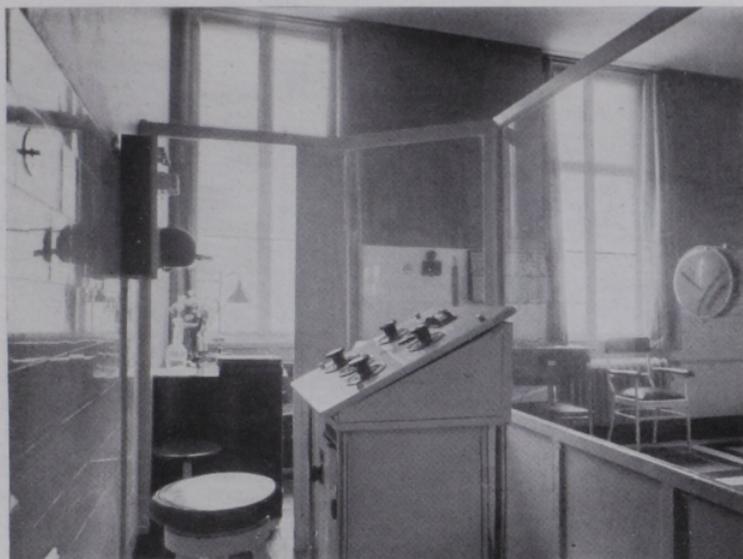


Abb. 4. Schaltraum, getrennt vom Bestrahlungsraum und Maschinenraum (HEDFELD).

wenigstens dunkelrot angestrichen sein müssen, gilt heute nicht mehr; es ist gerade für die Röntgenräume wichtig, möglichst viel Licht zu haben, wenn nicht gerade Durchleuchtungen ausgeführt werden. Die Verwendung heller wasch- und desinfizierbarer Anstriche bedingt aber vollständig dicht verschließende Verdunkelungseinrichtungen, die heute, wie bereits erwähnt, in einwandfreier Weise zur Verfügung stehen.

Bei der Wahl der *Beleuchtungskörper* ist zu beachten, daß die künstliche Raumbeleuchtung eine möglichst gute sein soll. Die Beleuchtungskörper sollen so verteilt werden, daß der gesamte Raum gut erhellt wird. Ferner hat sich die Anordnung derselben nach der Lage der Hochspannungsverteilungsleitungen zu

richten, damit nicht Überschlüge von den letzteren auf das Lichtnetz erfolgen können. Aus diesem Grunde werden im allgemeinen sogenannte Deckenbeleuchtungskörper, welche wenig von der Decke abstehen, verwendet werden müssen. Außer der allgemeinen Raumbelichtung soll in allen Räumen, in welchen Durchleuchtungen vorgenommen werden, auch noch eine besondere Rotbeleuchtung vorgesehen sein. Jeder Raum soll einige Steckkontakte enthalten. Die Schalter für die Beleuchtungslampen werden zweckmäßig im Bedienungsraum vereinigt. Eine helle Lampe sowie das Rotlicht sollen auch vom Durchleuchtungsplatz aus bedient werden können, damit der durchleuchtende Arzt jederzeit in der Lage ist, die gewünschte Beleuchtung herzustellen oder zu verdunkeln. Praktisch ist zu diesem Zwecke die Verwendung

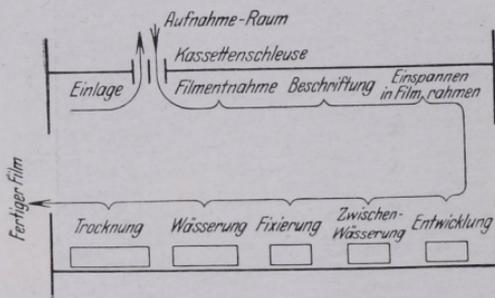


Abb. 5. Schema des Arbeitsganges in der Dunkelkammer, die an einen röntgendiagnostischen Aufnahme-raum durch eine Kassetenschleuse angeschlossen ist.

von Fußschaltern, welche am Durchleuchtungsgerät selbst befestigt sind und auf diese Weise vom Arzt auch im Dunkeln leicht gefunden werden.

Eine viel umstrittene Frage ist die Wahl des richtigen *Bodenbelages*. Steinböden oder Terrazzoböden können mit Rücksicht auf die elektrischen Schutzvorschriften

mangels Isolation und wegen der Kälte nicht in Frage kommen. Als Bodenbelag soll ein elektrisch isolierendes Material verwendet werden. Als elektrische Isolierung gilt Holz, Gummi oder Linoleumbelag. Letztere beiden haben sich wenig bewährt, da sie durch die schweren fahrbaren Stative in kurzer Zeit ruiniert werden. Ein guter Bodenbelag ist das Asphaltparkett, wenn dazu erste Qualität Eichenholz verwendet wird. Dieses isoliert elektrisch genügend, da das an und für sich schlecht leitende Eichenholz noch in einer gut isolierenden Asphalt-schicht eingebettet liegt. In solche Böden können Laufschiene für Stative oder Tische eingelassen werden.

Wichtig ist eine gute Einrichtung der *Dunkelkammer*. Innerhalb des röntgendiagnostischen Betriebes soll sie möglichst zentral placiert sein, um von allen Arbeitsräumen aus leicht erreichbar zu sein. Bei kleinen röntgendiagnostischen Instituten wird sie zweckmäßig unmittelbar an den diagnostischen Aufnahme-

raum angeschlossen. In röntgendiagnostischen Großbetrieben kommt die Einrichtung mehrerer Dunkelkammern in Frage.

In jeder Dunkelkammer sind die Trockenarbeiten von den Naßarbeiten vollständig zu trennen. Die Anordnung ist so zu treffen, daß der exponierte Film durch eine Filmschleuse hereinkommt und fertig entwickelt an einer anderen Stelle die Dunkelkammer verläßt, nachdem er in fortlaufender Reihenfolge die verschiedenen Manipulationen durchgemacht hat: Filmentnahme aus der Kassette, Beschriftung, Einspannen in den Entwicklerrahmen, Entwicklung, Zwischenwässerung, Fixierung, definitive

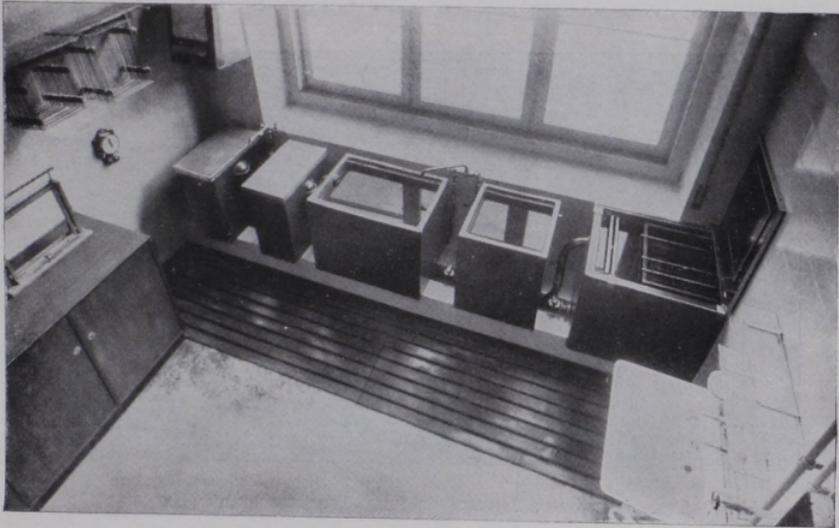


Abb. 6. Blick in die Dunkelkammer von oben. Am Fenster die Entwicklungskolonie, rechts die Unterwasserschleuse geöffnet. (Aus dem Röntgeninstitut des Krankenhauses Sachsenhausen.)

Wässerung, Trocknung (Abb. 5). An Stelle der Schalenentwicklung hat sich heute an den meisten Orten die leistungsfähigere Standentwicklung eingebürgert (Abb. 6). Die Trocknung erfolgt vorteilhaft in einem elektrisch geheizten und ventilerten Trocknungsschrank (Abb. 7). In größeren Betrieben ist derselbe notwendig. Die Lufttrocknung erfolgt zu langsam und zwingt dazu, im Spitalbetrieb häufig nasse Bilder herauszugeben, die erfahrungsgemäß fast ausnahmslos verdorben zurückkommen. Im Zeitalter der Versicherungen ist die Anforderung an die Herstellung von Kopien und vor allem von Diapositiven eine nicht geringe. Jedes röntgendiagnostische Institut einer gewissen

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

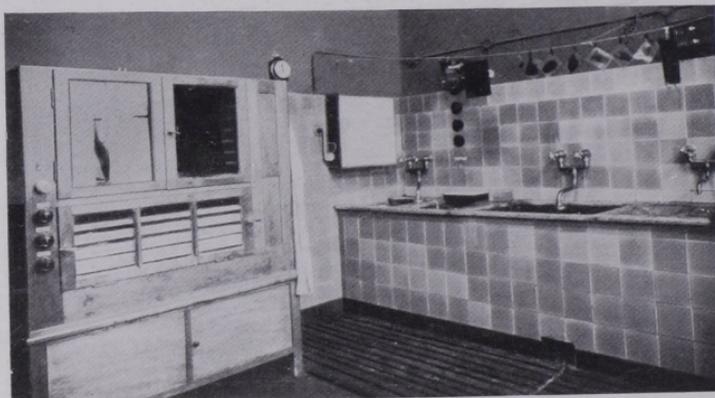


Abb. 7. Trockenkammer, Tankentwicklung, Trockenschrank (HEDFELD).

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

eines in schwarzes, lichtundurchlässiges Papier eingewickelten Filmstreifens, der kürzere oder längere Zeit an verschiedenen Stellen in der Umgebung der Röntgenröhre angebracht und nachträglich entwickelt wird. Defekte in der Absorption der ungewollten Primärstrahlung müssen so leicht zum Vorschein kommen.

Beim Arbeiten mit *Radiumpräparaten*, Radiumnadeln, Radiumröhrchen usw. *hüte man sich vor dem Anfassen* derselben mit dem Finger. Alle *Manipulationen*, wie Filterwechseln, Herstellung von Moulagen usw. müssen hinter den eigens hierfür konstruierten *Bleitischen* vorgenommen werden. Der *Transport* von Radiumpräparaten darf nur in eigens zu diesem Zwecke konstruierten *Bleikästchen* erfolgen, die Implantation von Nadeln in den Körper des Patienten, das Einführen von Radiumröhren in natürliche Körperhöhlen usw. geschieht am besten mit speziellen Instrumenten, die entweder Holzgriffe haben oder gegen Sekundärstrahlung mit Gummiüberzügen geschützt sind. Die Verwendung gashaltiger Emanation ist immer gefährlich. Beim Bruch einer Gaskapillare tritt das Gas aus und kann eingeatmet werden.

Am schwierigsten zu bekämpfen ist die *Gefährdung* durch die *Streustrahlung* in Röntgenräumen. Vollständig vermeiden läßt sich dieselbe nie ohne Durchführung des Dreikammersystems.

Wichtigstes Schutzmittel ist eine *gute Anordnung der Räume*. Das geschilderte Dreikammersystem garantiert, daß der für sich abgeschlossene Schalt- oder Bedienungsraum weitgehend sowohl gegen direkte, als auch gegen indirekte Röntgenstrahlung geschützt werden kann. Auch Röntgenstrahlung, die bei ungenügender Heizung der Ventilröhren der Apparaturen in denselben entsteht, läßt sich am besten dadurch abschirmen, daß ein getrennter Raum zum Maschinenraum eingerichtet wird. *Im Aufnahmeraum selber darf das Personal sich nur aufhalten während der Lagerung und Einstellung des Patienten, nicht aber während der Exposition des Films*. Die heute verwendeten großen Röntgenstrahlenmengen sind zu gefährlich.

Während der röntgendiagnostischen *Durchleuchtungen* muß der *Arzt* sich unmittelbar direkter und indirekter Röntgenstrahlung aussetzen. Persönlich schützt er sich dabei durch *Bleischutzzanzeln, Bleischürzen, Bleihandschuhe* und dergl., er beachtet, daß die *Blendenöffnung nie größer ist, als der mit einer guten Bleiglasscheibe versehene Durchleuchtungsschirm*. Der Hauptschutz liegt aber darin, daß er nur mit geringen Stromstärken arbeitet. *Die maximale Röhrenbelastung darf 5 Milliampères nicht übersteigen*, wobei zwischen Röhre und Patient ein *Alu-*

miniumfilter von 0,5—1 mm Dicke angebracht ist, das eventuelle weichste Röntgenstrahlung absorbieren soll, und wobei ferner eine dünne Holzwand oder eine Segeltuchwand einen Minimalabstand Brennfleck—Haut des Patienten von etwa 40 cm garantiert. Eine weitere Gefährdung durch unmittelbare Strahlung kann im *Therapiebetrieb* dann eintreten, wenn nach Lagerung und Einstellung des Patienten mit dem Felderabsucher nach Inbetriebsetzung der Apparatur die Richtigkeit der Einstellung kontrolliert wird. Die im Therapiebetrieb verwendeten Röhrenstromstärken sind zwar viel geringer als bei der Aufnahmetechnik, die Gefährdung resultiert hier aber aus der starken Durchdringungsfähigkeit der Strahlung und der viel längeren kontinuierlichen Bestrahlungszeit. Auch hier soll sich der Arzt durch eine Bleischürze schützen und durch rasches und zielbewußtes Arbeiten die Expositionsdauer seines eigenen Körpers auf ein Minimum herabdrücken. Wichtig ist auch, daß die Feldabsucher recht lang sind, da die Strahlenintensität nach dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Abgesehen von der Durchleuchtung und von der Kontrolle des Bestrahlungsfeldes zu Beginn jeder therapeutischen Bestrahlung ist eine Exposition des Arztes Röntgenstrahlen gegenüber zu vermeiden. Man hat sich früher schon durch fahrbare Schutzwände vor dem Schalttisch sowohl im Diagnostikbetrieb wie auch im Strahlenbetrieb zu schützen gesucht. Wir wissen heute, daß diese Schutzvorrichtungen meist ungenügend sind, und deshalb ist man dazu gelangt, bei Einrichtung *neuer* Röntgeninstitute die Durchführung des geschilderten Dreikammersystemes zu fordern. Dasselbe erlaubt, die Wände des Bedienungsraumes und die Türen zwischen demselben und dem Aufnahmeraum möglichst strahlenschutzsicher zu gestalten.

Dazu ist die Kenntnis der *Schutzwirkung* der verschiedenen *Baumaterialien* notwendig. Es läßt sich oft durch zweckentsprechende Dimensionierung von Zwischenwänden, Fußböden und Decken der erforderliche Schutz erreichen, ohne daß teure Bleiverkleidungen oder Verwendung spezieller Schutzmaterialien erforderlich wären. In der folgenden Tabelle sind die Schutzwirkungen der verschiedenen Baumaterialien zusammengestellt. In der ersten Kolonne ist das untersuchte Material angegeben, in der zweiten Kolonne die entsprechenden Äquivalenzwerte, d. h. diejenigen Schichtdicken des betreffenden Materiales, die erforderlich sind, um denselben Schutz zu erreichen, wie eine 1 mm starke Bleischicht. In der dritten Kolonne ist die minimale erforderliche Schichtdicke angegeben für das in Frage kommende Material, die sich beim Diagnostikbetrieb als genügend erwiesen hat. Entspre-

chend der verwendeten Strahlenhärte im Diagnostikbetrieb genügt nämlich eine 2 mm dicke Bleiplatte zum Schutz vor ungewollten Röntgenstrahlen. In der letzten Kolonne sind die Schichtdicken im Therapiebetrieb angegeben. Die Therapiestrahlung ist bedeutend durchdringungsfähiger als die Diagnostikstrahlung. Es wird eine Schichtdicke von 4 mm Blei zur Strahlenabschirmung gefordert. Für das angeführte Material finden sich die entsprechenden Äquivalenzwerte.

„Strahlenschutz bei Röntgenstrahlen“.

Material	Äquivalenzwerte	Verlangter Schutz in Blei	
		für Diagnostik 2 mm	für Therapie 4 mm
Bleiglas, alte Qualität . . .	1 : 9,5	19 mm	38 mm
Bleiglas, neue Qualität . . .	1 : 4	8 mm	16 mm
Bleigummi, alte Qualität . .	1 : 3	6 mm	12 mm
Bleigummi, neue Qualität . .	1 : 2,5	5 mm	10 mm
Barytstein	1 : 14	28 mm	56 mm
Barytstein	1 : 20	40 mm	80 mm
Kämpfe-Lorey-Material . . .	1 : 15	30 mm	60 mm
Ziegelstein	1 : 95	190 mm	380 mm
Ziegelstein	1 : 100	200 mm	400 mm
Stampfbeton	1 : 53,5	107 mm	214 mm
Messing	1 : 4	8 mm	16 mm
Stahl	1 : 6,5	13 mm	26 mm
Holz	1 : 1000	2000 mm	4000 mm

Dieser Tabelle entnehmen wir, daß eine Zwischenwand von etwa 11 cm Dicke aus Stampfbeton als Strahlenschutzwand zwischen dem Aufnahmeraum und dem Bedienungsraum vollständig genügt und keiner weiteren Bleiverkleidung bedarf. Im Therapiebetrieb müßte die Wandstärke 22 cm betragen. Bei Decken- und Bodenkonstruktionen lassen sich diese Wandstärken häufig nicht durchführen; da empfiehlt es sich, die natürliche Schutzwirkung durch besonders stark absorbierendes Material, wie Blei, Barytstein, eisenerzhaltiges Material und dergl. derart zu erhöhen, daß der vorgeschriebene Wert erreicht wird. Logischerweise gilt diese Vorschrift nur für solche Nebenräume, in denen sich Personen aufhalten oder in denen Gegenstände, z. B. Films oder Röntgenplatten, aufbewahrt werden, die durch den Einfluß der Strahlung geschädigt werden können. Meistens genügt es bei der erwähnten Verstärkung des Bodenschutzes bei feststehenden Stativen, wenn einige Quadratmeter unter dem Be-

strahlungstisch verstärkt werden, denn die weiter seitlich liegenden Teile werden von der Strahlung schräg durchsetzt, haben also größere Schichtdicken zu passieren.

Besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich des Strahlenschutzes ist den *Verbindungsstüren* und den *Fenstern* nach dem Bedienungsraum und anderen an den Behandlungsraum anschließenden Räumen zu schenken. Für die Fenster muß hochwertiges Bleiglas zur Verwendung gelangen von einer gleichstarken Schutzwirkung, wie sie für die Trennungswand vorgeschrieben ist. Das Problem der Schutzwirkung der Türen wird am einfachsten dadurch gelöst, daß zwischen eine Doppelholztüre ein Bleibelag der vorgeschriebenen Stärke angebracht wird. Die Konstruktion bei Fenstern und Türen

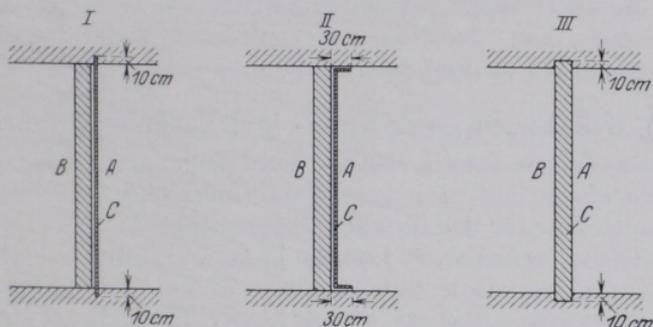


Abb. 8. Anordnung der Schutzschicht von strahlensicheren Wänden.

A Behandlungs- oder Untersuchungsraum. B Geschützter Raum. C Schutzschicht oder Schutzwand. I Dünne Wand mit Bleiverkleidung (für Diagnostikstrahlung 2 mm dick, für Therapiestahlung 4 mm dick). II Dasselbe, aber mit anderer Lösung des Stoßfugenproblems. III Massive strahlenabsorbierende Wand von einem Äquivalenzwert von 2 bzw. 4 mm Blei.

muß so durchgeführt werden, daß durch entsprechende Überdeckung von mindestens 2 cm überall der vorgeschriebene Schutz vorhanden ist. Löcher, die zur Befestigung des Bleibelages angebracht werden müssen (Nägeln, Schrauben) sowie Stoßfugen müssen durch entsprechende Bleistreifen wieder überdeckt werden.

Ein Ausführungsbeispiel, wie die Strahlenschutzwände oder die Schutzverkleidungen an vorhandenen Wänden angebracht werden sollen, zeigt Abb. 8. Es genügt nicht, wenn der Schutz nur bis an die Oberkante des Fußbodens oder der Decke reicht, sondern er muß wenigstens 10 cm nach oben oder unten weitergeführt werden oder wenn dies nicht möglich ist, auf eine Länge von 30 cm horizontal herumgeführt werden; nur auf diese Weise ist es möglich, einen vollkommen strahlensicheren Raum zu erhalten.

Wegen der wesentlich *größeren Durchdringungsfähigkeit* der *Radiumstrahlen* stößt die Erreichung eines absoluten Strahlenschutzes auf beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten. Auch die besten Schutzvorrichtungen sind nicht imstande, jede Gefahr zu beseitigen. Das beste Vorbeugungsmittel ist ein äußerst zuverlässiges Personal, das die Vorschriften über die Manipulation mit Radiumpräparaten usw. streng innehält. Außerdem schützt eine beschränkte Beschäftigungsdauer mit Radium, also öfterer Personalwechsel, am besten. Die strahlen- und zugleich diebesichere Aufbewahrung des sehr teuren Radiumvorrates erfolgt in einem speziellen Tresor, der natürlich auch feuersicher sein muß. Dieser Tresor besitzt infolge der 18—20 cm dicken Bleieinlage ein sehr hohes Gewicht von unter Umständen mehreren Tonnen. Es ist wichtig, dem Architekten dies mitzuteilen, der danach seine Berechnungen zu richten hat.

d) Maßnahmen gegen Feuer- und Explosionsgefahr.

Die vor einigen Jahren erfolgte Verdrängung der Glasröntgenplatten durch den doppelt begossenen *Zelluloid-Röntgenfilm* brachte eine neue Gefahr für den Röntgendiagnostikbetrieb mit sich. Der Film ist leicht brennbar, er besteht ja zum Teil aus Schießbaumwolle oder verwandten Substanzen und bei der Verbrennung entstehen gewaltige Mengen giftiger Gase. Trotz dieser Nachteile hat er sich überall durchgesetzt wegen seiner höheren Empfindlichkeit gegenüber Röntgenstrahlen, seines leichten Gewichts und seiner bequemen Verarbeitung. Die Röntgenplatte ist heute nahezu überall verdrängt durch den Röntgenfilm.

Die Archivierung der Originalröntgenplatten war lediglich eine Raumfrage. Bei der Anlage von Filmagern aber sind ganz besondere Maßnahmen zu treffen.

Zwar nimmt meist das Verbrennen von einzelnen Filmen in Operationsräumen, Krankenzimmern usw. einen recht harmlosen Verlauf. *Der Brand eines Filmagern aber wird immer zur Katastrophe.* Sie braucht nicht so schrecklich zu verlaufen wie der Brand des Filmagern am Spital in Cleveland, der zum Vergiftungstod von nicht weniger als 126 Menschen geführt hat. Die Richtlinien des Deutschen Reichsgesundheitsamtes zur Verhütung von Bränden durch Röntgenfilme sind in Bd VII, S. 15ff. angegeben.

In jedem größeren Röntgeninstitut wird man zwischen einem *Hauptfilmarchiv*, in welchem die große Mehrzahl aller Röntgenegative aufbewahrt wird, und einem Filmarchiv für die *wissenschaftliche Sammlung* unterscheiden müssen. Das Hauptarchiv

wird bei größeren Krankenhäusern einen ziemlichen Umfang annehmen. Es ist zweckmäßig, dieses Archiv außerhalb des Krankenhauses in einem besonderen kleinen Gebäude unterzubringen. Das kleinere wissenschaftliche Filmarchiv, das die Filmsammlung für den Unterricht und meistens auch die Filme der zur Zeit in Behandlung stehenden Patienten enthält, muß in der Regel bequem erreichbar sein und wird sich infolgedessen immer in unmittelbarer Nähe innerhalb der Röntgenabteilung befinden. Es ist auch ratsam, einen kleinen feuer- und explosions sicheren Schrank in der Dunkelkammer aufzustellen, in dem die noch nicht entwickelten frischen Filme aufbewahrt sind. Immerhin ist die Gefahr von dieser Seite deshalb gering, weil man ja nie große Lager an unentwickelten Filmen vorrätig hält, weil bei Nichtgebrauch die Filme überaltern.

Dieser Einteilung entsprechend sind auch die Maßnahmen zum Schutz gegen Brand- und Explosionsgefahr verschieden. Befindet sich das Hauptfilmarchiv in einem isolierten kleinen Gebäude, das sonst zu keinem anderen Zwecke benutzt wird, so sind die Gefahren bei einem Brande gering. Befindet sich aber das Hauptfilmarchiv innerhalb des Spitalgebäudes, so muß es durch eine automatisch schließende, feuersichere Türe verschlossen werden, um zu vermeiden, daß bei einem sonstigen Spitalbrande auch noch das Filmarchiv in Brand gerät. Am besten ist es, wenn der Zugang zum Hauptfilmarchiv von außerhalb des Gebäudes erfolgt, oder doch wenigstens durch einen oder mehrere wenig benutzte Räume, jedenfalls nicht durch einen der Hauptkorridore des Krankenhauses.

Die kleineren Filmlager sollten in *feuer- und explosions sicheren Filmschränken* untergebracht werden, so daß es schlimmstenfalls immer nur zum Brande eines kleinen Teiles des Filmbestandes kommen kann, wodurch die Gefahr der Rauch- und Gasentwicklung stark vermindert wird. Vorteilhaft ist es dabei, wenn durch besondere Entlüftungsöffnungen in den Filmschränken die Brandgase durch einen Kanal direkt ins Freie abgeführt werden. Sind diese einzelnen kleinen feuersicheren Filmschränke nämlich hermetisch geschlossen, so kann es bei zufälliger Entzündung oder bei Selbstentzündung (?) zur Explosion des Schrankes kommen.

Die Durchführung aller dieser Forderungen stößt auf große Schwierigkeiten, solange es sich nicht um Neubauten handelt. Diese Schwierigkeiten sollten aber nicht dazu verleiten, die Schutzmaßnahmen zu vernachlässigen. Zugegeben werden muß allerdings, daß wir noch keine genügenden Erfahrungen über verschiedene Fragen auf diesem Gebiete besitzen.

e) Wahl der Apparaturen.

Es kann sich nicht um eine genaue Beschreibung der verschiedenen Apparate, Hilfsgeräte, Röhren usw. handeln, um so weniger als noch ältere Modelle im Betriebe sind, z. B. Induktorapparate für Diagnostik, die heute nicht mehr fabriziert werden. Wir beschränken uns auf die Charakterisierung der modernen Apparatypen, der modernen Röhren und Hilfsgeräte und gehen nur kurz auf ihre Verwendungsmöglichkeit und Leistungsfähigkeit ein.

Durch die *Röntgenröhre* hindurch darf nur *hochgespannter Gleichstrom* von 40 bis maximal 250 Kilovolt Scheitelwert fließen, sonst wird sie zerstört. Derartig hochgespannte Ströme können naturgemäß von den Elektrizitätswerken nicht zur Verfügung gestellt werden. Sie müssen im Röntgeninstitut selbst erzeugt werden. Dies geschieht in der *Röntgenapparatur* durch Umformung des vom Elektrizitätswerk gelieferten niedrig gespannten Stromes. Vor Anschaffung eines Apparates muß man sich beim zuständigen Elektrizitätswerk über nachfolgende Fragen Auskunft verschaffen:

1. Welche *Stromart* (Gleichstrom, Wechselstrom oder Drehstrom) steht an meiner Arbeitsstätte zur Verfügung?
2. Welches ist die zur Verfügung stehende *Spannung* und wie groß sind die Netzspannungsschwankungen?
3. Welches ist die *Periodenzahl* für den Wechsel- oder Drehstrom?
4. Genügt der Querschnitt der vorhandenen Zuleitung und der vorhandene Zähler für den Anschluß eines leistungsfähigen Röntgenapparates?

Sämtliche modernen *Röntgenapparaturen* sind für *direkten Wechselstromanschluß* ausgeführt. Ist nur Gleichstrom vorhanden, so muß derselbe zuerst durch einen Umformer im Röntgeninstitut in Wechselstrom umgewandelt werden, was die Anlage wesentlich verteuert.

Auf Grund der Angaben des Elektrizitätswerkes können Unterhandlungen mit der Lieferfirma einer Röntgenapparatur angeknüpft werden. Die Firma ist in der Lage, für die verschiedenen Modelle genaue Leistungsangaben entweder in Kilowatt oder in Amperes zu geben. Erst nach Wahl der Apparatur kann endgültig entschieden werden, ob wirklich der Leistungsquerschnitt (Punkt 4 der obigen Fragen) genügt.

Die Entwicklung der Röntgenapparate ist heute zu einem gewissen Abschluß gelangt, indem sich eine Anzahl Typen herausgebildet hat, die in ähnlicher Konstruktion und Leistung von den verschiedensten Firmen fabriziert werden. Die Unterschiede sind

nicht prinzipieller Natur. Diese Typen lassen sich grundsätzlich in drei Klassen einteilen und zwar in *reine Diagnostikapparate*, *reine Therapieapparate* und in *Universalapparate* für Diagnostik und Therapie.

Der *einfachste Diagnostikapparat* besteht in der Hauptsache aus einem Hochspannungstransformator und einem Reguliertisch. Die Röntgenröhre selbst wird unmittelbar an die Hochspannungsleitung des Transformators angeschlossen, wobei der Ventilcharakter der Glühkathodenröhre gleichzeitig zur Unterdrückung der einen Halbwelle ausgenützt wird; daher der Name *Halbwellenapparat*. Solche Apparate sind sehr billig, sie sind aber in ihrer Leistungsfähigkeit beschränkt. Sie eignen sich als ausschließliche *Durchleuchtungsapparate* oder auch für kleinere Betriebe und für Privatärzte, die nicht allzu hohe Anforderungen stellen.

Prinzipiell sind zwar die Expositionszeiten keineswegs länger als bei den weiter unten geschilderten Vierventilapparaten bei gleicher Spannung und gleichem Röhrenstrom, hingegen ist die Röhrenbeanspruchung eine sehr viel größere. Man ist also genötigt, zur Schonung der Röhre entweder weniger zu belasten und damit länger zu exponieren, oder dann eine Röhre mit größerem Brennfleck zu wählen, wodurch die Schärfe des Röntgenbildes leidet. Nach SPIEGLER und ZAKOVSKY verlangt eine *Lungenfernaufnahme aus 2 m Distanz* bei einem Halbwellenapparat mit einem 6-Kilowatt-Rohr (vgl. später) eine Expositionszeit von *1—1,5 Sekunden*. Für die Praxis ergibt sich daraus, daß die Herstellung kurzzeitiger Aufnahmen, besonders des Magendarmkanales, auf Schwierigkeiten stößt.

Dieses Beispiel aus der Röntgenpraxis orientiert den Arzt am besten über die Leistungsfähigkeit einer solchen Apparatur im täglichen Betrieb. Die Lieferfirmen geben die Leistungsfähigkeit ihrer Apparate durch Nennung der maximal zulässigen Belastung in Milliampères und der Spannung in Kilovolt Scheitelwert an. Für einen Halbwellenapparat mittlerer Größe betragen diese Werte 100 mA bei 110 kV Scheitelwert.

Die weitaus häufigste Type der zur Zeit verwendeten Diagnostik-Apparate ist der *Vollwellenapparat* mit vier Glühventilen, die in Grätzscher Schaltung verbunden sind und gestatten, beide Halbwellen des hochgespannten Wechselstromes auszunützen. Man nennt sie kurz *Vierventilapparate* oder Vierventilgleichrichter. Dieser Apparatypus hat den früheren mechanischen Gleichrichter verdrängt.

Die Leistungsfähigkeit dieser Apparate ist eine sehr viel größere. Im täglichen Betrieb werden an *meinem* Institute *Lungenfern-*

aufnahmen aus 2 m Distanz bei einer Expositionszeit von 0,2 Sekunden hergestellt. Die Expositionszeiten können auf 0,1 Sekunden heruntergedrückt werden, falls das Zeitrelais dies zuläßt, was häufig nicht der Fall ist.

Die Lieferfirmen geben für die maximale Leistung je nach Apparattyp 250—500 mA bei einem Scheitelwert der Sekundärspannung von 100—120 kV an. Damit ist auch die Höchstleistung der heutigen Röntgenröhren erreicht.

Mit solchen Apparaten sind die schwierigsten röntgendiagnostischen Leistungen zu vollbringen. Die Apparatur gestattet kurzzeitige Aufnahmen aller Organe des Körpers und eignet sich besonders zur Herstellung der sogenannten gezielten Aufnahmen, also jener Aufnahmetechnik, bei der im unmittelbaren Anschluß an die Durchleuchtung kurzzeitige Aufnahmen gemacht werden. Die kürzeste Expositionszeit, die bei diesen Apparaten noch mit Sicherheit erreicht werden kann, ist im allgemeinen ungefähr $\frac{1}{10}$ Sekunde.

Der Wunsch nach kürzeren Expositionszeiten hat u. a. in neuester Zeit zur Konstruktion der sogenannten *Höchstleistungsdiagnostik-Apparate* geführt. Der Leistungsverbrauch dieser Apparate ist derart hoch, daß der Anschluß an ein einphasiges Wechselstromnetz wie bei den soeben beschriebenen Diagnostikapparaten nicht mehr möglich ist. Auch die maximale Leistung des Apparates selbst kann nur mit Hilfe von Drehstrom erreicht werden. Diese *Drehstromapparate* sind mit 6 Glühventilröhren in Grätzscher Schaltung versehen, so daß alle drei Phasen des Drehstromes zur Ausnutzung gelangen. Es wird dadurch ein hoher Wirkungsgrad erzielt.

Lungenfernaufnahmen aus 2 m Distanz können z. B. bei einer Expositionszeit von $\frac{1}{25}$ Sekunde hergestellt werden.

Die Firmen geben als Maximalleistung etwa 2000 mA bei 80—100 kV Scheitelwert an. Vorläufig existieren noch keine Röntgenröhren, die eine derartige Belastung auch nur kurzzeitig aushalten würden.

Als Sondertypen wären noch zu erwähnen die *transportablen Kleinröntgenapparate* und die *Kondensatorapparate* für diagnostische Zwecke. Die ersteren werden verwendet für dringliche Aufnahmen im Privathaus bei nicht transportablen Patienten oder in den einzelnen Krankensälen eines Spitales. Sie sind nicht geeignet für Momentaufnahmen, hingegen ermöglichen sie Durchleuchtungen am Orte der Wahl und auch die Herstellung von Knochenaufnahmen. Es ist wünschenswert für manches Spital, einen solchen Apparat als Ergänzung zur stationären Röntgen-

abteilung zu besitzen. Die diagnostischen Kondensatorapparate sind dort am Platze, wo nur eine ungenügende Energiequelle zur Verfügung steht und doch die Möglichkeit gegeben sein soll, auch kurzzeitige Aufnahmen herzustellen. Das Verwendungsgebiet wird immer ein beschränktes sein. Im Prinzip beruhen diese Apparate darauf, daß ein großer Hochspannungskondensator in relativ langer Zeit mit geringer Stromstärke aus dem Netz aufgeladen wird, um dann seine angesammelte Ladung in einem kurzdauernden intensiven Stromstoß durch die Röntgenröhre zu senden. Die Leistung eines solchen Apparates hängt naturgemäß von der Größe der Kapazität seines Kondensators ab, sie kann so gesteigert werden, daß sie die Leistung der übrigen Großapparate erreicht.

Im *Therapiebetrieb* ist der *Gleichspannungsapparat* heute der bevorzugte Typ. Bei ihm wird der hochgespannte Wechselstrom unter Verwendung von zwei Glühventilröhren und zwei Kondensatoren in Greinacherschaltung umgewandelt in annähernd konstanten Gleichstrom.

Dem Arzt mag die Angabe dienlich sein, daß mit solchen Therapieapparaten im Dauerbetrieb maximal mit etwa 4 mA bei etwa 200 kV Scheitelwert gearbeitet wird. Nach den Angaben der Firmen ist die Leistungsfähigkeit der Gleichspannungsapparate freilich eine viel höhere. Sie beträgt maximal bis zu 16 mA bei 220 kV Scheitelwert. Die heute gebräuchlichen Röhrentypen halten solche Belastungen auf die Dauer nicht aus. Mit den geschilderten Apparaten kann natürlich neben Tiefentherapie ebensogut auch Oberflächentherapie getrieben werden.

Neben diesem Typus der Wahl für Therapieapparate werden heute noch Induktorapparate und für ausschließliche Oberflächentherapie mit relativ weicher Strahlung sogar auch Halbwellenapparate verwendet. Für eine kunstgerechte Strahlentherapie der bösartigen Tumoren kommt nur der Gleichspannungsapparat in Frage.

Die Industrie hat auch verschiedene Typen von Universalapparaten gebaut. Wir sind keine Anhänger derselben. Zum Spitalbetrieb eignen sie sich nicht, denn solange Therapie getrieben wird, ist die Diagnostik vollständig gesperrt und umgekehrt. Sie verleiten auch Ärzte zu therapeutischen Bestrahlungen, denen dieses Gebiet sonst vollkommen fernliegen würde, und die ohne ihren „Universal“-Apparat nie auf den Gedanken gekommen wären, Therapie zu treiben.

In Spezialfällen kann es allerdings dienlich sein, neben einem reinen Diagnostikapparat als Therapieapparat einen Universal-

apparat anzuschaffen, der gleichzeitig auch als Reserve für die Diagnostik dient, falls eine Betriebsstörung eintritt.

Als Röhrentypen kommen heute nur noch *Glühkathodenröhren* in Betracht, und zwar sowohl im Diagnostikbetrieb wie im Therapiebetrieb.

Bei Anschaffung einer Röntgenröhre soll man immer mitteilen, für welchen Zweck sie gebraucht werden und an welcher Apparatur sie betrieben werden soll. Es ist also beispielsweise bei Therapieröhren anzugeben, ob die Röhre für Oberflächen- oder Tiefentherapie benutzt wird, ob sie an einem Induktorapparat oder an einem Gleichspannungsapparat betrieben werden soll und bei welcher maximalen Spannung. Bei Diagnostikröhren ist anzugeben, ob es sich um eine Röhre für ausschließliche Durchleuchtung handelt, ob lediglich Strukturaufnahmen, also Zeitaufnahmen, hergestellt werden sollen, oder ob die Röhre für kurzzeitige Aufnahmen mit hohen Belastungen bestimmt ist. Je nachdem unterscheidet sich die Röhre in der Größe des Brennfleckes (Fokus) und unter Umständen in der Art der Kühlung. Man muß sich über diese Dinge klar sein, weil man eine Röhre mit einem feinen Fokus dadurch ruinieren kann, daß man sie für Momentaufnahmen benutzt. Alle Therapieröhren haben einen großen Fokus.

Es ist darauf zu achten, daß jede Röhre mit einem Leistungsschild versehen ist, welches die zulässigen Belastungen für verschiedene Spannungen und Expositionszeiten sowie die Angabe des maximal zulässigen Heizstromes enthalten soll. Zwei Beispiele illustrieren das Gesagte. Wir haben Diagnostikröhren gewählt.

Hochleistungs-Fokus (Groß-Fokus).

Durchleuchtung:

Röhrenspannung:	65	85	100 kV	Scheitelwert
Röhrenstrom:	10	8	8 mA	(dauernd)

Aufnahmen:

Röhrenspannung in kV		Funken- schlagw. zwischen Spitzen	am Gleichrichter		mit Wechselspannung	
Scheitel- wert	effekt. Wert		1 Sek.	5 Sek.	1 Sek.	5 Sek.
50	35	6,6 cm	150 mA	130 mA	—	—
65	46	10 „	115 „	100 „	75 mA	65 mA
85	60	14,6 „	75 „	65 „	50 „	45 „
100	71	18 „	55 „	47 „	40 „	35 „
115	81	21 „	45 „	40 „	—	—

Heizstrom max. ca. A.

Fein-Fokus.

Durchleuchtung:

Röhrenspannung: 65 85 100 kV Scheitelwert
 Röhrenstrom: 10 8 6 mA (dauernd)

Aufnahmen:

Röhrenspannung in kV		Funken- schlagw. zwischen Spitzen	am	mit Wechsel-
Scheitel- wert	effekt. Wert		Gleichrichter	spannung
			8 Sek.	12 Sek.
65	46	10 cm	40 mA	30 mA
85	60	14,6 „	30 „	23 „
100	71	18 „	25 „	20 „
115	81	21 „	22 „	—

Heizstrom max. ca. A.

Verschiedene Firmen benutzen zur Charakterisierung der Röhren die Angabe der Leistungsfähigkeit derselben in *Kilowatt*. Man unterscheidet 3-Kilowatt-Röhren, 6- und 10-Kilowatt-Röhren, entsprechend einer Feinfokusröhre, einer Mittelfokusröhre und einer Großfokusröhre (Hochleistungsröhre).

Man versteht z. B. unter einer 6-Kilowatt-Röhre ein Rohr, das eine Sekunde hindurch eine Belastung von 6 kW ertragen kann, also z. B. von 150 mA bei 50 kV eff. oder von 100 mA bei 60 kV eff. (Die Kilowattzahl wird errechnet durch Multiplikation der Milliamperezahl mit der Kilovoltzahl eff.)

Eine Schwierigkeit besteht für die Praxis bei der Beurteilung der Leistungsangabe auf Grund des Leistungsschildes oder der Kilowattzahl darin, daß die Effektivspannung nicht bekannt ist. Die auf dem Schalttisch der Röntgenapparate vorhandenen Kilovoltmeter geben die Leerlaufspannung des Transformators in Effektiv- oder Scheitelwert an. Die wirkliche an der Röhre vorhandene Spannung ist geringer, und zwar ist der Unterschied um so größer, je höher die Belastung gewählt wird (Spannungsabfall). Genaue Kenntnis der an der Röhre herrschenden Spannung muß man sich durch Eichung der Apparatur mittels einer Kugelfunkstrecke an Ort und Stelle verschaffen.

Wird dieser Spannungsabfall nicht in Rechnung gezogen, bedient man sich also bei der Berechnung der Röhrenleistung der Angabe des Kilovoltmeters, so wird man dabei immer Werte bekommen, die etwas unter den zulässigen Belastungen liegen, wobei die Röhre nicht voll zur Ausnutzung gelangt. Es ist empfehlenswert, mit diesem Sicherheitsfaktor zu rechnen, da im

praktischen Betrieb oft unvorhergesehene Überlastungen auftreten können.

In einem kleineren röntgendiagnostischen Betriebe genügt die Anschaffung von zwei Röhren, wobei man eine Röhre mit Fein-Fokus für Zeitaufnahmen und für die Durchleuchtungen verwendet, die andere Röhre mit Hochleistungs-Fokus für Momentaufnahmen. In einem radiotherapeutischen Institut hängt die Wahl des Röhrentypus davon ab, ob man nur Oberflächentherapie oder auch Tiefentherapie treibt. Für die ausschließliche Oberflächentherapie kommen Therapieröhren in Betracht, die nur für niedrige Spannungen von im Maximum etwa 140 kV Scheitelwert in Betracht kommen. Für Tiefentherapie liegt heute die höchste noch wirtschaftliche Betriebsspannung bei etwa 200 kV Scheitelwert. Diese Spannungsangaben beziehen sich auf eine Belastung von 4 mA. Bei höheren Belastungen müssen die Spannungen entsprechend reduziert werden.

Bei allen Röhrentypen unterscheiden wir die *gewöhnlichen Glasröhren* und die *Strahlenschutzröhren*. Die ersteren Röhren verlangen Stative mit allseitig geschlossenen Schutzbehältern. Die Strahlenschutzröhren selbst erfordern keine weiteren Schutzmaßnahmen am Stativ. Die Leistungsfähigkeit beider Röhrentypen ist dieselbe. Bei den gewöhnlichen Röhrentypen ist der Anschaffungspreis der Stative wegen der erforderlichen Schutzbehälter höher, dagegen der jeweilige Röhrenersatz billiger.

Jede neu angeschaffte Röhre muß zuerst gereinigt und trocken gerieben werden, nachdem man beim Empfang äußerlich keinen Schaden festgestellt hat. Dann lege man zunächst eine möglichst geringe Hochspannung kurzzeitig an die Röhre, ohne daß der Glühkathodenheizstrom eingeschaltet wird. Tritt dabei blaues oder rotes Leuchten oder sogar Funkenbildung auf in der Röhre, so ist Luft in dieselbe eingedrungen, und sie ist unbrauchbar. Der Heizstrom wird dann nicht eingeschaltet, weil sonst bei defektem Vakuum die Heizspirale durchbrennt und die Röhre irreparabel geworden ist. Ist keine der genannten Erscheinungen aufgetreten, so wird Heizstrom eingeschaltet, den man langsam steigert, bis der gewünschte Röhrenstrom fließt, wobei man sich an die Angaben des Leistungsschildes halten muß. Bei Wasserkühlröhren ist selbstverständlich vorher der Kühlwasserbehälter mit destilliertem Wasser zu füllen.

Noch nicht normalisiert sind die *Hilfsgeräte* zum Röntgenbetrieb. Es gibt sehr viele Konstruktionen, die ihre Liebhaber haben. Verlangt werden muß in jedem röntgendiagnostischen Betrieb ein Durchleuchtungsstativ, ein Säulenstativ mit Lage-

rungstisch und eine Buckyblende. Die gewöhnlichen Durchleuchtungsstative sind zum Sitzen oder Stehen eingerichtet. In solchen Fällen ist im Spitalbetrieb die Anschaffung eines Trochoskopes zur Durchleuchtung von liegenden Patienten erforderlich, ferner zur Fremdkörperextraktion. In großen röntgendiagnostischen Betrieben ist es vorteilhaft, mehrere getrennte Arbeitsplätze zu haben und diese mit Spezialgeräten auszustatten. Es resultiert großer Zeitgewinn. Außerdem sind die verschiedenen konstruierten Spezialgeräte immer zweckmäßiger als Universalhilfsgeräte. In röntgentherapeutischen Betrieben ist vor allem ein Lagerungstisch notwendig, auf dem die Patienten einerseits richtig gelagert, andererseits aber auch gut gegen Streustrahlung abgedeckt werden können. Die Wahl des Röhrenstatives hängt ab von der Art der verwendeten Röhren und auch davon, ob wir mit Fernfeldern oder mit Nahfeldern arbeiten. Im Therapiebetrieb soll immer eine *Filtersicherung* gegen Filtervergessen angebracht werden. Es gibt heute Sicherungen nicht nur gegen Filtervergessen, sondern auch gegen Filterverwechseln, die recht empfehlenswert sind.

Schwierig ist es, unter den verschiedenen, auf den Markt gebrachten Dosimetern irgendeine Type zu empfehlen. Zur *Standardisierung* nach Röntgeneinheiten ist ein geeichtes *Jonisationsinstrument* notwendig.

Nachdem an der installierten Apparatur die Standardisierung durchgeführt und im biologischen Versuch kontrolliert ist, erfolgt die eigentliche *Dosierung* in der täglichen Praxis nach der *Zeit*. Dies ist möglich, seitdem — zum Unterschied von früher — die Betriebsbedingungen der modernen Röntgenmaschinen außerordentlich konstante geworden sind. Vorsichtig ist es allerdings, wenn zwei Milliampereometer und zwei Zeitmesser verwendet werden, um gegen Störungen von seiten eines dieser Meßinstrumente gesichert zu sein. Außerdem ist es ratsam, periodisch, z. B. alle Wochen einmal, die Konstanz der standardisierten Bestrahlungsbedingungen mit irgendeinem Dosimeter zu kontrollieren. Es wäre wünschenswert, wenn uns die Industrie zu diesem Zwecke ein möglichst einfaches Instrument zur Verfügung stellen würde.

Der Wunsch aller Strahlentherapeuten ist das Integraldosimeter. Aus diesem Grunde findet mit Recht die Sabouraud-Noiré-Tablette immer noch Anwendung, trotzdem die kolorimetrischen Ablesungen manchmal recht schwierig sind. Andere Integraldosimeter beruhen auf dem Prinzip der Jonisation. Dies bedingt recht komplizierte Konstruktionen, dementsprechend hohen Preis und Geschick in der Handhabung.

Bei Auswechslung einer Röhre oder nach Betriebsstörungen ist eine neue Standardisierung notwendig.

f) Arbeitszeit.

Unbestritten ist in jedem radiologischen Betriebe das Personal in gesundheitlicher Hinsicht gefährdet. Dies gilt in gleicher Weise für Diagnostikabteilungen wie für radiotherapeutische Stationen (Röntgenstrahlen und Radium). Es handelt sich weniger um akute Verbrennungen als um chronische Strahlenschädigungen, vor allem um mitunter tödlich verlaufende Blutschädigungen, chronische Hautschädigungen und Sterilisierung. Daneben besteht Gefährdung durch den elektrischen Strom (Hochspannung) und durch die im Röntgenbetrieb erzeugten nitrosen Gase. Der Leiter eines solchen Betriebes kann für die auftretenden Schädigungen haftbar gemacht werden und muß sie durch Schaffung geeigneter Arbeitsbedingungen und durch strenge Betriebsvorschriften, deren Innehaltung er zu überwachen hat, zu bekämpfen suchen.

Unter *geeigneten Arbeitsbedingungen* verstehen wir solche, bei denen für guten Strahlenschutz, guten Hochspannungsschutz und gute Ventilation vorgesorgt ist. In Deutschland kann jeder Assistent, Praktikant oder Volontär, jede Krankenschwester und überhaupt jede Hilfskraft die Ausführung von Röntgen- oder Radiumarbeiten ohne genügende Schutzmaßnahmen ablehnen, ohne daß eine solche Weigerung den Grund zur Entlassung bilden darf.

Eine ebenso wichtige Schutzmaßnahme ist die *richtig dosierte Arbeitszeit*. England hat darüber Richtlinien aufgestellt. Diese wurden am 2. internationalen Radiologenkongreß in Stockholm 1928 diskutiert, und man kam zu folgenden Vorschlägen:

1. Die *tägliche Arbeitszeit* für Personen in radiologischen Abteilungen beträgt höchstens *7 Stunden*.

2. Die *wöchentliche Arbeitszeit* beträgt *5 Arbeitstage*. Zwei Wochenhalbtage oder ein ganzer Tag außer dem Sonntag werden freigegeben und sind tunlichst im Freien zu verbringen.

3. Die *jährliche Urlaubszeit* beträgt *1 Monat* oder zweimal 14 Tage.

4. Personen, die in Röntgen- und Radiumabteilungen von Hospitälern ganztägig beschäftigt sind, sollen nicht zu anderem Spitaldienst herangezogen werden.

Das sind Minimalforderungen. In Therapiebetrieben ist die Ferienzeit vorsichtshalber noch größer zu wählen. So bekommen die Therapiegehilfinnen am Radiumhemmet in Stockholm pro Jahr 2 Monate Ferien.

Vorsichtig ist es, beim Personal jeden 3. Monat eine Blutuntersuchung vorzunehmen. Wünschbar wäre es ferner, daß Röntgen- und Radiumschädigungen beim Personal gleich beurteilt würden, wie chronische Bleivergiftungen bei Arbeitern in Akkumulatorenfabriken, Malern usw. Die *chronischen Strahlenschädigungen* infolge Beschäftigung in radiologischen Betrieben sollten überall als *entschädigungspflichtige Berufskrankheiten* beurteilt werden (vgl. Bd. VII, S. 150).

g) Ökonomie des Betriebes.

Der Arzt überhaupt und auch der Röntgenarzt neigt seiner Erziehung, seinem Lehr- und Lebensgang nach wenig zu ökonomischen Fragen hin. Ihn beschäftigen vor allem Individualprobleme. Sobald er aber Leiter irgendeiner Abteilung eines Spitäles wird, so muß er sich auch der Betriebsökonomie widmen. Dies gilt in ganz besonderem Maße für die Leitung eines radiologischen Betriebes, denn dieser Betrieb verlangt nicht nur große Anschaffungskosten, sondern auch sehr teure Betriebsmittel, vor allem Röntgenfilme und Röhren. Für die zuständigen und verantwortlichen Instanzen ist es wichtig, Minimal- und Maximalforderungen zu kennen. Es ist schwer, hier exakte Angaben zu machen, da nur wenige statistische Unterlagen vorliegen, so daß der Vergleichmaßstab fehlt. Der nicht sachverständige Spitalverwalter will um jeden Preis Budgetersparungen, der Arzt bekämpft diese Bestrebungen von dem prinzipiellen Standpunkte aus, daß das Wohl der Kranken allem vorangehen müsse. Der mittlere und richtige Standpunkt ist wohl der, daß mit den aufgewendeten finanziellen Mitteln die größten und bestmöglichen Leistungen erzielt werden. Ich will versuchen, im folgenden einige Gesichtspunkte über die Ökonomie der Räume, des Materiales, des Personales und der Verrechnungsweise zu erörtern, ohne daß freilich diese Angaben als absolut bindend betrachtet werden könnten.

1. Ökonomie der Räume. Wohl nirgends steht zu viel Raum zur Verfügung. Von Raumvergeudung kann man nicht sprechen, im Gegenteil, praktisch leiden alle bestehenden und auch alle neu errichteten Röntgeninstitute und radiologischen Abteilungen unter *Raumnot*.

Selbst das kleinste röntgendiagnostische Institut mit sehr niedrigen Frequenzzahlen benötigt eine Bodenfläche von etwa 100 m². Zwei Drittel dieses Raumes werden vom eigentlichen Diagnostiklaboratorium eingenommen, das aus dem Aufnahme- raum mit mindestens einer, besser zwei An- und Auskleidekabinen, einem davon getrennten Bedienungsraum und einem eigenen

Maschinenraum bestehen muß. Dazu kommt die Dunkelkammer, unerlässlich ist ferner eine kleine Barium- und Teeküche, ein kleiner Vorratsraum, ein kleiner Plattenprüfungs- und Befundraum und ein Warteraum. Die modernen Magendarmuntersuchungen verlangen auch ein Wasserklosett innerhalb des röntgendiagnostischen Institutes. Nicht vergessen darf auch der Platz für das Filmarchiv werden. Die übrigen im Spitalbetrieb notwendigen Räume können gemeinsam benutzt werden.

In größeren röntgendiagnostischen Instituten ist die Einrichtung von *zwei* Aufnahmeräumen erwünscht. Diese Anordnung erlaubt die Trennung der Untersuchungen der Brust- und Bauchorgane von denjenigen des Skelettes. Im ersteren Raum wird gleichzeitig durchleuchtet. Der Vorteil von zwei Räumen ist der, daß man gleichzeitig an beiden Orten arbeiten kann, so daß zeitraubende Serienuntersuchungen vorgenommen werden können, wobei die Patienten auf den Aufnahmetischen liegen bleiben, bis die ganze Untersuchung fertig ist, während im zweiten Raume unterdessen Skelettaufnahmen hergestellt werden können. Dadurch wird Stockung und Verzögerung in der Arbeit vermieden, und die Patienten entgehen den beschwerlichen Lageveränderungen hin und zurück vom Untersuchungstisch. Zur Bedienung beider Aufnahmeräume genügt ein Apparat. Manchmal ist auch die Trennung der männlichen Patienten von den weiblichen ratsam.

In einem vollständigen Strahleninstitut mit Röntgendiagnostik- und Therapieabteilung ist das Raumerfordernis bedeutend größer. Zum geschilderten diagnostischen Institut kommt noch das Therapielaboratorium, das aus dem nicht zu klein dimensionierten Bestrahlungsraum mit zwei Behandlungsplätzen, dem Maschinenraum, zwei An- und Auskleidekabinen und einem Bedienungsraum besteht. Es ist unrationell, im gleichen Raume sowohl Röntgentherapie wie Röntgendiagnostik zu treiben. Meistens werden zweckmäßigerweise der Röntgentherapie auch die Lokale für die Licht- und Diathermiebehandlung angegliedert.

Diese Angaben gelten für radiologische Abteilungen mit *kleinen Frequenzen*. Wir verstehen darunter im Maximum etwa 1500 Durchleuchtungen, 2500 Aufnahmen und 2000 Bestrahlungen pro Jahr. Auch wenn diese Höchstzahlen nicht erreicht werden, so müssen doch die aufgezählten Räume zur Verfügung stehen, es handelt sich hier um *Minimalforderungen*, die unabhängig sind von der Frequenz des Institutes.

Bei *größerer Frequenz* wachsen die Raumansprüche.

Es wäre verdienstlich, wenn die Röntgengesellschaften Statistiken über die Zahl der Apparaturen und die Zahl der notwen-

digen Räume in Abhängigkeit von den Frequenzen aufstellen würden, wobei nicht vergessen werden darf, daß die Größe des Röntgeninstitutes nicht so sehr von der Bettenzahl, als von der Größe der Ambulanz abhängig ist.

Hier nur ein Wort über Zentralisation und Dezentralisation vom Standpunkte der Ökonomie des Raumes aus. Alle großen Krankenhäuser besitzen *Zentralinstitute*, die Patienten stammen aus den verschiedensten Abteilungen, der internen, der chirurgischen, der dermatologischen, der ophthalmologischen, der Hals-Ohren-Nasenabteilung, der urologischen Abteilung usw. Wollte man in einem solchen Krankenhause einen *dezentralisierten Röntgenbetrieb* einführen, so müßten an Stelle des einen zentralen Institutes mindestens 5 kleine Röntgeninstitute organisiert werden, deren Kapitalaufwand und Raumanspruch das Vielfache betragen würde. Vom raumökonomischen Standpunkte aus, wie überhaupt vom ökonomischen Standpunkte aus, ist die Zentralisation der Röntgenbetriebe an einem Krankenhaus das einzig richtige.

2. Ökonomie des Materials. Über die Leistungsfähigkeit der *Röntgenröhren* geben die sogenannten Röhrenprotokolle Auskunft. Ihnen entnehmen wir die Leistung und die Lebensdauer. SCHÖNFELD teilt mit, daß er zur Herstellung von 7360 Aufnahmen 9 Ionenröhren (etwa 800 pro Röhre) oder 4 Elektronenröhren (etwa 1800 pro Röhre) verbraucht habe und auf 8090 Durchleuchtungen 10 Ionenröhren (etwa 800 pro Röhre) oder 2 Elektronenröhren (etwa 4000 pro Röhre), zur Bestrahlung von 1000 Therapiepatienten 20 Ionenröhren oder eine Elektronenröhre.

An *Verstärkungsfolienverbrauch* berechnet SCHÖNFELD für 7360 Aufnahmen je 3 Folien (bzw. Doppelfolien) im Format 18/24, 24/30 und 30/40 cm.

An *Kontrastmitteln* benötigt er bei Untersuchung des Verdauungstraktes bei 1640 Patienten im ganzen 175 kg Barium sulfuricum purissimum.

Als Aufnahmematerial wird heute nur der *Film* verwendet, in Form des doppelt begessenen Röntgenfilmes.

Bei 7360 Aufnahmen entfallen im Schönfeldschen Institut 3% auf das Format 9/12, 20% auf das Format 13/18, 45% auf das Format 18/24, 21% auf das Format 24/30 und 11% auf das Format 30/40 cm.

Was den Chemikalienverbrauch bei Glyzinentwicklung anbetrifft, so benötigt man für die 7360 Aufnahmen 9 kg Glyzin, 37 kg Pottasche, 32 kg Natriumbisulfid, 4 kg Natriumsulfid und 42 kg Fixiernatron.

Außerordentlich wichtig ist eine richtige Ökonomie des *Radiumvorrates*. Die Erfahrung zeigt, daß zum Unterschied von den

gut geleiteten radiologischen Kliniken Paris, Stockholm u. a. gerade kleine dezentralisierte Abteilungen von *Radiumverlusten* berichten. Ich stelle eine kurze Anweisung zur Verwahrung und Anwendung des Radiumvorrates auf:

1. Nichtbenutzte Radiumpräparate liegen im Tresor.
2. Aus dem Tresor herausgenommene Radiumpräparate dürfen *niemals* ohne Aufsicht liegen bleiben.
3. Mit Radiumpräparaten darf nie vor offenen Fenstern, vor Wasserabläufen usw. manipuliert werden.
4. Verbände, Heftpflaster, Prothesenreste usw., welche bei der Radiumtherapie benutzt worden sind, müssen in verschließbarem Eimer aufbewahrt werden, bis von der verantwortlichen Radiumschwester die Zurückstellung des Radiums festgestellt ist.
5. Während der Radiumapplikation ist dem Patienten verboten, ohne Erlaubnis den ihm angewiesenen Platz zu verlassen, am Verband zu zerren oder gar den Verband wegzwerfen. Ist der Verband verrutscht, so muß der Arzt gerufen werden.
6. Jedes Radiumpräparat soll mit einem Sicherheitsfaden versehen sein, und jeder Patient soll eine Etikette tragen, auf der Zahl und Stärke der Präparate angemerkt sind.
7. Nach Entfernung des Verbandes oder der Prothese werden die Radiumpräparate gereinigt; Prothesenreste, Waschwasser usw. dürfen erst entfernt werden, nachdem die Anzahl der Radiumpräparate kontrolliert ist.

Bei strikter Innehaltung dieser Vorschriften kann der Verlust von Radiumpräparaten vermieden werden.

Diese allgemeine Orientierung über den Materialverbrauch an einem großen Röntgeninstitut umfaßt nicht alle Betriebsspesen. Zu den Auslagen müssen noch 30% für weitere Unkosten hinzugeschlagen werden. Bei einem gleichzeitigen Unterrichts- und Forschungsinstitut erhöhen sich die Ausgaben auf diesem Gebiet erheblich.

3. Ökonomie des Personals. Bewegt sich die Frequenz eines Röntgeninstitutes innerhalb geringer Grenzen, so kann es vom spezialärztlich vorgebildeten Spitalarzt geleitet werden, unter Mithilfe einer Röntgenschwester und einer Gehilfin.

Im Interesse des Krankenhauses liegt es, bei Zunahme der Frequenz eine selbständige Röntgenabteilung unter einem Fachradiologen zu installieren. Die Anstellung eines solchen wird notwendig, je mehr sich das Röntgenverfahren Eingang in den kleineren Krankenhäusern verschafft.

Die maximale Arbeitsleistung *eines* Radiologen ist auf etwa 1500 Durchleuchtungen, 2500 Aufnahmen und 2000 Bestrahlungen für ein Jahr festzusetzen, wobei er von zwei Röntgenschwestern assistiert wird. Ist die Frequenz eine größere, so ist dementsprechend das Personal zu vermehren. Die deutsche

Röntngengesellschaft hat *Richtlinien* aufgestellt. Man darf nicht vergessen, daß nicht nur die Frequenzzunahme mehr Arbeitskräfte erfordert, sondern daß vor allem die *Einzelleistung* besonders im Laufe der letzten Jahre wegen des zunehmenden Ausbaues und der Komplikation der Röntgenmethodik immer *zeitraubender* geworden ist. Man darf auch nicht die Tatsache aus den Augen verlieren, daß bei einem Zentralinstitut für Radiologie die Sicherstellung einer einwandfreien radiologischen Arbeit Voraussetzung für die reibungslose Zusammenarbeit mit den übrigen Stationen ist. Einwandfreie ärztliche Arbeit aber ist nur möglich, wenn die zur Verfügung stehenden Kräfte genügen, um qualifizierte Arbeit zu leisten.

Nach *sachverständiger Erfahrung* sind die Hilfskräfte nach der Zahl der Leistungen einzustellen, und zwar:

1. Assistenzärzte: 1 bei mehr als 1500 Durchleuchtungen, 2500 Aufnahmen und 2000 Bestrahlungen pro Jahr.

2. Röntgenschwestern, technische Assistentinnen, Techniker, Laborantinnen, Laboranten:

a) Röntgendiagnostik: Bei 1500 Durchleuchtungen und 2500 Aufnahmen (zusammen 4000) eine, für jede weitere gleiche Ziffer dieser Leistungen oder Teile dieser Zahl eine weitere.

b) Röntgentherapie: Für je 5 Lichtstunden täglich eine

3. Schreibkräfte: Entsprechend den Assistenzärzten.

Nach diesen Angaben lassen sich die Bedürfnisse für verschieden große Institute berechnen sowohl hinsichtlich der Assistenzärzte als auch hinsichtlich des Personales. Berücksichtigt werden muß vor allem auch, ob es sich um ein Universitätsinstitut handelt oder um ein Röntgeninstitut ohne Universitätsbetrieb.

4. Ökonomie der Finanzen. Für den Leiter einer röntgendiagnostischen Abteilung oder einer radiologischen Klinik ist ein Überblick über die Ausgaben und Einnahmen dieses so teuren Betriebes erforderlich. Es herrscht hier große Verwirrung. Klarheit bekommen wir, wenn wir von einem privaten Institute ausgehen, das nach wirklich kaufmännischen Prinzipien betrieben wird. Als Beispiel wähle ich ein Institut, das von einem Fachradiologen geleitet wird, und dessen Anschaffungspreis Fr. 50 000 betrug. Dieses Institut enthält einen Vierventildiagnostikapparat mit den dazugehörigen Untersuchungsgeräten und einen großen Gleichspannungsapparat nebst dem übrigen ärztlichen Zubehör, zwei Wartezimmereinrichtungen, Büromöbeln, Registratur, feuer-sicheren Filmschränken usw.

Der Unkostenberechnung lege ich einerseits die *heutigen Materialpreise* und andererseits die *Tarife der Schweiz. Röntngengesellschaft* zugrunde.

Für eine *Jahresfrequenz* von 1200 Patienten ergeben sich folgende Summen:

1. Ausgaben	
1. Kapitalverzinsung (6% von Fr. 50000)	Fr. 3000
2. Amortisation (20% von Fr. 50000)	10000
3. Mietzins	7000
4. Saläre für Personal (ein Photograph, eine Gehilfin, eine halbtägige Sekretärin)	12600
5. Stromkosten, Heizung, Beleuchtung	2000
6. Versicherungen	500
7. Putzfrau und Wäsche	1000
8. Reparaturen	1000
9. Röhren, Verstärkungsfolien, Kontrastsubstanzen, Entwickler usw.	2000
10. Büromaterial, Telephon, Porto	600
11. Neuanschaffungen	3000
12. Filme	6000
	<u>total Fr. 48700</u>

2. Einnahmen

Die schätzungsweise Einnahmen aus dem Röntgendiagnostikbetriebe belaufen sich auf Fr. 48000 und aus dem Therapiebetriebe auf Fr. 10000. Dieser Berechnung liegt folgende Klassifikation zugrunde:

1. Therapiepatienten	200	
2. Diagnostikpatienten nach Krankenkassentarif	600	
3. Diagnostikpatienten nach Tarif II	375	
4. Diagnostikpatienten nach Tarif I	25	
	<u>1200</u>	
Totale Patientenzahl 1200		
1. <i>Krankenkassen-Patienten:</i>		
200 Lungenaufnahmen	à Fr. 28.—	Fr. 5600
200 Magenaufnahmen (2 Aufn.)	48.—	9600
200 Knochenaufnahmen (2 Aufn.)	32.—	6400
2. <i>Patienten nach Tarif II:</i>		
125 Lungenaufnahmen	50.—	6250
100 Magenaufnahmen (2 Aufn.)	100.—	10000
150 Knochenaufnahmen (2 Aufn.)	50.—	7500
3. <i>Patienten nach Tarif I:</i>		
10 Lungenaufnahmen	80.—	800
10 Magenaufnahmen (2 Aufn.)	150.—	1500
5 Knochenaufnahmen (2 Aufn.)	70.—	350
		<u>Fr. 48000</u>
4. <i>Einnahmen aus Therapiebetrieb</i>		<u>Fr. 10000</u>
		<u>Fr. 58000</u>

Die Schlußbilanz ergibt, daß an diesem Institut bei einer Frequenz von 1200 Patienten pro Jahr ein *Reingewinn* von Fr. 9300.— übrigbleibt. Dieses Ergebnis ist als Entgelt für den fachärztlich ausgebildeten Radiologen ein sehr unbefriedigendes. Er muß versuchen, durch Verminderung des Personals und durch persönliche Übernahme und Durchführung der rein

photographischen Arbeiten auf dem Posten Saläre Einsparungen zu machen.

Der Jahresabschluß wird ein bedeutend besserer bei Zunahme der Frequenz. Wir wollen die Berechnung nochmals durchführen bei einer jährlichen Frequenz von 1700 *Patienten*, wobei es sich wiederum um 200 Therapiepatienten und 1500 Diagnostikpatienten handeln möge.

Die Ausgaben vermehren sich beim Personal um Fr. 3000 auf Fr. 15 600, weil eine zweite Röntgengehilfin angestellt wird. Die Auslagen für Röhren, Verstärkungsfolien, Entwickler usw. steigen auf Fr. 2500, die Auslagen für Büromaterialien betragen statt Fr. 600 nun Fr. 700, die Kosten für Neuanschaffungen steigen um Fr. 1000 auf Fr. 4000, weil ein weiterer feuersicherer Schrank angeschafft werden muß. Die Filme kosten Fr. 9000. Die *Gesamtausgaben* in unserem zweiten Beispiele belaufen sich pro Jahr auf Fr. 56 300

Die *Einnahmen* ergeben eine Totalsumme von 81 200

wobei wir annehmen, daß wiederum 200 Therapiepatienten Fr. 10 000 einbringen und daß von den übrigbleibenden 1500 Patienten es sich 850 mal um Krankenkassenpatienten, 600 mal um Patienten nach Tarif II und 50 mal um Patienten nach Tarif I handelt, und zwar nehmen wir an, wir hätten es mit 300 Lungenuntersuchungen, 200 Magenuntersuchungen und 350 Knochenuntersuchungen bei Krankenkassenpatienten, 200 Lungenuntersuchungen, 150 Magenuntersuchungen und 250 Knochenuntersuchungen bei Patienten nach Tarif II und um 20 Lungen-, 10 Magen- und 20 Knochenuntersuchungen bei Privatpatienten nach Tarif I zu tun.

Die Schlußbilanz ergibt einen *Reingewinn* von Fr. 24 900. Die Wirklichkeit wird vermutlich hinter dieser Zahl zurückbleiben, weil wir alle möglichen Nebenausgaben, die sich im täglichen Betrieb einstellen, nicht berechnet haben. So ist nichts eingesetzt für Diapositivfilme, Kopierpapier usw. Als vorsichtige Rechner kommen wir bei einem gutgehenden privaten Röntgeninstitut obiger Frequenz auf eine Einnahme von Fr. 20 000 pro Jahr als Entschädigung für die vollamtliche Tätigkeit des leitenden Fachradiologen.

Diese aus der Privatwirtschaft gewonnenen Grundlagen sind wegleitend für die Rechnungsführung im Spitalbetrieb.

In Deutschland sind die Verhältnisse ziemlich einheitlich geregelt:

1. Jede Rechnung für röntgendiagnostische Untersuchung oder radiotherapeutische Behandlung setzt sich aus zwei Teilen zusammen, dem *Unkostensatz* und dem *Honorarsatz*.

2. *Stationäre* Patienten der *allgemeinen* Abteilungen werden zur Zahlung des Unkostentarifes herangezogen, wobei entweder die Krankenkassen oder die Wohlfahrtsämter der zuständigen Gemeinde für die Unkosten aufkommen müssen. Nur in einzelnen großen städtischen Krankenanstalten in Hamburg und in Berlin sind die Röntgenkosten für diese Patientenkategorie frei.

3. *Poliklinikpatienten* werden zur Zahlung des Unkosten- und Honorarsatzes herangezogen. Falls die Patienten nicht selber

zahlungsfähig sind, bezahlen die Kassen oder die Wohlfahrtsämter der zuständigen Gemeinde.

4. *Stationäre Patienten der Privatabteilungen* zahlen nach Privatpatiententarif.

5. *Ambulante Privatpatienten* bezahlen nach Privatpatiententarif.

Dem Staate fällt der Unkostensatz zu. Dabei fließt das Geld aber nicht in die allgemeine Staatskasse, sondern entweder kommt es dem ganzen Krankenhaus oder dem Röntgeninstitute zugute. Bei den Universitätspolikliniken oder diesen gleichgestellten Polikliniken größerer Städte kommt auch der Honorarsatz der Poliklinikpatienten dem Krankenhaus bzw. dem Röntgeninstitut zugute, bei den Polikliniken der kleineren Krankenhäuser dagegen pflegt der Honorarsatz dem Röntgenologen des Krankenhauses zuzufließen. Bei allen Privatpatienten gehört der Honorarsatz dem untersuchenden Radiologen.

Wir drucken hier sowohl den zur Zeit geltenden Unkostensatz, wie auch den Honorarsatz ab und stützen uns dabei auf die allgemeine deutsche Gebührenordnung für Ärzte Jahrgang 1928.

Unkostentarif.

Plattengröße:	9/12	13/18	18/24	24/30	30/40	40/50
	R.M. 4.00	4.50	5.25	6.50	8.25	11.—
						R.M.
Zahnfilm (bis zu drei Filmen)						4.—
Durchleuchtung						4.—
Durchleuchtung mit Kontrastbrei						5.—
Dreimalige Magendurchleuchtung mit Kontrastbrei						12.—
Durchleuchtung mit Dickdarmkontrasteinlauf						7.50
Orthodiagramm						7.50
Abzüge bis Größe 18/24						1.—
Abzüge bis Größe 24/30						1.50
Abzüge bis Größe 30/40						2.—
Diapositiv						2.—

Ärztliches Honorar (Minimal-Tarif).

a) Durchleuchtungen.

1. Einfache Röntgendurchleuchtung von Extremitäten und Brustorganen zur kurzen Orientierung in Ausnahmefällen 7.50

b) Durchleuchtungen und Aufnahmen.

2. Lunge, Herz, Durchleuchtung und Aufnahme 30.—
3. Lungendurchleuchtung, Übersichts- und Spitzenaufnahme 36.—
4. Speiseröhrenuntersuchung, Durchleuchtung und Aufnahme 30.—
5. Magen und Dünndarm, Durchleuchtungen und Aufnahmen 42.—
6. Dickdarmuntersuchung mit Kontrastmahlzeit als gesonderte Untersuchung 21.—
7. Dickdarmuntersuchung mittels Kontrasteinlauf 36.—

	c) Aufnahmen.	RM.
8. Zahnfilm, für jeden Film		6.—
9. Jede folgende Aufnahme		4.50
10. Finger oder Zehen (2 Aufnahmen)		9.—
11. Mittelhand, Handgelenk, Ellbogengelenk, Mittelfuß, Sprunggelenk, Unterschenkel (2 Aufnahmen)		12.—
12. Knie, Oberschenkel, Oberarm (2 Aufnahmen)		21.—
usw.		

Beispielsweise beträgt der Minimaltarif für eine Lungendurchleuchtung mit anschließender Aufnahme total 44.25 RM., nämlich 30 RM. als Honorar, 8.25 für den Film, 4 RM. für Durchleuchtung und 2 RM. für das Diapositiv. Der Arzt erhält 30 RM., den Rest erhält der Staat für seine Unkosten.

Einfacher ist die Regelung in *Schweden*. Der Röntgenologe, der seine Privatpraxis in einem Spital ausübt, entschädigt das Krankenhaus für alle angewendeten Filme zum Selbstkostenpreis und entrichtet außerdem 1 schwedische Krone pro Film als „Exponierungsgebühr“. Dem Patienten werden die Filme samt Exponierungsgebühr berechnet und dazu das Honorar nach der Honorartaxe von 15 bis 50 schwedische Kronen zugeschlagen. Die Regelung ist höchst einfach. *Die wirklichen Unkosten gehen an das Krankenhaus* (Filmkosten und Exponierungsgebühr). *Alles übrige gehört dem Arzt als Honorar*. Bei diesem System ist es möglich, an einem Spital mit relativ geringer radiologischer Praxis tätig zu sein und trotzdem sein Auskommen zu finden, ohne daß der Staat zu kurz kommt, da er seine Unkosten zurückerstattet erhält.

Die zweckmäßige Regelung der Finanzfragen liegt im Interesse der Gesamtärzteschaft. Die Lösung derselben muß Hand in Hand gehen mit der Ausbildung von Fachärzten, denen der Staat auch in seinem Interesse auskömmliche Arbeitsstätten zur Verfügung stellen muß.

II. Beispiele von Röntgeninstituten, deren Raumprogramm und Kostenfrage.

Die geschilderten allgemeinen Richtlinien gelten für große und kleine Institute. Im folgenden wollen wir verschiedene Beispiele bringen für kleine, mittelgroße und große Röntgeninstitute bis zur radiologischen Klinik an einer Universität. Die Größe richtet sich nach dem Aufgabenkreis, der ganz verschieden sein kann. Dieser hängt einerseits davon ab, ob ein Fachradiologe vorhanden ist und die Leitung übernimmt oder ob die röntgenologischen Arbeiten nebenamtlich verrichtet werden, andererseits aber natür-

lich auch von dem täglichen Arbeitspensum, über das man sich bei der Einrichtung eines Röntgeninstitutes von vornherein Klarheit verschaffen muß.

a) Der Röntgenbetrieb an kleinen öffentlichen Spitälern.

In der Schweiz und wohl auch in vielen anderen Ländern finden sich in kleineren Ortschaften *kleine Spitäler* von ungefähr 50 Betten. Meist findet sich keine Gliederung in eine chirurgische und innere Abteilung, und es gibt auch keine eigene geburtshilflich-gynäkologische Station. Ein ortsansässiger Arzt leitet als *Spitalarzt* ein solches Krankenhaus. Manchmal besteht auch ein Turnus in der Leitung unter den Allgemeinpraktikern der betreffenden Ortschaft.

Diese Spitäler dienen der Untersuchung und Behandlung von Kranken, soweit sie nicht in die großen städtischen oder staatlichen Spitäler verlegt werden. Meist handelt es sich um sogenannte „Notfall-Spitäler“.

Der Leiter eines solchen Spitalen muß, neben einer guten allgemeinärztlichen Ausbildung, Spezialkenntnisse vor allem in der Chirurgie inkl. Gynäkologie und in der Geburtshilfe besitzen, die er sich nach Absolvierung des medizinischen Staatsexamens als Volontär oder Assistent oder sogar Oberarzt an den betreffenden Spezialkliniken erworben hat. Man muß von ihm auch *Kenntnisse* auf dem Gebiet der *Radiologie* verlangen, da jedes dieser kleinen Spitäler auch eine Röntgeneinrichtung besitzt, die heute unter keinen Umständen entbehrt werden kann.

Der *Allgemeinpraktiker* kennt die Grundlagen der allgemeinen Radiologie; er ist es, der als erste Instanz die Indikationen zur Röntgenuntersuchung stellt, der täglich Röntgenbilder sieht und sie dem Patienten erklärt. Er hat auch das Resultat einer spezialärztlichen Röntgenuntersuchung in seinen gesamten Heilplan richtig einzustellen und muß die Indikationen und Aussichten der Strahlentherapie für die einzelnen Krankheiten kennen.

Der *Spitalleiter* aber braucht außerdem Kenntnisse in der Röntgentechnik, und zwar sowohl in der Apparatetechnik wie auch in der Aufnahme- und Durchleuchtungstechnik samt der photographischen Technik. Der Spitalleiter muß unterrichtet sein über alle Gefahren, die der Röntgenbetrieb sowohl für die Patienten wie für das Personal mit sich bringen kann. Er muß orientiert sein über die notwendigen Schutzvorrichtungen, er ist ja verantwortlich für alles das, was an der ihm unterstellten Röntgenstation geschieht. Von ihm hängt es ab, ob die notwendigen Schutzmaßnahmen vorhanden sind, er muß darüber wachen, daß sie angewendet werden. An ihm liegt es, ob das Maximum an Leistung

mit den vorhandenen Mitteln vollbracht wird. Er in erster Linie ist derjenige, welcher entscheiden muß, ob die vorhandenen Einrichtungen genügen oder ob neue Apparaturen angeschafft werden müssen. *Das gesunde Prinzip, daß man nur das dirigieren soll, was man selber beherrscht, gilt auch hier.* Es geht nicht an, alles der Schwester zu überlassen, auch wenn diese noch so tüchtig ist. Die Schwester ist nur das ausführende Organ.

Der Spitalleiter kann neben seinen übrigen Aufgaben nicht noch ein vollständig fachlich ausgebildeter Radiologe sein. Deshalb ist es ratsam, daß er sich auf die Röntgendiagnostik beschränkt. Kleine Spitäler ohne eigenen Fachradiologen brauchen eine *röntgendiagnostische Station*. Es ist besser, wenn man das zur Verfügung stehende Geld zur Einrichtung einer guten röntgendiagnostischen Station verwendet, als daß man diese auf Kosten einer gleichzeitig zu schaffenden Therapieabteilung ungenügend ausstattet.

Eine Rundfrage hat ergeben, daß in der Tat die Mehrzahl der Spitalleiter der kleinen Spitäler prinzipiell auf die Ausübung der Strahlentherapie verzichtet und vollständig zufrieden ist, wenn sie sich die notwendigen röntgendiagnostischen Kenntnisse erworben hat. Meistens ist das bisher *autodidaktisch* geschehen. Häufig hat im Anfang auch der Vertreter irgendeiner Firma mitgeholfen. Aber dieser Lehrer ist unzulänglich, er ist kein Arzt, er muß sich notgedrungen auf das rein Technische des Montierens der Apparatur, auf die Inbetriebsetzung derselben, auf das Herstellen von einigen Normalaufnahmen, kurz und gut auf das Vordemonstrieren des Apparates beschränken, und sein Interesse erlischt naturgemäß mit dem Moment, wo die Apparatur vom Spital übernommen ist.

Es gibt Spitalleiter, welche aus Begabung und Liebhaberei sich ganz besonders in der Radiologie aus- und fortgebildet haben und nun Wert darauf legen, das Gesamtgebiet der Radiologie persönlich auszuüben. Für uns handelt es sich aber nicht um solche Ausnahmen, sondern um die Regel.

Theoretisch könnte man schließlich auch die Anstellung von spezialistisch ausgebildeten Radiologen an solchen Röntgenstationen verlangen. In der Praxis scheidet dies aber daran, daß der Radiologe in einer kleinen Ortschaft an einem kleinen Spital zu wenig zu tun hätte und sein Auskommen nicht finden könnte. Es fehlen vor allem auch die spezialärztlich ausgebildeten Arbeitskräfte. *Die Anstellung eines Radiologen ist nicht notwendig unter der Bedingung, daß keine Strahlentherapie getrieben wird, und unter der Voraussetzung, daß man bei der Besetzung von Spitalarztstellen*

genau so wie auf die spezialärztliche chirurgische und geburtshilfliche, auch auf die radiologische Vorbildung Rücksicht nimmt.

Diese Forderung konnte so lange nicht erhoben werden, als die Universitäten noch keine Ausbildungs- und Fortbildungsmöglichkeiten auf dem Gebiete der Radiologie geschaffen hatten. Jetzt aber ist dies z. Teil der Fall, und es ist leichter und ökonomischer geworden, die fachärztlichen Kenntnisse an einer speziellen radiologischen Ausbildungsstätte zu erwerben durch theoretische Vorlesungen, durch Zusehen, durch Mithelfen und schließlich durch Selbermachen, als auf dem mühsamen autodidaktischen Wege.

Was das *Raumprogramm* einer solchen röntgendiagnostischen Station anbetrifft, so brauchen wir einen gemeinsamen Aufnahme- und Durchleuchtungsraum mit Verdunkelungseinrichtung von

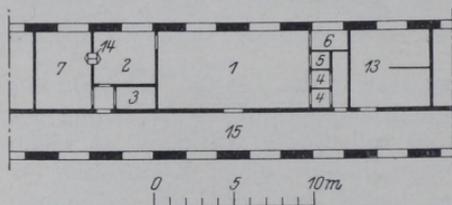


Abb. 9. Röntgendiagnostikabteilung für ein kleines Krankenhaus mit etwa 50 Betten *ohne* eigenen Radiologen mit Abteilung für Diathermie- und Lichtbehandlung.

- 1 Gemeinsamer Aufnahme- und Durchleuchtungsraum mit Verdunkelungseinrichtung (45—50 m²).
- 2 Schutzraum und Bedienungsraum, zugleich Büro für Schwester und Befundraum (14—16 m²).
- 3 Maschinenraum (3—4 m²).
- 4 Ankleidekabinen (zu 1,5 m²).
- 5 WC. für Patienten (1,5—2 m²).
- 6 Breiküche (2—3 m²).
- 7 Dunkelkammer für Naß- und Trockenarbeiten mit Lichtschleuse und Kassettenschleuse (15—18 m²).
- 13 Gemeinsamer Raum für Höhen- und Diathermie (20—25 m²).
- 14 Kassettenschleuse. 15 Korridor.

etwa 45—50 m² Bodenfläche, daran anstoßend einen Schutzraum und Bedienungsraum, der in einem kleinen Betriebe gleichzeitig als Büro und Befundraum benutzt werden kann, von etwa 14—16 m² Bodenfläche, davon getrennt den kleinen Apparateraum (3 bis 4 m²), zwei kleine Ankleidekabinen, eine Toilette für Patienten, eine kleine Breiküche, eine Dunkelkammer für Naß- und Trockenarbeiten mit Lichtschleuse und Kassettenschleuse und ein Filmarchiv, das im Estrich

oder noch besser außerhalb des Krankenhauses untergebracht wird. Das notwendige Wartezimmer, Untersuchungszimmer, der Raum für Putzmaterial und der Vorratsraum können gemeinsam mit anderen im Krankenhaus bereits für den gleichen Zweck vorhandenen Räumen benützt werden, sofern die Lage derselben und deren Beanspruchung dies zuläßt. Zweckmäßig ist es auf alle Fälle, den Diathermie- und Lichtbehandlungsraum in Verbindung mit dem röntgendiagnostischen Institut zu bringen. Sie beanspruchen eine Bodenfläche von 20—25 m². Wir kommen so auf eine *Gesamtbodenfläche* von etwa 105—125 m². Ein Grundriß (Abb. 9) zeigt schematisch die Anordnung einer solchen Röntgendiagnostikabteilung.

Was die *Apparatur* und die *approximative Kostenberechnung* anbetrifft, so genügt eine Röntgenapparatur. Es wird mit Vorteil ein hochleistungsfähiger Glühventilgleichrichter verwendet, mit dem man Stromstärken von im Maximum 250 Milliampères erzeugen kann. An Untersuchungsgeräten sind notwendig ein Aufnahmeapparat mit Buckyblende und einem Säulenstativ, ferner ein Durchleuchtungsgerät für gleichzeitige Durchleuchtung und Aufnahmen am stehenden und liegenden Patienten. Bewährt haben sich zu diesem Zwecke die sogenannten Polyskope oder Klinoskope. Zweckmäßig ist ferner die Anbringung eines Wandkassettenhalters zur Herstellung von Lungenaufnahmen. Dazu kommen Schutzschürzen, ein Leuchtschirm und das nötige kleine Zubehör für eine gute Aufnahmetechnik; 3 Röhren verschiedener Typen dürften genügen. Wichtig ist eine gute Dunkelkammer-einrichtung, die aus einer kompletten Standentwicklungseinrichtung, einem Tisch für Trockenarbeiten, einem Satz Metallkassetten, zwei entsprechenden Sätzen Verstärkungsfolien, einem Trockenschrank zur Filmtrocknung, einem Reproduktionsapparat zur Herstellung der Diapositive und Kopien nebst dem nötigen kleinen photographischen Zubehör besteht. Notwendig ist auch ein feuer- und explosionssicherer Filmschrank, ein Filmschaukasten und meistens auch eine Schreibmaschine. Zur Licht- und Diathermiebehandlung brauchen wir eine Höhensonne, vielleicht auch eine Solluxlampe oder dergleichen, einen Diathermieapparat und die notwendigen Lagerungstische samt Zubehör. Die Gesamtkosten belaufen sich auf etwa 25 000 Fr.

In Tabellenform habe ich die approximative Kostenberechnung zu unserem kleinen röntgendiagnostischen Institut zusammengestellt. Ich brauche wohl nicht zu betonen, daß es sich hier, wie auch bei den folgenden Entwürfen nur um Schemata handelt, die weitgehend den lokalen Bedürfnissen angepaßt werden müssen.

Approximative Kostenberechnung:

A. Röntgen-Diagnostik-Abteilung.

Pos. 1. Röntgen-Apparatur einschließlich Hochspannungsverteilungsleitung und Montage (Vierventil-Gleichrichter bis etwa 250 Milliampère)	Fr.
	8000.— bis 9000.—
Pos. 2. Untersuchungsgeräte und Zubehör: Untersuchungsgerät für Durchleuchtungen und Aufnahmen am stehenden und liegenden Patienten, Typ Polyskop oder Klinoskop, Säulenstativ, Wandkassettenhalter, Aufnahmeapparat, Bucky-Blende, Kompressions-	

	tuben, Einstellvorrichtungen, Leuchtschirm, Schutzschürzen, Handschuhe, Schutzkanzel	etwa	6000.— bis	7000.—
Pos. 3.	<i>Röntgen-Röhren</i> (3 verschiedene Typen)	etwa	2000.— bis	2500.—
Pos. 4.	<i>Dunkelkammereinrichtung</i> : kompl. Standentwicklungseinrichtung, Einlagetisch, ein Satz Metallkassetten, zwei Sätze Verstärkungsschirme, Trockenschrank, Reproduktionsapparat, Schalen, Messuren u. kleineres Zubehör	etwa	2500.— bis	2800.—
Pos. 5.	<i>Einrichtung des Befundraumes</i> : Feuersicherer Filmschrank, Plattenschaukasten, Schreibmaschine, ohne Mobiliar	etwa	2000.— bis	2300.—
B. Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie.	Pos. 6. Höhensonne, Solluxlampe, Diathermie-Apparat, einschließlich Zubehör und Lagerungstischen	etwa	3000.— bis	3500.—
	zusammen:		23500.— bis	27100.—

Im allgemeinen ist zu sagen, daß die *Frequenz* eines solchen röntgendiagnostischen Institutes außerordentlich schwankend ist, je nachdem, ob mit dem Spital ein Ambulatorium verbunden ist oder nicht. Vor allem aber ist sie davon abhängig, wieweit sich der Spitalleiter für die Röntgendiagnostik interessiert, und wieweit er es versteht, dieselbe für seine ärztlichen Zwecke heranzuziehen.

Im Maximum werden im Jahre etwa 200 *Durchleuchtungen* und etwa 800 *Aufnahmen* gemacht werden. Eine Rundfrage hat ergeben, daß an vielen Orten zu selten durchleuchtet wird, und daß manchmal kleine Spitäler mit sehr wenig Betten sehr viel mehr Aufnahmen herstellen als Krankenanstalten mit doppelt soviel Betten. Zum Teil mag das durch die Größe der ambulatischen Röntgenuntersuchungen bedingt sein, zum Teil hängt es mehr davon ab, daß die Röntgenuntersuchung in ihrer Bedeutung für das weitere ärztliche Verhalten noch außerordentlich verschieden eingeschätzt wird. Zum Teil endlich ist die Zahl der Aufnahmen in weitgehendem Maße davon abhängig, ob wir es mit Industriebezirken (versicherte Patienten) oder mit Gebieten mit mehr ländlicher Bevölkerung zu tun haben.

An *Personal* für ein kleines röntgendiagnostisches Institut an einem öffentlichen Spital von etwa 50 Betten ist neben dem *Leiter* (Spitalarzt mit radiologischer Ausbildung) eine gut durchgebildete *Röntgeschwester* notwendig, der zweckmäßig eine *Gehilfin* zugeteilt wird. Die röntgendiagnostische Arbeit ist körperlich und geistig anstrengend. Der Arzt braucht richtige schwesterliche Assistenz sowohl bei den Durchleuchtungen wie bei

den Aufnahmen, dem Dunkelkammerverfahren, der Journalführung und der Registrierung. Ist der röntgendiagnostische Betrieb sehr klein, so kann das Hilfspersonal bei guter Organisation des Betriebes zu anderen Arbeiten innerhalb des Krankenhausdienstes verwendet werden. Besteht eine kleine Licht- und Diathermiestation, so wird mit Vorteil die Röntgeschwester auch diesen Betrieb führen.

b) Der Röntgenbetrieb an kleinen Privatspitälern und an Sanatorien.

An vielen Orten gibt es auch *kleine Privatspitäler* von etwa 50 Betten mit eigenen Röntgenabteilungen.

Diese müssen ungefähr jene Röntgeneinrichtung besitzen, die wir für kleine öffentliche Spitäler geschildert haben. Manchmal ist es zweckmäßig, daß

sich ein solches Privatspital der Mitarbeit eines *Radiologen* versichert, der einerseits die Patienten des Privatspitals untersucht und gegebenenfalls strahlentherapeutisch behandelt, andererseits aber auch am gleichen Orte seine Privatkonsultationen als Spezialarzt für medizinische Radiologie aus-

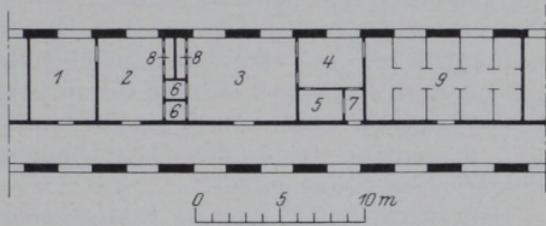


Abb. 10. Röntgentherapiestation für ein kleines Krankenhaus mit eigenem Radiotherapeuten. Im Anschluß an die Röntgentherapiestation findet sich eine Abteilung für Diathermie- und Lichtbehandlung.

- 1 Warterraum (20 m²). 2 Untersuchungs- und Verbandsraum mit Archiv (20 m²). 3 Bestrahlungsraum (30 m²).
- 4 Schalt- oder Bedienungsraum. 5 Maschinenraum. 6 Auskleidekabinen (1,5 m²). 7 Durchgang. 8 Wandschränke. 9 Gemeinsamer Raum für Diathermie und Lichtbehandlung.

übt. Wenn dies der Fall ist, so muß die röntgendiagnostische durch eine strahlentherapeutische Abteilung komplettiert werden. Ich bringe hier als Ergänzung den Grundriß (Abb. 10), das Raumprogramm, die Apparatur und die *approximative Kostenberechnung* für eine kleine *radiotherapeutische Station*. Voraussetzung ist, daß dieselbe von einem Fachradiologen geleitet wird und nicht etwa nebenamtlich vom Leiter des Privatspitals selber, der vielleicht Chirurg, Gynäkologe oder Internist ist.

Die *Gesamtbodenfläche* einer solchen kleinen radiotherapeutischen Abteilung beträgt etwa 120—150 m². Die Größe der einzelnen Räume geht aus der Abbildungserklärung hervor. Was die *Kostenberechnung* anbetrifft, so belaufen sie sich auf 26 000 bis 34 000 Fr. für die eigentliche Röntgentherapieapparatur und auf 4 000—5 000 Fr. für die Diathermie- und Lichtabteilung. Es ist

dabei vorgesehen, daß ein Gleichspannungsapparat für Zweiröhrenbetrieb angeschafft werde (16—17000 Fr.), ferner zwei Röntgentherapieröhren (2000—4800 Fr. je nach Röhrentype) und schließlich die Hilfsgeräte für die beiden Arbeitsplätze, also Lagerungstische, Bestrahlungstuben, Abdeckvorrichtungen, Zeitmesser und Dosierungsgeräte. In der Diathermie- und Lichtabteilung findet sich nach diesem Kostenvoranschlag eine komplette Diathermieeinrichtung mit Lagerungstisch und Zubehör, zwei Höhensonnen, eine Solluxlampe oder sonst ein Wärmestrahler und andere kleine Hilfsgeräte. Die angegebenen Kosten schließen die Montagekosten und die Kosten für die Hochspannungsverteilungsleitungen ein, nicht aber die allgemein üblichen Büromaterialien, Arzneikästchen, Verbandtrommeln usw. Eine solche radiotherapeutische Station kann ebensogut für Oberflächentherapie wie für Tiefentherapie benutzt werden. Wird auf die Ausübung der Tiefentherapie verzichtet, was bei Einrichtung einer Therapiestation fast nie der Fall ist, und ausschließlich Oberflächentherapie getrieben, so ermäßigen sich die Gesamtkosten um etwa 12000 bis 15000 Fr., weil dann eine kleinere Apparattypen vorgesehen ist und dementsprechend die Bestrahlungsgeräte und auch die Röhrentypen einfacher sind.

Dem *Leiter* einer solchen Röntgentherapiestation untersteht eine gelernte *Röntgentherapieschwester* und eine *Gehilfin*. Sie muß absolut zuverlässig sein, denn sie bedient und kontrolliert die Apparatur während der einzelnen Bestrahlungen, nachdem sie das jeweilige Bestrahlungsfeld eingestellt und die nicht zu bestrahlende Umgebung mit Blei abgedeckt hat. Der Radiologe beschränkt sich darauf, die Einstellung, die Fokushautdistanz, die Abdeckung und die Filterung zu kontrollieren vor jedem Bestrahlungsbeginn. In jedem solchen Institut wird ferner eine Licht- und Diathermieabteilung vorhanden sein. Bei achtstündigem Arbeitstag können pro Behandlungsplatz (Höhensonne und Diathermie) 10—15 Patienten behandelt werden. Ist die Frequenz eine größere, wird eine zweite Schwester und eventuell eine zweite Gehilfin notwendig.

Es kann von Vorteil sein, daß sich mehrere Privatspitäler gemeinsam einen Radiologen verpflichten, der dann an mehr als einer Privatklinik die Leitung der radiologischen Station übernimmt, wobei dieselbe je nach der Zweckbestimmung des Privatspitals nur aus einer röntgendiagnostischen, einer röntgentherapeutischen Station oder aus beiden zusammen besteht. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen Umständen alle radiologischen Arbeiten durchgeführt werden können.

Andere Privatspitäler überweisen zweckmäßig ihre Patienten

einem röntgenologischen Privatinstutute zur röntgendiagnostischen Untersuchung oder strahlentherapeutischen Behandlung. Es ist selbstverständlich, daß der Leiter eines solchen röntgenologischen Privatinstututes *Spezialarzt für Radiologie* sein muß. Es ist wünschenswert, daß er sich bei der Ausübung seiner ärztlichen Tätigkeit auf sein Spezialfach der medizinischen Radiologie beschränkt. Sein Arbeitsgebiet ist ein so großes, daß er darin vollkommene Befriedigung finden kann und genügend zu tun hat, um die Fortschritte in seinem Sonderfach zu verfolgen oder um selber produktiv tätig zu sein. Die Schaffung von *radiologischen Privatkliniken* mit stationären Abteilungen hat sich noch wenig eingebürgert. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, daß wegen des hohen Preises des Radiums ein großes Kapital notwendig ist, das dauernd in dem Radiumschatz investiert ist.

Eine ähnliche Sonderstellung wie Privatspitäler nehmen *Sanatorien* ein. Sie brauchen eine *röntgendiagnostische Station*. Dies gilt in besonderem Maße in Sanatorien für Lungenkranke. Die Beurteilung und Behandlung von Lungenkranken ohne Kontrolle durch das Röntgenverfahren ist undenkbar. Die röntgendiagnostische Aufgabe ist eine eng umschriebene, sie beschränkt sich meist auf Lungendurchleuchtungen und Lungenaufnahmen. Der Spezialarzt für Lungenkrankheiten übt ein kleines Spezialgebiet innerhalb der Röntgendiagnostik aus. Ein solcher Spezialarzt muß genau so wie der Leiter eines kleinen öffentlichen Spitäles „röntgenkundig“ sein. An ihn müssen dieselben Anforderungen gestellt werden wie an jenen. Auf seinem röntgendiagnostischen Sondergebiete wird er große Spezialkenntnisse erwerben, die der Spitalarzt nicht benötigt. Es muß aber verlangt werden, daß der verantwortliche Sanatoriumsleiter auch wirklich diesem röntgenologischen Institute vorsteht und den Betrieb sachkundig überwacht und nicht alles der „Röntgenschwester“ überläßt. Für einen Fachradiologen wäre das Arbeitsgebiet zu klein, es sei denn, daß mehrere Sanatorien sich zusammenschließen, um sich einen eigenen Fachradiologen als Konsiliarius und als Leiter ihrer röntgendiagnostischen Station zu halten.

Raumbedürfnisse, Apparatur und Kosten sind ungefähr dieselben wie bei der kleinen röntgendiagnostischen Station eines kleinen öffentlichen Spitäles.

c) Der Röntgenbetrieb an großen öffentlichen Spitälern.

Wenn die Bettenzahl eines Spitäles größer wird, so steigen natürlich auch die Ansprüche der Röntgenstation hinsichtlich räumlicher Ausdehnung und hinsichtlich Apparatur.

Für ein Spital mit etwa 100 Betten ohne eigenen Radiologen oder für ein kleines Spital mit etwa 50 Betten, aber mit großem Ambulatorium ist ein doppelt so großes *röntgendiagnostisches Institut* notwendig wie das soeben geschilderte. Oft ist das Spital ebenfalls nicht unterteilt in eine chirurgische, gynäkologische oder innere Abteilung, und der Spitalarzt mit seinem Assistenten steht dem Gesamtspital ärztlich und administrativ vor. Spitäler solcher Ausdehnung gibt es viele. In Schweden mit seiner hohen ärztlichen Kultur findet sich unter solchen Umständen bereits ein eigener, fachärztlich ausgebildeter Radiologe, der dem Röntgeninstitut vorsteht. Wenn dies nicht möglich ist, so empfiehlt sich wiederum eine Beschränkung auf das rein diagnostische Gebiet.

Die *Raumbedürfnisse* sind folgende: Es sind *zwei* getrennte große Aufnahmeräume notwendig; zwischen beiden befindet sich die Dunkelkammer. Der eine Aufnahmeraum dient hauptsächlich zur Röntgenuntersuchung der inneren Organe, der andere zu Skelettaufnahmen, zu Fremdkörperlokalisationen und -extraktionen usw. An den seitlichen Flügeln schließen sich die

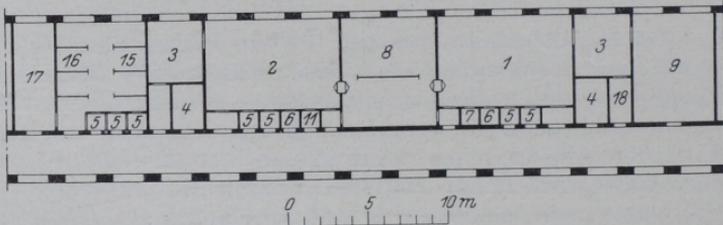


Abb. 11. Röntgendiagnostikabteilung für ein mittelgroßes Krankenhaus mit etwa 100 Betten ohne eigenen Radiologen mit Abteilung für Diathermie und Lichtbehandlung. 1 Röntgendiagnostikraum für Durchleuchtung und Aufnahmen des Verdauungskanales, Thorax- und Herzuntersuchungen usw. 2 Diagnostikraum für Skelettaufnahmen, Fremdkörperlokalisation und -extraktion usw. 3 Schutz- und Bedienräume. 4 Maschinenräume. 5 Ankleideräume. 6 WC für Patienten. 7 Breiküche. 8 Dunkelkammer mit Licht- und Plattenschleuse. 9 Plattenschauraum, Befundraum und Registratur. 11 Raum für Putzmaterial und Ausguß. 15 Lichtbehandlung. 16 Diathermieabteilung. 17 Reservieraum bzw. Schwesternraum. 18 Wäscheraum.

Schutz- und Bedienräume an und die beiden Maschinenräume. Man betritt den Röntgentrakt am besten von jener Seite aus, wo sich der Plattenschauraum bzw. Befundraum und das Archiv befindet. Das Filmarchiv wird im Estrich oder außerhalb des Spitalgebäudes untergebracht. Am entgegengesetzten Ende dieses Röntgentraktes findet sich die Abteilung für Diathermie- und Lichtbehandlung. Über die Details gibt der Grundriß (Abb. 11) Auskunft, zusammen mit nebenstehender Tabelle, auf der die notwendigen räumlichen Angaben enthalten sind.

Röntgendiagnostikabteilung

für ein Krankenhaus von etwa 100 Betten ohne eigenen Radiologen.

A. Röntgen-Diagnostik-Abteilung.	Boden- fläche m ²
1. Ein Röntgen-Diagnostik-Raum für Durchleuchtung und Aufnahmen des Verdauungskanals, Thorax- und Herzuntersuchung usw. mit Verdunklungseinrichtung	40— 50
2. Ein Röntgen-Diagnostik-Raum für Skelettaufnahmen, Fremdkörperlokalisation und -extraktion usw. mit Verdunklungseinrichtung	40— 50
3. Zwei Schutz- und Bedienungsräume (evtl. genügt ein gemeinsamer Raum)	12— 20
4. Zwei Apparateräume, je 3—4 m ² , oder evtl. ein gemeinsamer Raum	6— 8
5. Vier Ankleidekabinen, je 1,5 m ² , ein Bettendurchgang	9— 12
6. Zwei Wasserklosetts und Toiletten für Patienten	3— 4
7. Eine Breiküche	3— 4
8. Dunkelkammer mit Einrichtung für Standentwicklung, Trockenschrank, Einlagetisch, Reproduktionsapparat mit Abtlg. für Trockenarbeiten und mit Lichtschleuse und Kassettenschleuse	20— 25
9. Plattenschauraum, Befundraum, Registratur, mit feuersicherem Schrank für Films und Schreibmaschine	15— 20
10. Filmarchiv (Estrich oder besser außerhalb des Gebäudes)	10— 12
11. Raum für Putzmaterial und Ausguß	4— 5
12. Wartezimmer*	
13. Sprechzimmer, Untersuchungszimmer und Verbandzimmer*	
14. Vorratsraum*	
 B. Abteilung für Diathermie und Lichtbehandlung.	
15. Ein Behandlungsraum mit zwei Diath.-Plätzen mit Kojen	12— 16
16. Ein Behandlungsraum mit zwei Plätzen für Ultraviolett und ein Platz für Sollux-Bestrahlungen mit Kojen	12— 15
17. Ein Reserveraum oder Schwesternraum	10— 12
Gesamtbodenfläche	<u>196—253</u>

Das gesamte Raumbedürfnis einer solchen röntgendiagnostischen Station beträgt etwa 200—250 m², freilich ohne Wartezimmer, Sprech-, Untersuchungs- und Verbandzimmer, die gemeinsam mit anderen im Krankenhaus bereits für den gleichen Zweck vorhandenen benützt werden können.

Selbstverständlich sind auch andere Varianten der Raumordnung möglich und unter bestimmten lokalen Verhältnissen vielleicht zweckmäßiger als der vorstehende Entwurf. So z. B. kann man zwischen beiden Aufnahmeräumen an Stelle der Dunkelkammer einen gemeinsamen Maschinenraum und einen gemeinsamen Bedienungsraum einrichten usw.

* Die mit einem Stern bezeichneten Räume können gemeinsam mit anderen im Krankenhaus bereits für den gleichen Zweck vorhandenen benutzt werden, sofern die Lage derselben und deren Beanspruchung dies zuläßt.

Die *approximative Kostenberechnung* zu diesem Plane ergibt *45 000 bis etwa 60 000 Fr.* Das erforderliche Büromobiliar, Aktenschränke, Schreibtische, Stühle usw. sind in diesem Preise nicht inbegriffen. Von der gesamten Summe geht etwa die Hälfte für die Anschaffung und Installation von *zwei hochleistungsfähigen Röntgenapparaturen* ab. Wir empfehlen die Anschaffung von *Vierventilgleichrichtern*. 4—5 Röntgenröhren sind notwendig im Gesamtbetrag von 3000—4000 Fr. Die zusätzlichen Untersuchungsgeräte, wie Aufnahmetische, Säulenstative, Durchleuchtungsgeräte, Schutzkanzel usw. kosten etwa 12 000—15 000 Fr. Die Dunkelkammer kommt auf etwa 4000 Fr. zu stehen. Die Ausstattung der Diathermie- und Lichtabteilung kostet ebenfalls 4000—5000 Fr. und besteht aus einem großen Diathermieapparat mit Lagerungstisch und aus drei Höhensonnen mit Zubehör. Die nachfolgende Tabelle orientiert über die einzelnen Positionen:

Approximative Kostenberechnung.

A. Röntgen-Diagnostik-Abteilung.

Pos. 1. Röntgen-Apparatur einschl. Hochspannungs- Verteilungsleitung und Montage.	Fr.
Als Apparate sind vorgesehen:	
Ein Vierventil-Gleichrichter mit einer Leistung bis etwa 250 MA.	
Ein Vierventil-Gleichrichter mit einer Leistung bis etwa 500 MA	2000.— bis 25000.—
Pos. 2. Untersuchungsgeräte und Zubehör:	
Ein Aufnahmetisch mit eingebauter Sekun- därstrahlenblende (Bucky-Tisch), ein ge- wöhnlicher Aufnahmetisch mit Stativ, ein Untersuchungsgerät für Aufnahmen am stehenden und liegenden Patienten und für Serienaufnahmen, Typ Polyskop od. Kliniskop, Wandkassettenhalter, Bucky- Blende, Leuchtschirm, Vorrichtung für Orthodiagraphie, Einstellvorrichtungen, Schutzhandschuhe, Schutzkanzel usw.	12000.— bis 15000.—
Pos. 3. Röntgenröhren, 4—5 Stück versch. Typen	3000.— bis 4200.—
Pos. 4. Dunkelkammer-Einrichtung: komplette Standentwicklung, Wässerungstrog, Spül- trog, Dunkelkammerlampe für indirekte Deckenbeleuchtung, Einlegetampen, Kon- trollampen für die Entwicklung, Zeitmesser, drei Sätze Filmrahmen aus rostfreiem Stahl, Reproduktionsapparat, Trocken- schrank, Metallpreßkassetten u. Verstär- kungsschirme, Schalen, Meßgläser u. Ein- lagetisch	4000.— bis 4800.—
Pos. 5. Befundraum: 1—2 Stück feuer- und explo-	

sionssichere Filmschränke, ein großer Negativ-Betrachtungskasten, Schreibmaschine	2500.— bis 3000.—	Fr.
B. Abteilung für Diathermie und Lichtbehandlung. Pos. 6. Großer Diathermieapparat, Lagerungstisch u. Elektrodenzubehör, 3 Höhensonnen, Solluxlampe, Lagerungstisch usw.	4000.— bis 5000.—	
Zusammen	<u>45500.— bis 57000.—</u>	

Was das notwendige *Personal* anbetrifft, so untersteht die geschilderte Abteilung ebenfalls dem *Spitalarzt*. Besser ist es, wenn ein *Facharzt* für *Radiologie* gefunden werden kann, der den Betrieb leitet. An Hilfspersonal sind auf alle Fälle *zwei* ausgebildete *Röntgeschwestern* notwendig. Dazu kommen 2—3 *Gehilfinnen* oder *Lernschwestern*, je nach der Größe des Betriebes. Notwendig ist auch eine eigene *Schreibhilfe* zur Niederschrift der Befunde, der Gutachten, zur Journalführung, Registrierung und Leitung des Archives. Erfahrungsgemäß sind die Schwestern zu diesen Aufgaben nicht ausgebildet. Es ist die Ausnahme, wenn eine Schwester dies gut besorgen kann.

Spitäler mit ungefähr 150 oder noch mehr Betten weisen mit Recht zum mindesten eine Unterteilung in eine interne und eine chirurgische Station auf. Meist findet sich auch eine geburts-hilflich-gynäkologische Abteilung. Die Leitung untersteht fach-ärztlich ausgebildeten, untereinander koordinierten Spezialärzten für innere Medizin, Chirurgie usw. Einer dieser leitenden Ober-ärzte, oft der dienstälteste, ist gleichzeitig Direktor des ganzen Spitals, oder die Direktion wechselt periodisch unter den verschiedenen Abteilungsärzten ab. Das beste ist es, wenn ein solches Spital eine gemeinsame, den übrigen Abteilungen koordinierte *radiologische Station* schafft, die ein *Fachradiologe* leitet. Diese besteht aus einer *röntgendiagnostischen* und einer *strahlentherapeutischen* Abteilung. Der Leiter der radiologischen Station, der *Radiologe des Spitals*, wird zweckmäßig administrativ und wirtschaftlich den übrigen Abteilungsleitern gleichgestellt. Verlangt werden muß von ihm neben der guten allgemeinärztlichen eine gründliche spezialärztliche Ausbildung in Radiologie. Wünschenswert ist es, daß er sich auch einige Zeit chirurgisch fortgebildet hat.

Theoretisch läßt sich auch eine vollständige Dezentralisation der radiologischen Arbeit auf die klinischen Abteilungen denken. Sie ist in verschiedener Hinsicht unrationell. Ein einheitliches radiologisches Spezialinstitut kann besser ausgestattet werden als drei kleine Institute am selben Spital. Die Aus-

nützung der zur Verfügung stehenden Räume und Einrichtungen ist bei durchgeführter Zentralisation eine viel bessere. Es resultiert große Personalersparnis. Schließlich ist nur bei durchgeführter Zentralisation die Möglichkeit der Anstellung eines Fachradiologen gegeben, während sich für die Leitung der kleinen Spezialinstitute und Institütchen wohl niemand finden würde. Die Leiter der einzelnen Abteilungen müßten selber ihre spezialärztlichen röntgenologischen Arbeiten mit den bekannten Unzukömmlichkeiten übernehmen. Die größten Schwierigkeiten

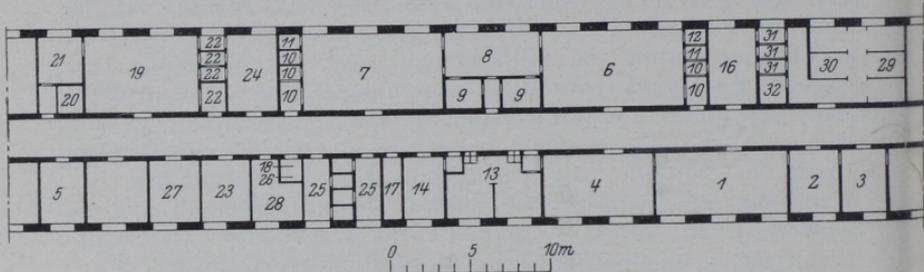


Abb. 12. Strahlenabteilung für ein Krankenhaus mit etwa 200 Betten mit eigenem Radiologen. Neben den gemeinsamen Räumen besteht eine Röntgendiagnostikabteilung und eine Abteilung für Strahlentherapie, anschließend daran eine Abteilung für Diathermie- und Lichtbehandlung.

1 Arbeitsraum für den Leiter der Röntgenabteilung, zugleich Bibliothek. 2 Sprech- und Untersuchungszimmer. 3 Kleines Wartezimmer für Privatpatienten. 4 Sekretariat, Schreibraum, Befundraum, Anmeldung. 5 Vorratsraum. 6 Röntgendiagnostikraum für Durchleuchtung und Aufnahmen des Verdauungskanales, Thorax- und Herzuntersuchung usw. 7 Röntgendiagnostikraum für Skelettaufnahmen, Fremdkörperlokalisierung usw. 8 Schutz- und Bedienungsraum für Diagnostik. 9 Maschinenräume für Diagnostik. 10 Ankleideraum für Diagnostik. 11 WC. für Patienten. 12 Breiküche. 13 Dunkelkammer mit Licht- und Plattenschleusen. 14 Photographischer Arbeitsraum. 16 Wartezimmer für Diagnostik und Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie. 17 Raum für Putzmaterial und Ausguß. 18 Wäscheraum für Diagnostik und Therapie. 19 Therapiebestrahlungsraum mit zwei Arbeitsplätzen. 20 Maschinenraum für Therapie. 21 Schutz- und Bedienungsraum für Therapie. 22 Ankleidekabine für Therapie. 23 Untersuchungs- und Sprechzimmer. 24 Wartezimmer für Diagnostik und Therapie. 25 WC. 26 Wäscheraum für Diagnostik und Therapie. 27 Patientenruheraum. 28 Teeküche. 29 Arbeitsplätze für Lichtbehandlung. 30 Arbeitsplätze für Diathermiebehandlung. 31 Ankleidekabinen. 32 Duscheraum.

aber müßten sich auf dem Gebiet der Strahlentherapie ergeben, während man sich eine Dezentralisation auf dem Gebiete der Röntgendiagnostik noch vorstellen könnte. Bei durchgeführter Zentralisation ist die Ausübung der Röntgentherapie unter fachkundiger Leitung gut möglich, und zwar sowohl die Oberflächen- wie die Tiefentherapie. Die Radiumtherapie freilich dürfte auch bei durchgeführter Zentralisation auf Schwierigkeiten stoßen. Es ist vorläufig bei den bekannten hohen Preisen für das Radium nicht möglich, kleinen Spitälern die nötigen Radiummengen zur Verfügung zu stellen. Das teure Radium würde bei der immerhin geringen Frequenz solcher Spitälern die größte Zeit unbenutzt bleiben.

Die Erfahrung zeigt, daß in Deutschland, das an den Universitäten leider Anhänger der Dezentralisation ist, immerhin mehr als 80% dieser Krankenhäuser von 150 bis etwa 500 Betten einen zentralisierten Betrieb mit eigenem Radiologen aufweisen.

Es ist von Interesse, die Bedürfnisse einer solchen *zentralen Strahlenabteilung für Diagnostik und Therapie* unter Leitung eines *eigenen Fachradiologen* für ein Krankenhaus von etwa 200 Betten mit getrennter chirurgischer, innerer und geburtshilflich-gynäkologischer Abteilung kennenzulernen. Darüber orientiert Abb. 12. Wir entnehmen diesem Plan, daß die gemeinsamen Räume der zentralen Strahlenabteilung etwa 100 m² beanspruchen. Die Gesamtbodenfläche der Röntgendiagnostikabteilung benötigt etwa 200 m², die Röntgentherapieabteilung etwa 100 m², die Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie etwa 50 m². Die *Gesamtbodenfläche für das ganze Institut beträgt etwa 400—500 m²*. Die Verteilung der einzelnen Haupt- und Nebenräume ist ohne weiteres aus dem Plan ersichtlich und ist außerdem in der folgenden Tabelle ausführlich zusammengestellt.

Zentrale Strahlenabteilung für Diagnostik und Therapie für ein Krankenhaus von etwa 200 Betten mit getrennter chirurgischer, innerer und geburtshilflicher-gynäkologischer Abteilung mit eigenem Radiologen:

A. Gemeinsame Räume der ganzen Abteilung.	Bodenfläche
1. Arbeitsraum für den Leiter der Röntgenabteilung, zugleich Bibliothek	m ² 30— 40
2. Sprech- und Untersuchungszimmer mit Verdunklung	10— 12
3. Kleines Wartezimmer für private Patienten	8— 10
4. Sekretariat, Schreibraum, Befundraum, Anmeldung	25— 30
5. Vorratsraum	8— 10
Gesamtbodenfläche m ²	<u>81—102</u>
B. <i>Röntgen-Diagnostik-Abteilung.</i>	
6. Ein Röntgen-Diagnostik-Raum für Durchleuchtung und Aufnahmen des Verdauungskanals, Thorax- und Herzuntersuchung usw. mit Verdunklungseinrichtung	40— 50
7. Ein Röntgen-Diagnostik-Raum für Skelettaufnahmen, Fremdkörperlokalisation und -extraktion usw. mit Verdunklungseinrichtung	40— 50
8. Schutz- und Bedienungsräume (evtl. genügt ein gemeinsamer Raum)	12— 20
9. Zwei Apparateräume je 3—4 m ² oder evtl. ein gemeinsamer Raum	6— 8
10. Vier Ankleidekabinen je 1,5 m ² und Bettenwartraum	9— 12
11. Zwei Wasserklosetts und Toilette für Patienten	3— 4
12. Eine Breiküche	3— 4
13. Dunkelkammer mit Einrichtung für Standentwicklung, Trockenschrank, Einlagetisch, Reproduktionsapparat mit	

	Bodenfläche
Abtlg. für Trockenarbeiten und mit Lichtschleuse und	m ²
Kassettenschleuse	20— 25
14. Photographischer Arbeitsraum, zugleich Trockenraum	
mit Trockenschrank	5— 6
15. Filmarchiv (im Estrich oder besser außerhalb d. Gebäudes)	12— 15
16. Ein Wartezimmer	8— 10
17. Ein Raum für Putzmaterial und Ausguß	4— 5
18. Ein Wäscheraum	2— 3
Gesamtbodenfläche m ²	<u>164—212</u>

C. *Röntgen-Therapie-Abteilung.*

19. Ein Therapie-Bestrahlungsraum mit zwei Arbeitsplätzen	
durch Schutzwand mit gemeinsamem Apparat	35— 40
20. Ein Apparateraum (evtl. im Zwischenstock)	6— 8
21. Ein Schutz- und Bedienungsraum	6— 8
22. Vier Ankleidekabinen je 1,5—2 m ²	6— 8
23. Ein Untersuchungs- und Sprechzimmer, verdunkelbar .	8— 10
24. Ein Wartezimmer	8— 10
25. Eine Toilette, Wasserklosett	3— 4
26. Ein Wäscheraum	2— 3
27. Ein Patientenruheraum	9— 10
28. Ein Teeküche	6— 8
Gesamtbodenfläche m ²	<u>89—109</u>

D. *Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie.*

29. Drei Plätze für Ultraviolett-Bestrahlung mit Kojen,	
komb. mit Solluxlampen	25— 30
30. Zwei Plätze für Diathermiebehandlung	12— 15
31. Ankleidekabinen	8— 10
32. Dusche	3— 4
Gesamtbodenfläche m ²	<u>48— 59</u>

Gesamtbodenfläche für das gesamte Institut m² 382—482

Die *approximative Kostenberechnung* ergibt eine Totalsumme von rund 80 000—120 000 Fr., davon entfallen 20—25 000 Fr. für die zwei diagnostischen Röntgenapparaturen, 12—15 000 Fr. für die Untersuchungsgeräte der Röntgendiagnostik, etwa 17 000 Fr. für die Röntgentherapieapparat, 8—35 000 Fr. für die Bestrahlungsgeräte für zwei therapeutische Arbeitsplätze, der Rest für die Röhren, die Dunkelkammereinrichtung und die Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie. Dem Laien wird die merkwürdige Differenz von 8—35 000 Fr. für die Anschaffung der Bestrahlungsgeräte der Therapie auffallen. Dies rührt davon her, daß je nach der Wahl des Bestrahlungsgerätes die Kosten sehr hohe oder relativ niedrig sind. Die sog. Bestrahlungskanonen sind teuer, die Deckenhängegeräte sind billiger. Es handelt sich um ein Problem, über welches das letzte Wort noch nicht gesprochen ist.

Ich habe mir die Mühe genommen, eine detaillierte Kostenberechnung vorzunehmen, die ich wiederum tabellarisch zusammenstellen will.

Approximative Kostenberechnung:

	Fr.
A. Gemeinsame Räume der ganzen Abteilung.	
1. <i>Ärztliches Instrumentarium</i> für das Untersuchungszimmer	500.— bis 700.—
2. <i>Sekretariat und Befundraum</i> : zwei feuer- und explosionssichere Stahlschränke für Films, großer Negativbetrachtungskasten, Schreibmaschine usw.	2800.— bis 3600.—
B. Röntgen-Diagnostik-Abteilung.	
1. <i>Röntgenapparatur</i> einschließlich Hochspannungsverteilungsleitung und Montage Als Apparate sind vorgesehen: Ein Vierventil-Gleichrichter mit einer Leistung bis etwa 250 MA. Ein Vierventil-Gleichrichter mit einer Leistung bis etwa 500 MA.	20000.— bis 25000.—
2. <i>Untersuchungsgeräte und Zubehör</i> : Ein Aufnahmetisch mit eingebauter Sekundärstrahlenblende (Bucky-Tisch), ein gewöhnlicher Aufnahmetisch auf Stativ, ein Untersuchungsgerät für Aufnahmen am stehenden und liegenden Patienten und für Serienaufnahmen (Typ Polyskop oder Klinoskop), Wandkassettenhalter, Bucky-Blende, Durchleuchtungsgitter, Leuchtschirm, Vorrichtung für Orthodiagraphie, Einstellvorrichtungen, Schutzhandschuhe, Schutzschürze, Schutzkanzel usw.	12000.— bis 15000.—
3. <i>Röntgenröhren</i> , 4—5 Stück verschiedener Typen	3000.— bis 4200.—
4. <i>Dunkelkammereinrichtung</i> : komplette Standentwicklung, Wässerungstrog, Spültrog, Dunkelkammerlampe für indirekte Deckenbeleuchtung, Einlegetampen, Kontrollampen für die Entwicklung, Zeitmesser, drei Sätze Filmrahmen aus rostfreiem Stahl, Reproduktionsapparat, Trockenschrank, Metallpreßkassetten und Verstärkungsschirme, Schalen, Meßgläser und Einlegetisch	4000.— bis 4800.—
C. Röntgen-Therapie-Abteilung.	
1. <i>Röntgenapparatur</i> (Gleichspannungsapparat) Stabilivolt für 2-Röhrenbetrieb, einschl. Montage u. Hochspannungsverteilungsleitungen	17000.— bis 17500.—
2. <i>Bestrahlungsgeräte</i> für zwei Arbeitsplätze, einschließlich Lagerungstischen, Bestrahlungstuben, Abdeckvorrichtungen, Zeitmesser, Dosierungsgerät usw., je nach Wahl der Geräte und Röhren	8000.— bis 35000.—
3. <i>Röntgenröhren</i> , 2 Stück, je nach Röhrentype	2000.— bis 4800.—
D. Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie.	
1. Zwei komplette Diathermieapparate mit Lage-Handbücherei f. d. Krankenhauswesen, III.	

suchung, der Aus- und Fortbildung von Ärzten, der Prüfung von neuen Methoden und der Forschung dient, eine radiotherapeutische Abteilung. Diese besteht aus Räumen mit Apparaten zur Durchführung der Röntgentherapie, aus Räumen zur Applikation der Radiumpräparate, aus Sprech- und Konsultationszimmern und schließlich aus der stationären Abteilung. Die radiotherapeutische Abteilung eines Universitätsinstituts soll gleichzeitig die *Zentrale* der radiotherapeutischen Krebsbehandlung eines bestimmten Landesteiles sein.

Die Frage der Organisation der radiotherapeutischen Krebsbekämpfung ist eng verknüpft mit der Schaffung von radiotherapeutischen Universitätskliniken. Es herrscht hier noch manche Unklarheit, und die bestehenden Spezialkliniken bekämpfen gelegentlich die Entstehung solcher radiotherapeutischer Abteilungen. In Wirklichkeit liegt meist nur ein Mißverständnis vor. Es handelt sich nicht um Konkurrenzanstalten schon bestehender Spezialkliniken. Es handelt sich um etwas ganz anderes: In solchen radiotherapeutischen Abteilungen werden einerseits jene Patienten der übrigen Kliniken und Polikliniken einer ambulanten Strahlenbehandlung unterzogen, die einer solchen neben ihrer sonstigen Behandlung bedürfen, andererseits aber werden jene Patienten stationär aufgenommen, für welche die radiotherapeutische Behandlung die *wesentliche* Therapie ist. Deshalb sind Betten notwendig, denn die Großzahl der radiotherapeutischen Krebsbestrahlungen, sei es Röntgenbestrahlung oder Radiumbestrahlung, läßt sich nicht ambulant durchführen, besonders dann nicht, wenn die Patienten von weit her kommen und die Reise nicht täglich wiederholen können. Heute versperren diese Patienten die Betten auf allen möglichen anderen Abteilungen. Aber nicht nur als therapeutische Klinik, sondern auch als Unterrichts- und Forschungsanstalt kann eine solche radiotherapeutische Abteilung nur existieren, wenn sie mit Betten versehen ist.

Dies hat man in Schweden längst eingesehen. So zählt die radiotherapeutische Station an der radiologischen Klinik der Universität Lund zur Zeit 18 Betten und erhält 25 neue Betten, das Universitätskrankenhaus Stockholm mit total 843 Betten besitzt an seiner radiologischen Klinik eine radiotherapeutische Abteilung mit zur Zeit 50 Betten und erhält im Laufe dieses Jahres noch weitere 50 Betten dazu. Das Institut du Radium in Paris ist mit Betten sehr schlecht dotiert und muß viele Patienten ambulant behandeln, die spitalbedürftig wären. Es verfügt zur Zeit über 40 Betten und hofft auf einen Wohltäter, durch dessen Stiftung die Bettenzahl möglichst rasch vermehrt werden kann.

Es ist wohl auch kein Zufall, daß gerade die zitierten Orte in der Strahlenbehandlung des Krebses an der Spitze der ganzen Welt marschieren, während bei uns in der Schweiz und auch in Deutschland die Organisation der radiotherapeutischen Behandlung des Krebses zum Unterschied von der chirurgischen Behandlung noch recht im argen liegt. Man hat sich nicht dazu entschließen können, radiotherapeutische Zentralen zu schaffen, sondern man hat die Strahlenbehandlung vollständig dezentralisiert. Nicht nur versucht jeder einzelne Landesteil und jedes einzelne kleine Spital die Röntgenbehandlung selber durchzuführen, es wird sogar in den großen Ortschaften die radiotherapeutische Behandlung dadurch zersplittert, daß einerseits die Radiumtherapie von der Röntgentherapie künstlich getrennt wird, oder daß andererseits so viele radiotherapeutische Institute und Institutchen geschaffen werden, daß keines richtig funktionieren kann. Ein Blick in die Zeitschriften, in die Lehrbücher, in die vorliegenden Statistiken zeigt, daß eine solche Trennung schädlich ist. Die Arbeit wird zum Schaden des Fortschrittes und zum Schaden des Unterrichtes auf viele, manchmal nicht vollständig kompetente Hände verteilt, statt daß sie unter einer festen Leitung konzentriert wird. Mit Recht stemmt sich FORSELL dagegen, und auch REGAUD verlangt eine *einheitliche Leitung*, der die verschiedenen „technischen“ Spezialisten für Röntgentherapie, Radiumtherapie, Strahlenbiologie usw. unterstellt sind, welche die gemeinsame Arbeit überwacht, die Direktiven erteilt und über die Notwendigkeit der Hospitalisierung zur strahlentherapeutischen Behandlung entscheidet. REGAUD macht darauf aufmerksam, daß nur auf diesem Wege das Problem der Strahlentherapie des Krebses wissenschaftlich analysiert und möglichst gefördert werden kann. Seine Forderungen decken sich mit den unsrigen.

Ich stelle die *Aufgaben* eines Universitätsinstitutes für medizinische Radiologie zusammen:

1. Die *röntgendiagnostische Abteilung* dieses Institutes funktioniert als *Zentrale* für die gesamte röntgendiagnostische Tätigkeit eines Universitätsspitals. Sie besorgt die röntgendiagnostischen Untersuchungen sämtlicher Spezialkliniken und hat damit eine eminent praktische Aufgabe im Krankendienst zu erfüllen. Dieser praktischärztliche röntgendiagnostische Betrieb ist gleichzeitig Voraussetzung für einen ersprießlichen Unterricht und für röntgendiagnostische Forschungsarbeit.

2. Die *radiotherapeutische Abteilung* hat die Durchführung der radiotherapeutischen Behandlungen im Krankenbetrieb als Pflicht. Dieser praktischärztliche radiotherapeutische Betrieb ist eben-

falls Voraussetzung eines guten Unterrichtes und notwendig zur Forschung.

3. Es wird theoretischer Unterricht in *allgemeiner Radiologie* in Form einer systematischen Vorlesung für *alle Medizinstudenten* erteilt.

4. In der röntgendiagnostischen Abteilung lernen *alle Medizinstudenten* durch Kurse, durch Demonstrationen, durch Zusehen und Mithelfen im täglichen diagnostischen Betrieb die *Indikationen zur Röntgenuntersuchung* kennen. Sie werden eingeführt in die Durchleuchtungs- und Aufnahmetechnik und lernen aus persönlichem Erlebnis die Gefährdung im Röntgenbetrieb und deren Bekämpfung durch Schutzmaßnahmen. Sie erhalten systematischen Unterricht in der *Deutung von Röntgenbildern*. Es handelt sich dabei nicht um eine spezialärztliche Einführung, sondern um eine *allgemeine Orientierung*, die heute jeder Arzt braucht, weil die Röntgenuntersuchung eines der wichtigsten ärztlichen Untersuchungsmittel geworden ist. In Spezialvorlesungen und durch längeres Arbeiten in dieser Abteilung ist die Möglichkeit zur Ausbildung von *Fachärzten* für medizinische Radiologie gewährleistet, und die Heranziehung eines radiologischen wissenschaftlichen Nachwuchses im Interesse des gesamten ärztlichen Standes ist ermöglicht.

5. In der radiotherapeutischen Abteilung lernen *alle Medizinstudenten* die *Indikationen, Erfolge* und *Fehlschläge* der *Radiotherapie* kennen. Als praktische Ärzte müssen sie später das wissen, was die Spezialisten können. Der zukünftige *Facharzt* erwirbt in Spezialvorlesungen, dann durch Zusehen, Mithelfen und Selbermachen die radiotherapeutische Technik. Die Kontinuität des wissenschaftlichen Nachwuchses wird gewährleistet.

6. Die radiologische Universitätsklinik dient gleichzeitig als *Zentrale der radiotherapeutischen Krebsbekämpfung*. Die aus finanziellen und therapeutischen Gründen unzweckmäßige Zersplitterung der Radiotherapie der Krebse in einzelne kleine Orte und in viele oft nicht sachkundige Hände wird verhindert. Höchstleistungen auf diesem Gebiete sind nur durch Zentralisation möglich.

7. Die radiologische Universitätsklinik ermöglicht genau so wie alle anderen Universitätsinstitute die Förderung der *wissenschaftlichen Forschung* in den Grundlagen und in den klinischen Anwendungen des Gesamtgebietes und die *Prüfung* neuer Methoden.

Es ist leicht, auf Grund dieser Angaben das Programm für eine radiologische Klinik zu entwerfen. Hervorgehoben soll nur werden, daß die vollständige Dezentralisation der medizinischen

Radiologie auf die schon bestehenden einzelnen Spezialkliniken einen richtigen Unterricht vollständig vereiteln kann und auch von diesem Gesichtspunkte aus zu bekämpfen ist. Alle Universitätslehrer sind sich darin einig, daß ein rein theoretischer Unterricht ohne Patientendemonstrationen, ohne praktische Übungen und Kurse wertlos ist. Es ist ein großer Irrtum, an Stelle einer klinischen eine ausschließlich theoretische Professur für medizinische Radiologie zu schaffen. Sie kann den Aufgaben, die an sie gestellt werden, hinsichtlich der Studentenausbildung und hinsichtlich der Fachärzteausbildung nie genügen, ihre Aufgaben sind total andere. Es handelt sich in letzterem Falle um Schaffung einer reinen Forschungsanstalt, die wohl neben einer klinischen Professur für medizinische Radiologie bestehen kann, aber diese nie ersetzen kann.

Die *radiologische Klinik* einer Universität umfaßt folgende Abteilungen:

1. Direktionsräume, Ärzteräume, Archiv, Bibliothek, Sammlung usw.
2. Vorlesungs- und Demonstrationsräume.
3. Laboratorien, vor allem ein physikalisch-biologisches Laboratorium mit Tierstation und Tierställen.
4. Röntgendiagnostische Abteilung, d. h. Räume zur Röntgenuntersuchung.
5. Radiotherapeutische Abteilung, d. h. Räume zur Durchführung der Röntgentherapie und Räume für Durchführung der Radiumtherapie.
6. Ambulante Abteilung, die als radiotherapeutische Poliklinik funktioniert.
7. Stationäre Abteilung, die als radiotherapeutische Klinik dient.
8. Eventuell Licht- und Diathermieabteilung.

Unter den gemeinsamen Räumen der radiologischen Klinik spielt die *Archivabteilung* eine besondere Rolle. Es ist selbstverständlich, daß die schriftlich fixierten Resultate der *röntgendiagnostischen Untersuchungen* und die hergestellten Filme aufbewahrt und registriert werden müssen. Das Doppel des Befundes geht an den zuweisenden Arzt, ebenso eine Kopie der hergestellten Röntgenbilder oder leihweise die Originalfilme. Im Archiv werden die Untersuchungsbefunde aufbewahrt und registriert. Die Filme kommen entweder in die wissenschaftliche Sammlung, die in feuersicheren Schränken untergebracht ist, oder in das große Filmarchiv, das sich am besten in einem isolierten kleinen Gebäude außerhalb der radiologischen Klinik befindet. Ebenso wichtig wie für die Röntgendiagnostik ist die Durchführung der *Registrierung* und *periodischen Kontrolle der Therapiepatienten*. Vorbildlich sind diese radiotherapeutischen Archivabteilungen organisiert in Stockholm und in Paris. Sie entsprechen ähnlichen Einrichtungen in der Mayoklinik und im Memorialhospital in Neuyork. Die Nach-

kontrolle der Patienten von seiten der Archivabteilung erstreckt sich über Jahre. Jeder Patient, welcher zur Untersuchung oder Behandlung kommt und von einem Arzt mündlich, telephonisch oder schriftlich angemeldet ist, wird hier registriert und muß Auskunft geben über Name, Alter, Adresse, Vermögen usw. Dadurch werden den Ärzten zeitraubende, nichtärztliche Arbeiten abgenommen. Röntgendiagnostische Patienten werden von hier aus direkt ins röntgendiagnostische Institut verwiesen, radiotherapeutische Patienten kommen auf die radiologische Poliklinik. Hier werden diese Patienten untersucht, Anamnese und Status aufgenommen, bisherige Untersuchungsbefunde eventuell ergänzt und der Behandlungsplan entworfen. Dazu ist häufig ein gemeinsames Konsilium notwendig. Der Chirurg vor allem wird zu Rat gezogen werden müssen, um zu entscheiden, ob er eine Operation für möglich und für aussichtsreich hält. Hier wird auch entschieden, ob die gewählte Behandlung ambulant durchgeführt werden kann, oder ob es zur stationären Aufnahme kommen muß.

Das Archiv hat die Pflicht, automatisch Mahnungen an jene Patienten zu schicken, die am festgesetzten Tage nicht erschienen sind. Das Kartensystem ermöglicht es, für jeden Tag die Zahl der zur Kontrolle kommenden alten Patienten zu überblicken, die Krankenjournale bereitzulegen und die administrative Registratur der neu ankommenden Patienten vorzunehmen. Dadurch wird den Ärzten viel Arbeit abgenommen.

Diese Organisation der Archivabteilung erleichtert am Schluß jedes Jahres die Zusammenstellung einer genauen Statistik über die erzielten Resultate. Mustergültig sind die Jahresberichte von Stockholm, die nicht nur über die erzielten Heilungen Auskunft geben, sondern auch über rein palliative Resultate. Es ist notwendig, daß im Einzelfalle nicht nur über das letzte Jahr, sondern über alle vorhergehenden Jahre Bericht erstattet wird. Stockholm teilt sein Krankenmaterial der radiotherapeutischen Abteilung nach folgenden Rubriken ein:

1. Symptomfrei.
2. Symptomfrei, gestorben an interkurrenter Krankheit.
3. Symptomfrei, Rezidiv, wieder symptomfrei oder gebessert.
4. Symptomfrei, Rezidiv, Progression.
5. Gebessert.
6. Temporär gebessert, dann Progression oder Tod.
7. Kein Effekt.
8. Zur radiotherapeutischen Behandlung nicht geeignet.

In einem kleinen Lande sollte es möglich sein, *jeden* Patienten jahrelang zu verfolgen. Stockholm hat von 1155 Patienten mit Carcinoma colli uteri, welche im Zeitraum von 1914—1926 behandelt

wurden, sämtliche dauernd kontrollieren können. Vorbedingung für diese außerordentlich wichtigen Arbeiten ist neben guter Organisation die Zentralisation der radiotherapeutischen Tätigkeit.

Laboratorien sind unerläßlich. Unsere gesamte radiotherapeutische Methodik beruht auf strahlenbiologischen Untersuchungen. Dies geht vor allem hervor aus den ausgezeichneten Arbeiten des Pariser Institutes. Ohne experimentelle strahlenbiologische Grundlagen sind keine strahlentherapeutischen Resultate zu erzielen. Notwendig ist vor allem ein *physikalisches Laboratorium*. Es besorgt gleichzeitig die periodische Kontrolle der radiotherapeutischen Apparaturen, es kontrolliert die Schutzvorrichtungen und überwacht die Dosierung im radiotherapeutischen Betriebe. Ihm angeschlossen ist eine *Eichstätte*. Diese dient nicht nur dazu, die international festgelegte Röntgen-einheit immer wieder zu reproduzieren, also die Dosierung am Universitätsinstitut selber zu überwachen, sondern sie kann auch dazu ausgebaut werden, die Dosimeter des Landes — sowohl diejenigen im Besitz der Privatradiologen wie auch diejenigen der Spitalradiologen — periodisch zu kontrollieren. Diese Eichstätte hat die wichtige Aufgabe, als Prophylaktikum gegen Strahlenschädigungen zu dienen. Das geschilderte System hat sich in Schweden ausgezeichnet bewährt und hat eine staatliche Kontrolle unnötig gemacht, weil es eine Garantie für einheitliche und exakte Dosierung im ganzen Lande übernommen hat. Ebenso wichtig wie Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Strahlenphysik sind natürlich auch pathophysiologische, histologische, bakteriologische und hämatologische Untersuchungsstationen und vor allem auch ein Tierlaboratorium. Es ist aus Ersparnisgründen möglich, durch Angliederung der radiologischen Klinik an schon bestehende andere Abteilungen Größe und Zahl der Laboratorien mit Ausnahme des physikalischen Laboratoriums einzuschränken, wenn in den bestehenden medizinischen Universitätslaboratorien Arbeitsplätze für die radiologische Klinik zur Verfügung gestellt werden. So kann das Universitätsinstitut für allgemeine und spezielle Pathologie auf seiner Tumorstation die histologischen Arbeiten durchführen usw. Als Ideal einer gemeinsamen Organisation schwebt uns diejenige der internationalen zoologischen Station in Neapel vor, in der die verschiedensten Länder ihre Arbeitsplätze haben.

Das *röntgendiagnostische Institut* unterscheidet sich prinzipiell nur dadurch von dem eines großen Spitals, daß das Universitätsinstitut mehr Arbeitsplätze braucht. Nur eine große Zahl

von Arbeitsplätzen ermöglicht die Durchführung der Kurse und garantiert eine gute fachärztliche Ausbildung.

Was die „*Poliklinik*“ der radiologischen Klinik anbetrifft, so handelt es sich nur um eine *radiotherapeutische* und nicht um eine röntgendiagnostische *ambulante Station*. Röntgendiagnostische Untersuchungen sollen erst vorgenommen werden, nachdem die Patienten von den übrigen Polikliniken, von den Ärzten oder von den Spezialkliniken voruntersucht worden sind, sonst besteht die Gefahr, daß viel zu viele Patienten zur Röntgenuntersuchung kommen, bei denen auf Grund einer vorangehenden klinischen Untersuchung eine solche sich als unnötig oder überflüssig herausstellen würde. In die radiotherapeutische Poliklinik hingegen kommen alle Patienten, bei denen von irgendeiner Seite eine Strahlenbehandlung vorgesehen ist. Hier werden vom Leiter der Poliklinik die Patienten untersucht und entschieden, meist im Konsilium mit anderen Spezialärzten zu festgesetzten Stunden, ob im Einzelfalle eine radiotherapeutische Behandlung notwendig und zweckmäßig sei. Hier fällt auch die Entscheidung darüber, ob dieselbe gegebenenfalls ambulant durchgeführt werden könne, oder ob Hospitalisierung notwendig sei. Erst nachdem die Patienten die radiotherapeutische Poliklinik passiert haben, kommen sie dann entweder auf die stationäre Abteilung oder ambulant auf die Röntgentherapie- oder Radiumtherapieabteilung. In der radiotherapeutischen Poliklinik erscheinen die bestellten Patienten auch zur periodischen Kontrolle, die sich in den ersten Jahren alle 2—3 Monate, später alle 4—6 Monate wiederholt.

Die *stationäre Abteilung* dient der *Hospitalisierung* jener *radiotherapeutischen Patienten*, bei denen die Radiotherapie nicht ambulant durchgeführt werden kann. Sie dient im allgemeinen nicht zur Aufnahme von röntgendiagnostischen Patienten. Diese Untersuchungen können in der weitaus größten Anzahl der Fälle ambulant durchgeführt werden, oder der Patient kann von den Spezialkliniken jeweils zur festgesetzten Zeit ins röntgendiagnostische Institut transportiert werden, ohne daß sie hier hospitalisiert zu werden brauchen. Zur Durchführung von Serienuntersuchungen genügt im übrigen ein Ruheraum, in dem die Patienten sich zwischen den einzelnen diagnostischen Untersuchungen aufhalten können. *Hingegen ist für eine sehr große Zahl von radiotherapeutischen Fällen die Hospitalisierung notwendig*. Das Bedürfnis des Radiologen zur klinischen Beobachtung des bestrahlten Patienten und zum Studium des Strahleneffektes ist nicht geringer, als z. B. das des Chirurgen. Außerdem sind die radiotherapeutischen Behandlungsmethoden häufig so angreifend, daß eine

ambulante Durchführung unmenschlich wäre. Bei der Radiumtherapie verhindert dies auch die Kostbarkeit des Materiales, es sei denn, man arbeite mit Radiumemanation. Der Wunsch nach Betten für eine radiotherapeutische Klinik leuchtet jedem Arzte ein, der sich überlegt, daß man sich auch nicht einen Chirurgen vorstellen kann, der in einem Spital die Patienten der übrigen

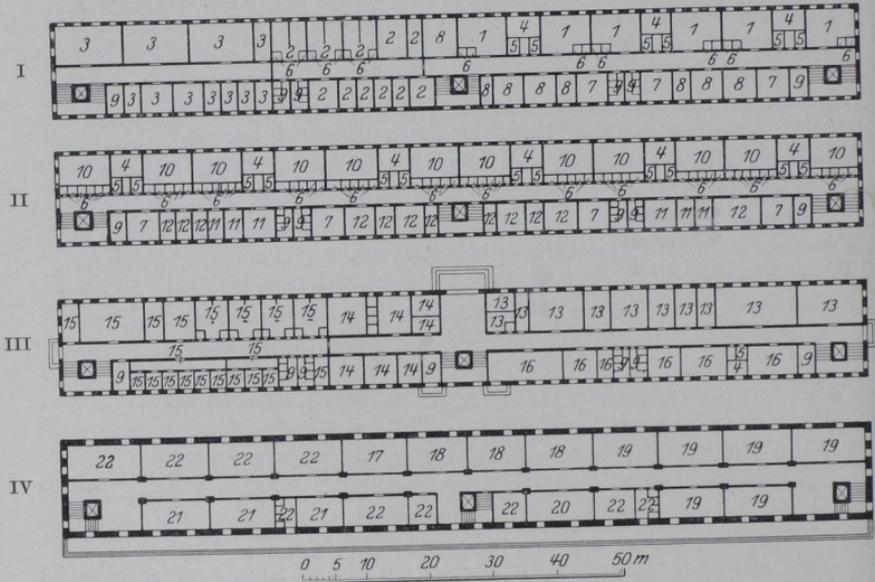


Abb. 13. I 2. Obergeschoß: Radiotherapeutische Abteilung inkl. stationäre Abteilung. II 1. Obergeschoß: Röntgendiagnostik-Abteilung. III Erdgeschoß. IV Kellergeschoß. 1 Bestrahlungsräume. 2 Radiumtherapieabteilung. 3 Stationäre Abteilung. 4 Schalt-räume. 5 Maschinenräume. 6 Ankleidekabinen. 7 Warteräume. 8 Übrige Nebenräume (Ruheraum für Patienten, Arbeitszimmer für Assistenten, Doktoranden, Volontäre, Raum für saubere und schmutzige Wäsche, Teeküche). 9 Toiletten, Bad, Ausgub. 10 Röntgen-diagnostik-Abteilung. 11 Dunkelkammer und photographische Arbeitsräume. 12 Übrige Nebenräume, wie Arbeitsraum für Assistenten, Doktoranden, Volontäre, Befundraum, Schwesternraum, Teeküche, Raum für schmutzige und saubere Wäsche. 13 Direktorial- und allgemeine Verwaltungsräume, Vorlesungsräume, Museum. 14 Radiotherapeutische Poliklinik. 15 Lichttherapieabteilung. 16 Laboratorien und Bibliothek. 17 Tierstall. 18 Heizung. 19 Wasch- und Trockenräume. 20 Desinfektionsraum. 21 Werkstatt, Magazin und elektrische Zentrale. 22 Disponible Kellerräume.

Abteilungen in seinem Operationstrakt operieren soll, ohne eigene klinische Untersuchung, ohne die Möglichkeit, selbst die Indikation zur Operation zu stellen und ohne das Resultat des operativen Eingriffes zu verfolgen. Genau so liegt die Situation für den Radiologen, nur ist seine Tätigkeit dadurch erschwert, daß er im Gegensatz zum Chirurgen noch spezielle technische Einrichtungen benötigt, während sich die operative Krebstherapie von der son-

stigen operativen Therapie prinzipiell in nichts unterscheidet. Der Radiologe braucht im Gegensatz dazu große Röntgenmaschinen und große teure Radiummengen, um Resultate bei der Bekämpfung der bösartigen Tumoren zu erzielen. Deshalb benötigt eine radiologische Klinik neben der poliklinischen und klinischen Abteilung ein *radiotherapeutisches Institut*, in dem die radiotherapeutische Behandlung durchgeführt wird, also *Röntgentherapie-räume* wie sie im vorangehenden geschildert worden sind, und *Räume* zur Aufbewahrung des *Radiums*, zur Herstellung von Radiummoulagern usw. und zur Applikation der Radiumpräparate.

Notwendig sind ferner für eine radiologische Universitätsklinik neben den allgemeinen Verwaltungsräumen *Vorlesungs-* und *Demonstrationsräume*.

Der *Grundriß* der geschilderten radiologischen Klinik oder radiologischen Abteilung — der Name tut nichts zur Sache — richtet sich natürlich nach den vorhandenen Verhältnissen und kann nach dem Stockwerksystem oder nach dem Eigenbausystem durchgeführt werden. Der vorliegende Plan (Abb. 13) ist ein Prinzipschema. Die hier entworfene radiologische Klinik besteht aus *drei* Stockwerken. *Jedes Stockwerk* hat eine Gesamtbodenfläche von total 1800 m^2 .

Im *Kellergeschoß* findet sich neben den üblichen Räumen für die Heizung usw. ein Tierstall, ein Desinfektionsraum, eine Werkstatt und die elektrische Zentrale.

Im *Erdgeschoß* gelangt man zuerst durch den Haupteingang in die Zentrale, in der sich die Patienten anmelden. Stehen sie bereits in Behandlung, so werden sie an die entsprechenden Abteilungen verwiesen; handelt es sich um neue Patienten, so werden sie zur Registrierung und Ausfüllung der Formulare auf die anstoßende Archivabteilung geschickt. Diese dirigiert die röntgendiagnostischen Patienten in die Röntgendiagnostikabteilung im ersten Obergeschoß, die radiotherapeutischen Patienten auf die radiotherapeutische Poliklinik. Auf den Archivraum folgt der Arbeitsraum des Direktors mit einem Zimmer für die Privatsekretärin und einem Warteraum für seine Privatpatienten neben einem Untersuchungszimmer für dieselben. Dann folgt der Vorlesungsraum mit Vorbereitungsraum und das Museum. Auf der gegenüberliegenden Seite desselben Flügels sind die Laboratorien und ein photographisches Atelier für die gesamte Strahlenabteilung untergebracht. Das physikalische Laboratorium ist mit eigener Röntgen-Apparatur ausgestattet. In der Nähe findet sich auch die Bibliothek. Auf der anderen Seite des Einganges ist die radiotherapeutische Poliklinik, die aus Wartezimmern,

Untersuchungszimmern und Konsultationszimmer, einem Spiegelzimmer und einem kleinen Verbandzimmer besteht. Der radiotherapeutischen Poliklinik angegliedert ist die Licht- und Diathermieabteilung.

Die *gesamte Bodenfläche* der Nutzräume im Erdgeschoß beträgt auf unserem Plane 1118 m^2 , davon kommen auf die gemeinsamen Räume und die Laboratorien 565 m^2 , auf die radiotherapeutische Poliklinik 180 m^2 und auf die Abteilung für Lichtbehandlung und Diathermie 373 m^2 ; die übrigen Nebenräume, Gänge, Treppen Lift usw. beanspruchen 682 m^2 .

Im *ersten Obergeschoß* ist die *Röntgendiagnostikabteilung* untergebracht. Sie besteht aus 10—12 Aufnahme- und Durchleuchtungsräumen für insgesamt etwa 25 Arbeitsplätze samt den dazugehörigen Schutzkabinen und Maschinenräumen. Es sind 10—12 leistungsfähige Röntgendiagnostikapparate vorgesehen. Die Bodenfläche für jeden Untersuchungsraum beträgt etwa 20 m^2 , einschließlich W.C. und Breiküche bei den Räumen für Magendarmuntersuchung. Alle Räume sind mit An- und Auskleidekabinen versehen, die groß genug sind, um auch Tragbahnen aufzunehmen. Dazu gehören Warteräume und Aufenthaltsräume für die Patienten, Arbeits- und Sprechzimmer für den leitenden Oberarzt der Diagnostikabteilung und entsprechende Räume für die Assistenten und Doktoranden. Vorgesehen sind mehrere photographische Dunkelkammern, Wässerungs- und Trocknungsräume, im Anschluß daran Plattenausstellungs- und Befundräume, ein kleines, ausschließlich röntgendiagnostisches Museum und ein Demonstrationsraum für die praktischen Kurse. Es ist überflüssig, alle notwendigen kleinen Nebenräume aufzuzählen. Die *Totalbodenfläche* der Nutzräume im ersten Obergeschoß beträgt 1173 m^2 , auf Gänge, Treppenhäuser, Lift usw. kommen 627 m^2 .

Im *zweiten Obergeschoß* ist die *radiotherapeutische Abteilung* untergebracht. Sie zerfällt in die *stationäre Abteilung* von etwa 316 m^2 Bodenfläche und besteht aus 3 Patientensälen mit je 8 Betten, aus 6 Einzelzimmern und aus 2 Zweierzimmern samt zugehörigen Schwesternzimmern. In diesem zweiten Obergeschoß ist auch der Aufenthalts- und Eßraum für das Personal der gesamten Strahlenabteilung untergebracht. Die stationäre Abteilung ist klein dimensioniert, weil man nur dringliche Fälle aufnehmen will. Die Gesamtbettenzahl beträgt 34 Betten. Dies ist wenig, wenn man bedenkt, daß wenigstens 60% sämtlicher Krebskranken erst in inoperablen Stadium zur Behandlung kommen, in einem Momente also, in dem oft die Chirurgie nur noch wenig, die Radiotherapie etwas mehr ausrichten kann. Die Abteilung ist aber des-

halb klein geplant, weil sie nicht als Asyl für Unheilbare dienen soll. Wenn dies in Aussicht genommen ist, und es sprechen verschiedene Gründe dafür, so müßte die Bettenzahl auf das Doppelte erhöht werden. Durchschnittlich läßt sich berechnen, daß eine strahlentherapeutische Behandlung pro Einzelfall etwa 30—50 Tage dauert. Im selben Obergeschoß finden sich ferner die *Röntgentherapieräume* zur Durchführung der Bestrahlungen. Es sind 6 Therapiebestrahlungsräume vorgesehen mit zusammen 12 Arbeitsplätzen, den dazugehörigen Maschinenräumen und Schutzkabinen versehen. Alle Therapieräume sind mit Ankleidekabinen versehen. Die *Radiumtherapieräume* bestehen aus einem Radiumaufbewahrungsraum mit feuer-, strahlen- und diebessicherem Tresor, aus einem Raum zur Herstellung von Radiumemanation, einem solchen zur Herstellung von Radiummoulagan, einem eigenen Raum für die Radiumkanone, und aus Radiumbehandlungsräumen mit kleiner Operationseinrichtung (Probeexzisionen, Radiumpunktionen, evtl. Elektrokoagulationen). Die Radiumbehandlungsräume sind mit kleinen Behandlungskojen und kleinen Ankleidekabinen versehen. Notwendig ist auch ein Spiegelzimmer, ein Meß- und Versuchsraum, Warteräume, Patientenuntersuchungs- und Verbandzimmer. Dazu kommen einige Nebenräume, wie sie jeder Spitalbetrieb verlangt.

Die *Röntgentherapieräume* beanspruchen etwa 381 m², die *Radiumtherapieräume* 206 m², die *gemeinsamen Wartezimmer*, ärztliche *Untersuchungszimmer*, Verbandzimmer usw. etwa 187 m². Für die übrigen Nebenräume, Gänge, Treppen, Lifte usw. stehen noch 610 m² zur Verfügung.

Was die *approximative Kostenberechnung* anbetrifft, so belaufen sich die Unkosten für die Installation auf etwa 500—800000 Fr. Es handelt sich dabei um folgende Posten:

	Fr.
1. Apparate für Lichtbehandlung und Diathermie (vier Höhensonnen und Zubehör, Wärmestrahler, Kohlenbogenlampen, 3 große Diathermieapparate mit Zubehör)	18— 20000
2. 5—6 Röntgendiagnostikapparate	150—170000
Röntgendiagnostische Hilfsgeräte	70— 90000
3. 25—30 Röntgen-Diagnostikröhren	18— 24000
4. 6—8 Röntgentherapieapparate	100—140000
5. Therapiebestrahlungsgeräte je nach Modell	50—160000
Verschiedene Dosimeter	18— 24000
6. 12 Therapieröntgenröhren je nach Modell	12— 28000
7. Ausstattung des physikalischen Laboratoriums	25— 35000
8. 10—15 feuer- und explosions sichere Filmschränke zur Aufbewahrung der laufenden Filme und Filme der wissenschaftlichen Sammlung	10— 15000
9. Dunkelkammer und photographisches Atelier	25— 28000

	Fr.	
10. Ärztliches Instrumentarium	2800—	4200
11. Projektions- und Kinoapparat für Vorlesungs- und Demonstrationsaal	4000—	5000
12. Mechanische Werkstätte	3000—	4000
13. Installation des Befundraumes mit Plattenschaukästen	4000—	5000
14. Radiumaufbewahrungsraum mit strahlen- und diebes- sicherem Tresor	8000—	10000
15. Geräte und Einrichtung für Radiumbestrahlungen, Radiumarbeitstische usw.	15000—	20000
Gesamtkosten Fr.	<u>532800—782200</u>	

Dazu kommen die Kosten für die Radiumbeschaffung. 1 g Radium kostet heute etwa 250000 Fr. Dies ist der notwendige Minimalvorrat. Radiumfernbestrahlungen sind aber damit nicht ausführbar. Dazu brauchen wir etwa 4 g Radium. Die obigen Kosten für die Installation einer radiologischen Klinik vermehren sich also eventuell um 1 Million Franken, falls nicht eine öffentliche Stiftung den Radiumvorrat zur Verfügung stellt.

Nicht inbegriffen sind in dieser Kostenberechnung die Baukosten, ferner die Einrichtung für die Krankensäle, Büromobiliar, Kartotheken, Büchergestelle usw., alles Dinge, die für jeden Betrieb notwendig sind und deren Unkosten mit den Baukosten zu verrechnen sind, da sie nicht spezifisch sind für eine radiologische Klinik.

Die Kosten scheinen erschreckend hoch. Dies aber kann nicht in Erstaunen setzen, wenn man bedenkt, daß der radiologische Betrieb der teuerste des gesamten medizinischen Betriebes überhaupt ist, vielleicht mit Ausnahme des chirurgischen Betriebes. Der vorgelegte Plan bewegt sich in engen Grenzen gegenüber der im Entstehen begriffenen radiologischen Klinik in Stockholm. Die Öffentlichkeit wird allmählich darauf drängen, daß solche radiologische Abteilungen an den Universitäten geschaffen werden, denn sie ist heute darüber orientiert, daß solche Abteilungen eine Notwendigkeit sind. Die Öffentlichkeit weiß auch, daß zwar die operative Behandlung des Krebses in sehr vielen Fällen ausgezeichnete Resultate hat, und daß sie in der glücklichen Lage ist, zur Durchführung ihrer Aufgabe keine besondere Organisation und keine speziellen technischen Einrichtungen notwendig zu haben, die sich von der sonstigen operativen Therapie unterscheiden würden, daß aber im Gegensatz dazu die radiotherapeutische Behandlung eines höchst teuren und komplizierten speziellen Instrumentariums bedarf. Nicht nur die Ärzte, auch die Öffentlichkeit kennt heute das *Institut du Radium in Paris* und das *Radiumhemmet in Stockholm*, diese beiden führenden radiologi-

schen Kliniken der Welt, auf deren Jahresberichte mit den statistisch verarbeiteten Resultaten wir immer wieder gespannt warten.

Der *Personalbestand* einer radiologischen Klinik ist ein großer. Neben dem *Direktor*, der gleichzeitig Lehrer für medizinische Radiologie ist, braucht es *einen Oberarzt* und Stellvertreter des Direktors neben *4 Assistenzärzten* und *einigen Volontärärzten*. Von diesen Assistenzärzten werden jeweils immer zwei in der Röntgendiagnostik beschäftigt sein, einer wird den Röntgentherapiebetrieb überwachen und einer die radiotherapeutischen Applikationen durchführen. Sie werden miteinander in der Leitung der poliklinischen Abteilung abwechseln. Am Röntgeninstitut der chirurgischen Universitätsklinik in Frankfurt a. M. sind z. B. neben dem Direktor, der Ordinarius für medizinische Radiologie ist, ein Oberarzt, zwei etatmäßige Assistenten und zwei Volontäre beschäftigt. Am Röntgeninstitut der medizinischen Klinik und Poliklinik BERGMANN in Berlin sind neben dem Leiter zwei etatmäßige Assistenten und 4 Volontärärzte angestellt, und dazu kommt noch ein Assistenzarzt für die Durchführung der Röntgentherapie. Eine größere Zahl von Krankenschwestern, die als Röntgenschwester ausgebildet sind, sind notwendig, nämlich *2 Poliklinikschwester*, *5 Röntgendiagnostikschwester*, *5 Röntgentherapieschwester*, *2 Radiumtherapieschwester*, *4 Schwester auf der stationären Abteilung* und *1 Oberschwester*, die sämtlichen Schwestern vorsteht. Bei der Lichttherapie- und Diathermieabteilung ist auch eine Schwester notwendig. Allen diesen Schwestern werden Gehilfinnen oder Lernschwester zugeteilt. Die Zahl derselben soll immer geringer sein als die Zahl der Schwestern. An manchen Orten verwendet man nicht Schwestern, sondern sogenannte technische Röntgenassistentinnen. Persönlich ziehe ich die Anstellung von Schwestern deshalb vor, weil recht viele schwesterliche Handlungen vorzunehmen sind, wie Verbandabnahme, Verbandwechsel, Darmreinigungen usw., die eine gewisse Ausbildung in Krankenpflege und Krankenbehandlung verlangen. Natürlich können auch die technischen Röntgenassistentinnen das lernen. Nicht bewährt hat sich aber die gleichzeitige Anstellung von technischen Assistentinnen und Röntgenschwestern. Vorteilhaft ist es, wenn eine solche radiologische Abteilung sich eine *Fürsorgerin* hält. Diese hat bei den ambulanten Strahlentherapiepatienten wichtige Aufgaben zu erfüllen.

Mit Abschluß der Strahlenbehandlung ist ein Karzinompatient noch keineswegs als gesund zu betrachten. Für die Karzinomrekonvaleszenten, die zuerst durch die Karzinomkrankheit und

dann durch die Karzinombehandlung angegriffen und geschwächt wurden, ist die häusliche Fürsorge zu organisieren, solange für diese *Karzinomrekonvaleszenten* keine besonderen Heime geschaffen werden. Die Fürsorgerin überwacht bei Entlassung der Patienten aus der radiotherapeutischen Behandlung die häusliche Pflege und setzt sich in Verbindung mit dem praktischen Arzt, an den die Überweisung der Patienten erfolgt.

Ebenso notwendig wie Ärzte und Schwestern sind Schreibgehilfinnen. Die *Archivleiterin* besorgt die Registrierung der Patienten, überwacht das Archiv, bestellt die Patienten zur periodischen Kontrolle und hilft mit an der statistischen Verarbeitung des Materiales. Ihr unterstehen 2 *Sekretärinnen* zur Erledigung der laufenden Schreibarbeiten. Notwendig ist ferner die Anstellung eines *Physikers* oder *Technikers*, der dem physikalischen Laboratorium vorsteht, für die Instandhaltung der zahlreichen Maschinen sorgt, die Dosimetergeräte kontrolliert und bei den physikalischen Forschungen behilflich ist. Ihm zugeteilt ist ein *Mechaniker*, denn der zahlreichen kleinen Reparaturen usw. sind so viele, daß dies nicht dem in jedem Spital vorhandenen allgemeinen Mechaniker zugemutet werden kann.

Die geschilderte radiologische Universitätsklinik steht noch nicht, hingegen gibt es u. a. in *Frankfurt* und in *Stockholm* solche Universitätsinstitute, die im Bau begriffen sind, oder die bereits ausgeführt sind.

Wir schildern zuerst Stockholm. Im Neubau des *Karolinischen Krankenhauses*, in dem auf eine starke Konzentrierung mit Zentralisierung der für die verschiedenen Kliniken gemeinsamen Einrichtungen und Institute hingearbeitet worden ist, finden sich rings um einen großen Zentralbau von 7 Stockwerken diejenigen 5 Kliniken angebaut, die in der lebhaftesten Zusammenarbeit miteinander stehen: die medizinische, die chirurgische, die gynäkologisch-geburtshilffliche, die augenärztliche und die otorhinolaryngologische Klinik.

Der *Zentralbau* enthält teils die einzelnen Poliklinikräumlichkeiten, teils die allen Kliniken gemeinsamen Einrichtungen und Institute, wie Vorlesungssäle, Zentrallaboratorien für klinische Bakteriologie und Serologie, klinische Chemie und klinische Physiologie, ein medizinisches Zentralbad und eine Turn- und Massageabteilung. In diesem Zentralbau ist auch das *röntgendiagnostische Universitätsinstitut* (Prof. FORSELL) im ersten Stockwerk untergebracht (Abb. 14). Es befindet sich über den medizinischen und chirurgischen Polikliniken, die im Erdgeschoß liegen, und unter den gynäkologischen, otorhinolaryngologischen und ophthalmolo-

gischen Polikliniken, die im Geschoß darüber liegen. Es ist gleichzeitig röntgendiagnostisches Zentralinstitut für das ganze Krankenhaus und Unterrichtsinstitut für Röntgendiagnostik.

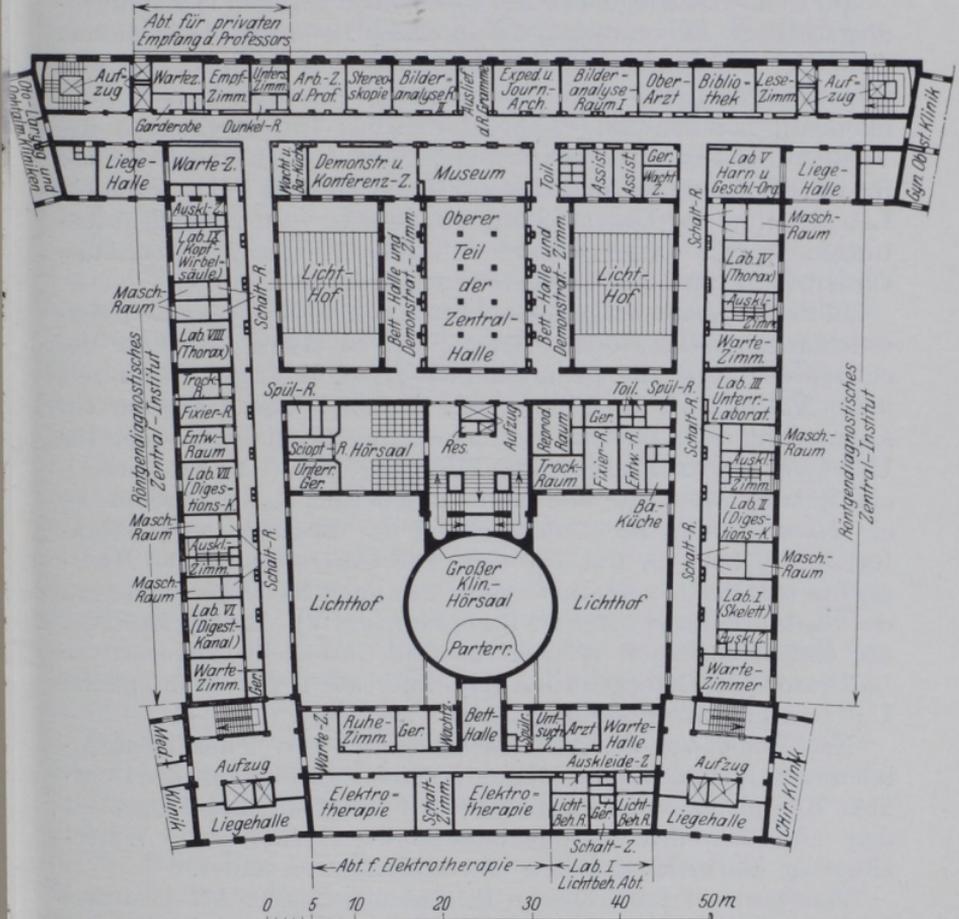


Abb. 14. Bauplan des röntgendiagnostischen zentralen Unterrichtsinstitutes im Zentralbau des karolinischen Krankenhauses in Stockholm (Prof. FORSELL).

Im südlichen Flügel des ersten Stockwerkes des Zentralbaues findet sich die Abteilung für Elektrotherapie und die Lichtbehandlungsabteilung der Kliniken, die nicht dem Röntgeninstitut angegliedert sind. Das Röntgeninstitut nimmt den östlichen, westlichen und nördlichen Flügel des erwähnten Geschosses ein. Aufzüge und Treppen in der Mitte des Gebäudes bringen das Röntgeninstitut in rasche Verbindung mit sämtlichen Polikliniken, Auf-

züge und Treppen an den vier Ecken des Zentralgebäudes bringen dasselbe in direkte Verbindung mit sämtlichen stationären Abteilungen der erwähnten Kliniken.

Im *westlichen* Flügel des Röntgeninstitutes liegen *vier* röntgen-diagnostische Laboratorien, die in erster Linie für die in diesem Gebäudeteil liegenden Kliniken bestimmt sind (medizinische, otorhinolaryngologische und ophthalmologische Klinik und Polikliniken), nämlich zwei Laboratorien für Untersuchungen des Verdauungskanales (Laboratorium VI und VII), ein Laboratorium für Untersuchung der Brustorgane (Laboratorium VIII) sowie ein Laboratorium zur Untersuchung des Skelettes mit Spezialeinrichtungen für die Untersuchung von Kopf, Gehirn, Wirbelsäule, Ohren, Nase und Halsorganen (Laboratorium IX).

In den *östlichen* Flügel dieses Stockwerkes sind *fünf* Röntgenuntersuchungslaboratorien verlegt, die in erster Linie für die chirurgische und die geburtshilflich-gynäkologische Klinik mit ihren Polikliniken bestimmt sind. Es sind dies wiederum ein Laboratorium für Skelettuntersuchung mit Spezialausrüstung für Untersuchung von Frakturen und Fremdkörpern (Laboratorium I), ein Laboratorium für den Verdauungskanal (Laboratorium II), ein Laboratorium für Untersuchung der Brustorgane (Laboratorium IV) und ein Laboratorium zur Untersuchung der Harnorgane und der Geschlechtsorgane, das auch für Untersuchungen des Skelettes ausgerüstet ist (Laboratorium V). Ein im Zentrum des östlichen Flügels speziell für den Unterricht ausgerüstetes Laboratorium (Laboratorium III) wird auch für poliklinische Untersuchungen verwendet.

Nach innen von den Verkehrskorridoren ist vor den Röntgenlaboratorien ein schmaler innerer Korridor angebracht, der sämtliche Röntgenlaboratorien im östlichen und westlichen Flügel mit den zwischen den Röntgenlaboratorien befindlichen Wartezimmern, Entkleidungszellen und Toiletten verbindet.

Von den *zwei* Laboratorien für photochemische Arbeiten und Bildreproduktion (sog. Dunkelkammer mit Zubehör) befindet sich die kleinere in der Mitte des linken Flügels, die größere, die außerdem besonders für Unterrichtszwecke ausgerüstet ist, in der Mitte des Zentralgebäudes an der großen Treppenhalle.

Im *nördlichen* Flügel sind zwei Räumlichkeiten für Bildprüfung (Bilderanalyseraum) und Demonstration von Röntgenbildern untergebracht; der eine Raum ist für die Laboratorien im östlichen Flügel, der andere für diejenigen im westlichen Flügel bestimmt. Ein Spezialraum ist besonders für Stereoskopie und Kinematographie ausgerüstet. Zwischen diesen Demonstrationsräumen

findet sich die Kanzlei und das Krankengeschichtenarchiv, daneben ein kleines Zimmer zur Ausgabe der Röntgenbilder und Befunde an die verschiedenen Abteilungen des Krankenhauses.

Von den 4 Wartezimmern liegen je zwei am Korridor des östlichen und westlichen Flügels. Warteräume für Bettlägerige finden sich an beiden Seiten vom Lichthof.

Vorlesungssaal sowie ein Raum für Unterrichtsmaterial und ein kleiner Durchleuchtungsraum befinden sich in der Mitte des Zentralbaues. Der Demonstrationssaal für die Kurse liegt nächst dem Korridor im nördlichen Flügel, neben dem Museum und dient gleichzeitig als Konferenzzimmer.

Alle weiteren Nebenräume sind aus dem Plan ersichtlich, nämlich die Bibliothek, das Lesezimmer, Arbeitszimmer für den Professor und den Oberarzt, Arbeitszimmer für die Assistenten und für die am Röntgeninstitut arbeitenden Forscher, ferner die Räumlichkeiten für die Privatpraxis des Professors, Wartezimmer, Ordinationszimmer und kleines klinisches Untersuchungszimmer.

Die ganze Anordnung garantiert einerseits eine reibungslose Zusammenarbeit mit den Kliniken und andererseits eine gute Durchführung des Unterrichtes ohne Störung der praktischen Arbeit.

Das Krankenhaus umfaßt vorläufig etwa 850 Betten, für die das röntgendiagnostische Zentralinstitut die spezialärztlichen röntgenologischen Untersuchungen ausführt. In nächster Nähe werden aber noch weitere Kliniken errichtet, so die Kinderklinik und die radiotherapeutische Klinik, die ebenfalls durch geschlossene Korridore mit dem Zentralbau in Verbindung stehen.

Diese *radiotherapeutische Klinik* (Prof. FORSELL) des karolinischen Krankenhauses ist in einem *eigenen* Gebäude untergebracht und ist ebenfalls als radiotherapeutisches Zentralinstitut für das gesamte Krankenhaus und für einen großen Teil des Landes gedacht. Das Gebäude steht durch gedeckte Korridore und Aufzüge in unmittelbarer Verbindung mit der medizinischen und chirurgischen Klinik, und durch das Zentralgebäude auch mit den übrigen Kliniken wie auch mit dem pathologischen Institut des Krankenhauses. Die radiotherapeutische Klinik umfaßt *4 allgemeine* Bettenabteilungen mit zusammen *100 Betten* und eine *Privatabteilung* mit *13 Betten*. Das Klinikgebäude besteht aus zwei in ostwestlicher Richtung gehenden, 4 Stockwerke hohen Längsflügeln, die durch einen zwei Stockwerke hohen Baukörper miteinander verbunden sind. Im Erdgeschoß findet sich die Ordinations- und Untersuchungsabteilung, das Archiv, die Verwaltungsräume, die Röntgen- und Lichtbehandlungsabteilung sowie

Räume für die Privatpraxis des Chefarztes. Diese verschiedenen Abteilungen sind um einen Lichthof gruppiert, der eine Aufnahmeabteilung und Wartezimmer enthält. Im ersten Stock finden sich die Radiumbehandlungsräume mit den dazugehörigen Nebenräumen, der Vorlesungssaal, die Bibliothek, die Statistikabteilung, ein Konferenzraum und einige Personalräume und schließlich im Längsflügel eine von den 4 Bettenabteilungen. Die anderen allgemeinen Bettenabteilungen sind teils im 2. und 3. Stock des nördlichen Flügels untergebracht, teils im 2. Stock des südlichen



Abb. 15. Nordwestfront (Glasfront) des Röntgeninstitutes Sachsenhausen (Prof. HOLFELDER.)

Flügels. Die Bettenabteilung für die Privatpatienten liegt im 3. Stock des südlichen Flügels. Die Forschungslaboratorien sind in einem besonderen, 2 Stockwerk hohen Gebäude untergebracht, und ein eigenes Wohngebäude für das Personal wird in nächster Nähe der Klinik errichtet.

Unter den deutschen Universitätsspitalern steht zur Zeit Frankfurt a. M. hinsichtlich seiner radiologischen Einrichtung an der Spitze. Der *Neubau* des *Röntgeninstitutes* des städtischen Krankenhauses Sachsenhausen Frankfurt a. M. (Prof. HOLFELDER) besteht aus drei Hauptstockwerken (Abb. 15). Das *Untergeschoß* ist aber so lichthell und luftig angelegt, daß es als vollwertiges Geschoß

gelten kann. In ihm ist die lichttherapeutische Abteilung und die Diathermieabteilung untergebracht (Abb. 16). Außerdem befindet sich hier ein großes photographisches Atelier, in dem die Diapositive und die Kopierarbeiten des Institutes sowie die Freilichtaufnahmen ausgeführt werden.

Im *Erdgeschoß* (Abb. 17) findet sich neben den allgemeinen Verwaltungsräumen die eigentliche *Röntgendiagnostik*. Sie besteht aus 6, durch strahlensichere Wände voneinander getrennten Arbeits-

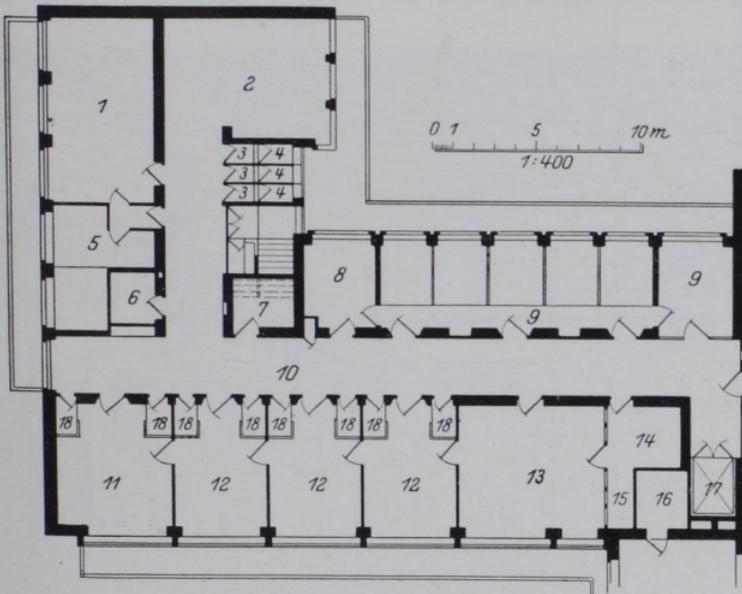


Abb. 16. Grundriß vom Untergeschoß.

1 Photographisches Atelier. 2 Warteraum. 3 u. 4 Aborte. 5 Dunkelkammer. 6 Schwarzwaschraum. 7 Kabelverteilung. 8 Büro. 9 Diathermieräume. 10 Gang. 11 u. 12 Lichtbehandlung. 13 Gruppenbestrahlung. 14 Ankleidekoje. 15 Duschräum. 16 Aufzugmaschine. 17 Aufzug. 18 Auskleidekoje. (Aus dem Röntgeninstitut des Städt. Krankenhauses Sachsenhausen.)

räumen. Je 2 Arbeitsräume werden von einem Schaluhause aus bedient, der Verkehr des Personales geht dabei nur durch die Schalhäuser, während die Patienten nur durch die Aus- und Ankleidekabinen gehen. Die Dunkelkammer erlaubt die Entwicklung von 80 Röntgenaufnahmen pro Stunde. Bereits 2 Stunden nach Belichtung ist der Film in dem neben der Dunkelkammer angebrachten Demonstrationsraum und Hörsaal (Abb. 18) fertig getrocknet und etikettiert aufstellbar. Es ist dadurch vermieden, daß Ärzte in die Dunkelkammer gehen müssen, wo sie erfahrungsgemäß den Betrieb immer sehr stören.

In einem *Zwischengeschöß*, das als Hängeboden über dem Korridor der Diagnostikabteilung und über den Schalthäusern und Auskleidekabinen eingezogen ist, findet sich die gesamte röntgendiagnostische Apparatur (Maschinenraum mit 8 Diagnostikapparaten). Die unmittelbar über den Schalthäusern angebrachten Meßgeräte können mittels einfacher Spiegelablesung kontrolliert

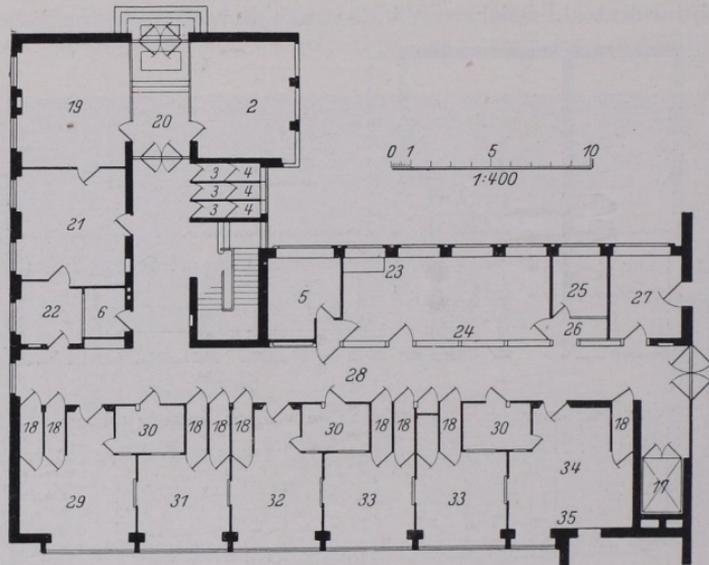


Abb. 17. Grundriß vom Erdgeschöß.

2' Warteraum. 3 u. 4 Aborte. 5 Dunkelkammer. 6 Schwarzwaschraum. 18 Ankleidekojen. 19 Hauptbüro. 20 Windfang. 21 Diagnostikbüro. 22 Oberarzt. 23 u. 24 Filmwässerung, Trocknung und Hörsaal. 25 u. 26 Breiküche. 27 Bettenwaschraum. 28 Gang. 29 Extremitäten- und Stereodiagnostik. 30 Schalthäuser. 31 Kopf- und Zahndiagnostik. 32 Lungen-, Herz- und Magendiagnostik. 33 u. 34. Magen- und Darmdiagnostik; Nieren-, Wirbelsäulen- und Rückenmarksdiagnostik. 35 Verlängerungstür zum großen Operationsaal der chirurgischen Klinik. (Aus dem Röntgeninstitut des Städt. Krankenhauses Sachsenhausen.)

werden, ohne daß irgendwelche Hochspannungsleitungen durch die Aufenthaltsräume des Personals führen. Ein großer Exhaustor sorgt für die Lufterneuerung nicht nur in diesem Maschinenhaus, sondern auch in den Schalträumen, Auskleidekabinen und diagnostischen Arbeitsräumen.

Im *ersten Obergeschöß* (Abb. 19) ist die *tiefentherapeutische Abteilung* untergebracht. 6 hochspannungs- und strahlensichere Arbeitsplätze haben hier Aufstellung gefunden. Je zwei werden von einem gemeinsamen Schalthaus aus bedient. Auch hier ist das Prinzip durchgeführt, daß das Personal seinen Weg stets durch die

Schalträume nimmt, während zu jedem Arbeitsplatz eine gesonderte Türe führt, welche für den Patienten bestimmt ist. In diesem Stockwerk findet sich auch die Direktorialabteilung, ein Radiumzimmer, Untersuchungsräume, Schwesternaufenthaltsräume, Ruheräume usw. Der Therapiestation stehen 24 Betten zur Verfügung, die in einem eigenen Gebäude untergebracht sind.

Im *zweiten Obergeschoß* (Abb. 20) finden sich zwei Maschinenräume für die Therapiemaschinen, ein großes Dosierungslaboratorium mit besonderer Prüfleistung, so daß es möglich ist, jede der



Abb. 18. Hörsaal mit RÖNTGENbüste.

6 im Krankenhausdienst verwendeten Therapiemaschinen auf eine im Dosierungslaboratorium befindliche Röntgenröhre umzuschalten und so jede Apparatur dort eingehend zu prüfen. Diesen Räumen gegenüber liegt eine kleine Zahl von biologischen Laboratorien, zwei Assistentenwohnungen und eine Reihe von Schwesternwohnungen. Hier findet sich auch das völlig rauch- und feuersichere Filmarchiv. Einerseits wurde durch große Fenster mit dünnen Scheiben nach den Seiten und nach dem Dach zu dafür gesorgt, daß im Falle eines etwa ausbrechenden Brandes durch den entstehenden Überdruck sofort sämtliche Scheiben platzen und der Rauch Abzugsmöglichkeit ins Freie hat. Andererseits ist der

Eingang zum Filmarchiv durch ein System von doppelten Schleusengängen so gesichert, daß das Herausdringen von Rauch oder Qualm nach dem Institut ausgeschlossen ist. Der vor dem Filmarchiv liegende Teil des Korridors wurde durch rauch- bzw. feuersichere Türen gegenüber dem übrigen Gebäude abgeschlossen.

Der Bau selbst ist in Beton ausgeführt. Die Außenmauern sind Ziegelwerk, nur das Zwischengeschoß ist Eisenkonstruktion. „Der Baustiel ist äußerst einfach gehalten und redet die bekannte For-

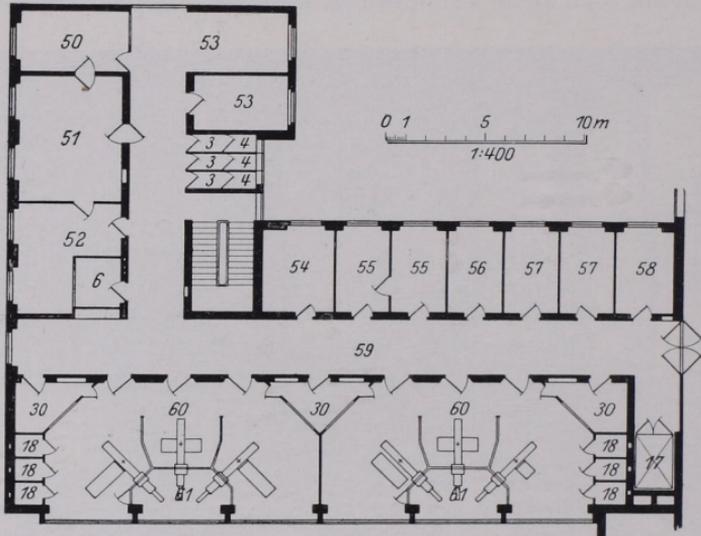


Abb. 19. Grundriß vom 1. Obergeschoß.

18 Auskleidekoben. 30 Schalthäuser. 50 Vorzimmer des Direktors. 51 Direktorzimmer. 52 Therapiebüro. 53 Warteräume. 54 Radiumzimmer. 55 Untersuchungsräume. 56 Schwesternaufenthaltsraum. 57 Ruheräume. 58 Handbücherei. 59 Gang. 60 Behandlungsräume der Tiefentherapie. (Aus dem Röntgeninstitut des Städt. Krankenhauses Sachsenhausen.)

mensprache der neuen Sachlichkeit, wie sie vom Frankfurter Hochbauamt vertreten wird.“ Die Baukosten des 10395 m² umfassenden Baukörpers betragen 45 Rentenmark pro m³. Dies ist verhältnismäßig wenig, wenn man bedenkt, daß das Institut allein 190 Türen enthält, ferner kostspielige Kabelanlagen, Lichtsignale und Telephonanlagen. Die radiologische Apparatur ist in diesen Kosten natürlich nicht inbegriffen.

Der Vergleich der geschilderten Projekte läßt Vor- und Nachteile erkennen. Die nächste Zeit wird auch an das Frankfurter Röntgeninstitut neue große Anforderungen stellen. Die Bettenzahl wird vermehrt werden müssen und an Stelle des Radium-

zimmers wird eine größere Radiumstation mit Untersuchungs-
räumen, eigenen Behandlungskojen, Moulagenzimmern usw.
treten, wie wir das bei unserem Projekt für die radiologische Klinik
auseinandergesetzt haben.

Die Kosten für die Einrichtung der geforderten radiologischen
Kliniken, die eine eminente Rolle in der Krebsbekämpfung und
Krebsbehandlung spielen, können dadurch reduziert werden, daß,
ähnlich wie in Stockholm, auf eine Zentralisation der den verschiede-

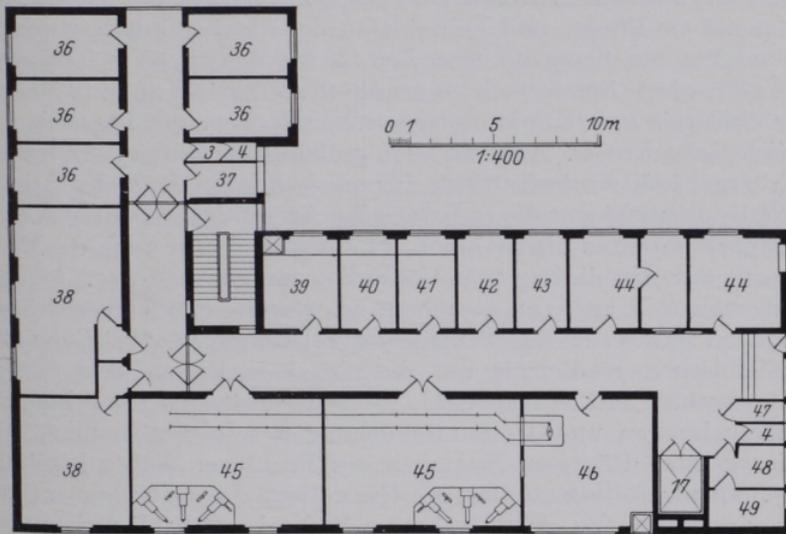


Abb. 20. Grundriß vom 2. Obergeschoß.

36 Schwesternwohnräume. 37 Bad. 38 Filmarchiv. 39—41 Laboratorien. 42 u. 43 Geräte-
räume. 44 Assistentenwohnräume. 45 Maschinenräume der Therapieabteilung. 46 Dosie-
rungslaboratorien. 47 Geräteraum. 48 Bad. 49 Entlüftungsanlage für die Diagnostik-
abteilung und für die Lichtabteilung. (Aus dem Röntgeninstitut des Städt. Krankenhauses
Sachsenhausen.)

nen Kliniken gemeinsamen Räume, Vorlesungssäle, Demonstra-
tionsräume usw. hingewirkt wird, aber nicht dadurch, daß jede der
bisherigen anerkannten Spezialkliniken sich eine eigene radiologi-
sche Unterabteilung schafft.

e) Radiologische Abteilungen an Spezialkliniken.

Kein Einsichtiger bezweifelt, daß das Spezialfach der medizini-
schen Radiologie einen Umfang angenommen hat, der dem anderer
Disziplinen innerhalb der Gesamtmedizin in nichts nachsteht.
Jeder Sachverständige anerkennt auch die Eigenart der diesem
Fache zugrunde liegenden Arbeitsmethoden. Die Abgrenzung nach

der Methode aber hat die Radiologie gemein mit der Chirurgie, die im 19. Jahrhundert ebenfalls eine selbständige Disziplin geworden ist. Auch die ärztliche „Praxis“ hat das Sonderfach der medizinischen Radiologie längst anerkannt. Immer zahlreicher werden die Ärzte, die sich ausschließlich entweder mit der Gesamtradiologie oder mit einem Teil der Strahlenkunde beschäftigen.

Trotzdem ist der Entwicklungsgang in den verschiedenen Ländern ein durchaus verschiedener gewesen. An den skandinavischen und italienischen Universitäten z. B. sind radiologische Abteilungen als Pflege- und Lehrstätten der Strahlenkunde geschaffen worden, um dieses in kurzer Zeit für die Medizin so bedeutungsvoll gewordene Sonderfach zu erhalten und weiter zu entwickeln. Zur chirurgischen Klinik, internen Klinik usw. gesellte sich die *radiologische Klinik*. Auch an allen großen Krankenhäusern haben sich organisch *Zentralinstitute* für medizinische Radiologie entwickelt, die nicht nur die radiologische Arbeit des gesamten Krankenhauskomplexes übernahmen, sondern in denen auch die Möglichkeit zur Ausbildung von Vollradiologen gegeben war. An den deutschen und auch an einzelnen schweizerischen Universitäten hingegen setzte sich das Prinzip der vollständigen *Aufteilung* der medizinischen Radiologie auf die einzelnen Fachgebiete durch. Man glaubte, daß es besser sei, wenn der Internist seine Magenuntersuchungen und Herzuntersuchungen selber vornehme, der Chirurg seine Röntgenaufnahmen der Frakturen selber herstelle usw. Dieser Auffassung lag die theoretisch durchaus berechtigte Idee zugrunde, das erstrebenswerte Ziel sei, „daß klinischer und Röntgenbefund von ein und derselben Persönlichkeit erhoben werden, womit von vornherein eine viel bessere Gewähr dafür gegeben ist, daß sich der Röntgenbefund in den übrigen klinischen Befund so einordnet, wie es ihm bei seiner Stellung innerhalb der gesamten Diagnostik entspricht“. Aus demselben Grunde hielt man auch die Aufteilung der Radiotherapie auf die einzelnen klinischen Fächer für zweckmäßig.

Es ist kein Zweifel, daß einzelne Spezialkliniken und einzelne Kliniker bei dieser Aufspaltung der Radiologie auf ihrem spezialröntgenologischen Gebiete, d. h. auf der praktischen Anwendung der Radiologie innerhalb ihrer Spezialität ganz Hervorragendes geleistet haben. Doch zeigt sich bei genauerem Zusehen bald, daß es auch hier nicht zu einer wirklichen Amalgamierung gekommen war, sondern daß da, wo produktive Forscherarbeit geleistet wurde und das Niveau über eine mehr als durchschnittliche Höhe herausragte, eine personelle Trennung zwischen dem Röntgenologen der Klinik und den klinischen Assistenten Platz gegriffen hat,

so daß der Zusammenhang zwischen dem Röntgeninstitut der Klinik und den Krankenabteilungen letzten Endes ein organisatorischer war (HOLTHUSEN). Diese Nuance wird immer wieder übersehen. Zum Belege zitiere ich einen unvoreingenommenen Zeugen, BERG schreibt in seinen Reliefstudien am Magendarmkanal: „Wer etwa von den vielbeschäftigten Krankenassistenten erwartet, daß sie bei reichlicher Arbeit auf den Abteilungen nebenher an ihren Fällen die Röntgendiagnostik mit auch nur einiger Aussicht auf Erreichung des heute möglichen Niveaus auszuüben in der Lage sind, befindet sich in einem unverständlichen Irrtum. Es ist eine Utopie, zu glauben, daß hochwertige röntgendiagnostische Leistungen ohne besondere Fachkenntnisse und Schulung erreichbar sind. Daher haben heute noch eine große Zahl von diagnostischen Bemühungen die Bedeutung symbolischer Handlungen. Drangvolles Chaos in den Röntgenzimmern, Enttäuschungen, die den Kredit des Verfahrens belasten, Mehrung der vermeidbaren Röntgenirrtümer sind die Folge.“ Die Erfahrungen in Deutschland und bei uns zeigen also, daß die zunächst als Nebenbeschäftigung betrachtete Tätigkeit auch an den Spezialinstituten immer wieder die gesamte Arbeitskraft eines Arztes erfordert, so daß es sich bei der *Schaffung von Spezialinstituten innerhalb der einzelnen Kliniken in Tat und Wirklichkeit nur um eine völlige Spezialisierung zum Vollröntgenologen mit besonderer Betonung eines Fachgebietes handelt*. Auch die Erfahrungen in Zürich beweisen dies. Neben dem zentralen Röntgeninstitut besteht eine spezielle radiotherapeutische Abteilung an der Frauenklinik und eine solche an der dermatologischen Klinik. Beiden stehen Fachradiologen vor, denn nur dadurch ist die Kontinuität der Entwicklung an diesen Instituten gewahrt. Wechselt aber die Leitung, so liegt das Gebiet plötzlich brach, und die Disziplin verkümmert. Wenn man die Verhältnisse wirklich studiert, so bekommt die von Klinikern so erwünschte Aufteilung ein ganz anderes Gesicht.

Man könnte sich mit dieser Entwicklung abfinden, oder doch die Zeit selber darüber entscheiden lassen, welche der verschiedenen Lösungen sich als die lebensfähigste erweist. „Allein der Umstand, daß die Ausbildung der Radiologie zu einem Sonderfach so gut wie ausschließlich außerhalb der Lehrstätten der Medizin vor sich gegangen ist, während sie auf den Universitäten entsprechend ihrer historischen Entwicklung bis heute überwiegend im organisatorischen Zusammenhang mit den Spezialkliniken gepflegt wird, hat zu einer Situation geführt, die dringend der Abhilfe bedarf.“

Neben den geschaffenen oder geplanten Spezialinstituten an den einzelnen Kliniken, deren Lebensfähigkeit nur garantiert ist

bei Leitung durch einen fachärztlich ausgebildeten Radiologen, braucht es an jeder Universität eine radiologische Klinik, welche die Kontinuität der Lehre gewährleisten und Träger einer Tradition sein muß. Sie stellt auch die sachgemäße Heranbildung eines Nachwuchses sicher. Zum Aufgabenkreis dieser Fachinstitute, welche Röntgendiagnostik und Radiotherapie umfassen und zugleich der Erforschung der theoretischen Grundlagen der Strahlenkunde dienen, gehört auch der Studentenunterricht und die Ausbildung der Spezialärzte.

An großen Universitäten ist die Schaffung von Spezialinstituten neben dem radiologischen Zentralinstitut notwendig und möglich. Im Interesse der Forschung liegt es sogar, daneben noch spezielle Anstalten zur Strahlenforschung zu schaffen, die von Physikern geleitet werden und ihr eigenes Arbeits- und Forschungsgebiet haben, aber nie und nimmer das medizinische Fach, das im Zentralinstitut für medizinische Radiologie gelehrt wird, vertreten können.

An kleinen Universitäten wird die Einrichtung von Spezialkliniken dann schädlich, wenn diese dem Zentralinstitute das Patientenmaterial wegnehmen, so daß dasselbe an Inanition zugrunde gehen muß und die Aufgaben nicht lösen kann, die wir aufgezählt haben.

Ich verzichte auf die Projektierung von radiologischen Abteilungen an Spezialkliniken, weil deren Größe ganz abhängig ist von den lokalen Verhältnissen und oft auch von historisch bedingten Momenten, die von Fall zu Fall wechseln. *Selbstverständlich ist es aber, daß jedes Spezialinstitut hinsichtlich seiner Ausstattung in nichts dem gegenwärtigen Stande des Wissens und der Technik nachstehen darf. Praktisch kommt es meist darauf hinaus, daß an die Einrichtungen des Spezialinstitutes dieselben Forderungen gestellt werden müssen wie an die Einrichtung des Zentralinstitutes.* Deshalb sind die Behörden meist aus finanziellen Gründen für Zentralisierung des radiologischen Betriebes, unbekümmert um die Frage des Unterrichtes und der Forschung.

Literatur.

ALBERS-SCHÖNBERG: Die Röntgentechnik. Bd 1 (5) 1919. — *Berättelse från styrelsen för Cancerföreningen i Stockholm över Verksamhetsåret 1926.* Stockholm 1927 und Stockholm 1928. — *Betänkande och förslag rörande användning av konung Gustaf V Jubileumsfond.* Stockholm, Norstedt Söner 1929. — EDLING, L.: The Roentgen Institute and the radiological clinic at Lund. Methods and Problems of Medical Education. 12. Serie. The Rockefeller Foundation. New York 1929. — FORSELL, G.: Unterricht und Ausbildung in medizinischer Radiologie, mit besonderer Berücksichtigung der in Schweden gewonnenen Erfahrungen. Acta radio-

logica, 1930, Supplementum IV, S. 145. — Derselbe: Die radiotherapeutische Klinik des Cancervereins in Stockholm „Radiumhemmet“, ihre Organisation, Arbeitsmethoden und Behandlungsergebnisse. Stockholm: Verlag Norstedt 1929. — FRIEDRICH, W.: Das neue Institut für Strahlenforschung der Universität Berlin. Strahlenther. **34**, 223 (1929). — GLOCKER, R.: Internationale Strahlenschutzbestimmungen. Strahlenther. **22**, 193 (1926). — HEDFELD, A.: Strahleninstitut der Allgemeinen Ortskrankenkasse Magdeburg. Z. Krk.hauswes. **24**, 506 (1928). — HOLFELDER, H., u. W. KÖRTE. Das Röntgeninstitut der chirurgischen Universitätsklinik im Städtischen Krankenhaus Sachsenhausen in Frankfurt a. M. Leipzig: Thieme 1929. — HOLZKNECHT, G.: Einstellung zur Röntgenologie. Wien: Julius Springer 1927. — *Internationale Richtlinien* für Sicherheitsmaßnahmen in Röntgen- und Radiumbetrieben, beschlossen durch den II. Internationalen Radiologenkongreß in Stockholm 1928. Fortschr. Röntgenstr. **39**, 343 (1929). — *La Fondation Curie*. Imprimerie A. Roques, Paris. — *Leitsätze* für die Anstellung selbständiger Röntgenärzte an Krankenanstalten. Fortschr. Röntgenstr. **31**, 146 (1923/24). — LOSSEN, H.: Ärztlicher Röntgenbetrieb und Behörden. Praxis, Schweiz. Rdsch. Medizin Nr 41, 11. Okt. 1927. — *Notice sur le service des tumeurs de Bruxelles avec compte-rendu de la cérémonie d'inauguration* 22. Juin 1925. Commission d'assistance publique Bruxelles 1926. — SCHINZ, H. R.: Heutiger Stand der Krebsbekämpfung Schweiz. med. Wschr. **59**, 1 (1929). — SCHÖNFELD, A.: Ökonomie des Röntgenbetriebes. Radiologische Praktika. Bd 11. München: O. Oechelhäuser. — SCHREUS, TH.: Statistisches über den Röntgenbetrieb in den Krankenhäusern Deutschlands. Fortschr. Röntgenstr. **34**, 932 (1926). — SPIEGLER, G., u. J. ZAKOVSKY: Über die Leistungsfähigkeit des Halbwellenapparates in der medizinischen Röntgentechnik. Münch. med. Wschr. **45**, 1876 (1929). — *Vorschriften* für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen. Hrsg. v. d. Deutschen Röntgengesellschaft Januar 1929. — WEBER, E.: Schädigungen des Kranken und des Personales im Röntgenbetriebe und deren Prophylaxe. Fortschr. Röntgenstr. **34**, 728 (1926).