RÖNTGEN-EINSTELLTECHNIK

EIN KOMPENDIUM
FÜR ÄRZTE, STUDIERENDE UND
MEDIZINISCH-TECHNISCHE ASSISTENTINNEN

von

DR. HANS JÜRGEN LANGENBACH
Facharzt für Röntgenologie in Solingen

3., verbesserte und erweiterte Auflage

Mit 144 Abbildungen im Text

1 9 5 7

JOHANN AMBROSIUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

RÖNTGEN-EINSTELLTECHNIK

EIN KOMPENDIUM
FÜR ÄRZTE, STUDIERENDE UND
MEDIZINISCH-TECHNISCHE ASSISTENTINNEN

von

DR. HANS JÜRGEN LANGENBACH
Facharzt für Röntgenologie in Solingen

3., verbesserte und erweiterte Auflage

Mit 144 Abbildungen im Text

1 9 5 7

JOHANN AMBROSIUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1947/57 by Johann Ambrosius Barth, Leipzig
Printed in Germany
Lizenz-Nr. 285/125/33/56
Satz und Druck: Fachbuchdruck Naumburg (Saale) IV/26/14 Auftr.-Nr. 1731

Vorwort

Die 1. und 2. Auflage fanden so viel Anklang, daß hiermit die 3. Auflage vorgelegt werden kann. Das Buch soll wie bisher in erster Linie den technischen Bedürfnissen der praktischen Röntgendiagnostik dienen. Studenten und technischen Assistentinnen soll es ein Hilfsmittel für die Ausbildung, vor allem aber ein bequemes Nachschlagewerk sein, das während des Röntgenbetriebs eine rasche Orientierung über Unklarheiten ermöglicht. Dem nicht ausschließlich röntgenologisch tätigen Arzt wird es die rasche Auswahl der jeweils zweckentsprechenden Projektionen erleichtern.

Wiederum wurde das Buch auf den neuesten Stand der Wissenschaft und Technik gebracht und entsprechend erweitert. Insbesondere wurden das inzwischen entwickelte Simultan-Schichtaufnahmeverfahren, die Verbesserungen der Laufrasterblenden und die Fortschritte in der Entwicklung der Röntgenkontrastmittel mit den sich daraus ergebenden Veränderungen der Röntgentechnik neu aufgenommen. Anregungen aus dem Leserkreis fanden Berücksichtigung.

Unbeschadet textlicher Verbesserungen wurde wieder größter Wert auf konsequente Einhaltung der bewährten vereinheitlichten Projektionen gelegt. Getreu dem bisherigen Grundsatz sind die zeitsparendsten und mit dem wenigsten Aufwand verbundenen Projektionen bevorzugt. Die verwendeten Filmformate entsprechen den gültigen Regelungen für die Kassenpraxis. Die Wiedergabe der erläuternden Röntgenbilder als Negativ erwies sich als besonders anschaulich und fand inzwischen mehrfach Nachahmung.

Die häufigsten und zu vermeidenden Fehler sind in der allgemeinen Aufnahmetechnik angeführt. Um die Handlichkeit und Preiswürdigkeit des Buches zu erhalten, wurden im speziellen Teil entsprechende Angaben nur ausnahmsweise hinzugefügt. Stattdessen ist — teilweise durch zusätzliche Skizzen — die Projektion so verständlich gemacht, daß gröbere Fehler kaum auftreten sollten. Auch ist auf den jeweils beigegebenen Röntgenbildreproduktionen das, worauf es ankommt, besonders deutlich herausgearbeitet.

Solingen, Sommer 1957 **Dr. H. J. Langenbach**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Technische Grundlagen	1—8
Vorbemerkung Zielstrahl, Kassetteneinstellung	1
Röntgenphysik Hochspannungstransformator, Gleichrichter, Röntgenröhre, Hartstrahltechnik, Röntgenröhrenhauben, Tiefenblenden	1—4
Röntgenanatomie Summationsbild, Aufnahmen in zwei Ebenen, Stereo- und Schichtaufnahmen	4
Röntgenphotographie Entwicklungsvorgang, Filme mit und ohne Verstärkungsfolien, Röntgenpapier, Kassetten, Entwickler, Fixierbad, Entfernung von Fixierbadflecken, Trockenschrank, Belichtungswerte	4—8
Allgemeine Aufnahmetechnik	9—24
Die Röntgenaufnahme Grundsätzliche Einzelheiten, schattengebende Teile der Kleidung, Lagerung des Patienten, Bleibuchstaben, Schmerzpunkt, Strahlenfeld, Lichtvisier, Laufrasterblenden, Aufnahmebeschriftung	9—10
Hilfsmittel zur Lagerung Sandsäcke, strahlendurchlässige Kissen, Kompressorium	10—11
Die Verstärkungsfolien Fluoreszenz, Rapidfolien, Standardfolien und Papierfolien, Feinstfolien	11—12
Stereoaufnahmen Einstellung und Betrachtung, Röhrenverschiebung, Entwicklung	12—14
Vergrößerungsaufnahmen Feinstfokusröhren, Projektionsverschiedenheiten	14—15
Schirmbildaufnahmen Fotoemulsion, Bildgrößen, Aufnahmeabstand	15
Röntgenschichtuntersuchungen (Tomographie) Prinzip des Verwischungsvorgangs, Schichtabstände, Apparatur, Simultanschichten	15—18
Kymographie Apparatur, Raster, Flächenkymogramm	18—19

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

Seite

Die Streustrahlenblenden . . . . . 19—20
Fokussierung, Schachtverhältnis, Feinraster, Hartstrahlraster, Laufrasterblenden, Zentrierung und Strahlenabsorption

Belichtungszeit . . . . . 20—23
Strahlenhärte, Stromstärke, Folien, Blenden, Milliampèresekundenprodukt, Röhrenbelastung, Umrechnung bei Änderung der Aufnahmeabstände oder der Verstärkungsfolienart, Gipsverbände, Kompressionsaufnahmen

Berechnung der wirklichen Objektmaße aus Röntgenbildern . . . . . 23—24

Röntgenpersonal und Strahlenschutz . . . . . 24—27

Schutzbestimmung für Röntgenpersonal 24
Arbeitszeit, Jahresurlaub, Nacht- und Sonntagsdienst

Schutzmaßnahmen für die Patienten . . . . . 25—26
Eingestrahlte Röntgendosen, Streustrahlung

Toleranzdosis, DIN-Vorschriften . . . . . 26—27

Spezielle Aufnahmetechnik . . . . . 28—118

Schädel 28
Grundsätzliches 28

Röntgenaufnahmen des Schädels . . . . . 28—55
Ganzer Schädel 29—31, Nasenbein 31, Schädelbasis 31—34, Gesichtsschädel 35, Hinterhaupt 35, Nasennebenhöhlen 36—39, Unterkiefer 39—40, Kiefergelenk 41—42, Jochbogen 42—44, Auge 44 bis 47, Canalis fasciculi optici 47—48, Sella turcica 48

Röntgenaufnahmen des Schläfenbeines . . . . . 48—55
Schläfenbeine, Standardaufnahmen n. Schüller, Mayer, Stenvers 49 bis 53, Warzenfortsätze 54—55

Zahnaufnahmen . . . . . 56—59
Vorbemerkung, Aufnahmen im Liegen und Sitzen, Bißebene, untere und obere Schneidezähne, Eckzähne, Prämolaren, Molaren, Weisheitszahn

Skelett . . . . . 60—105

Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule . . . . . 60—68
Halswirbelsäule 60—63, Brustwirbelsäule 63—65, Lendenwirbelsäule 65—66, Kreuzbein, Steißbein 66—68

Röntgenaufnahmen des Brustkorbes . . . . . 68—72
Rippen 68—70, Brustbein 70—72

Seite

Röntgenaufnahmen des Schultergürtels und der oberen Extremitäten . 73—88
Schlüsselbein 73, Sternoclaviculargelenk 73—75, Schulterblatt 75, Schultergelenk 76—78, Oberarm 79, Ellenbogen 80—81, Vorderarm 81—83, Handgelenk 83—85, Hand 85—86, Finger 86—88

Röntgenaufnahmen des Beckengürtels und der unteren Extremitäten . 89—105
Beckenübersicht 89—90, Darmbeinschaufel 90, Symphyse 91, Hüftgelenk 91—94, Oberschenkel 95—97, Kniegelenk 97—99, Unterschenkel 99—101, Sprunggelenk 101—102, Fersenbein 102—103, Fuß 104—105

Innere Organe . . . . . 106—118

Röntgenuntersuchung der Brustorgane . . . . . 106—108

Röntgenuntersuchung der Verdauungswege . . . . . 108—111
Magen 108—110, Blinddarm 110, Dickdarm 110—111

Röntgenuntersuchung der Gallenwege . . . . . 111—114
Vorbereitung zur Untersuchung der Gallenwege 113, Übersichtsaufnahme 111, Cholezystographie und Cholangiographie 112—114, orale Füllungsmethode 113, intravenöse Methode, kombinierte Methode 113—114

Röntgenuntersuchung der Harnwege . . . . . 114—117
Vorbereitung, Leeraufnahme 114, Ausscheidungsurographie 115, Retrograde Urographie 116, Harnröhre 116—117, Harnblase 117

Schwangerschaft 118

Erläuterung technischer Fremdwörter 119

Sachverzeichnis 120

Technische Grundlagen

Vorbemerkung

Fast alle Einstellungen sind durch beigegebene Abbildungen erläutert. Verlauf und Eintrittspunkt des Zielstrahls ist darauf durch einen Stab markiert. Es erübrigt sich wohl zu sagen, daß ein solches Hilfsinstrument, soweit es bei schwierigen Einstellungen herangezogen wird, vor der Röntgenaufnahme entfernt werden muß.

Besondere Sorgfalt wurde darauf verwandt, Verlauf und etwaige Winkel des Zielstrahles so anzugeben, daß unabhängig von der Lage des Patienten im Raum stets gleichartig eingestellt werden kann. An Stelle von oben und unten war demnach proximal oder kranial bzw. distal oder kaudal zu setzen usw. Bei den Winkelangaben schien es am unmißverständlichsten, anzugeben, nach welcher Seite der Winkel offen ist, d. h. also die Seite gegenüber der Winkelspitze, nach welcher die beiden Winkelschenkel auseinanderlaufen.

Zur Markierung der Kassetteneinstellung ist auf den Abbildungen die Kassette auch dort dem Patienten direkt untergelegt, wo die Verwendung einer Laufrasterblende erforderlich ist.

Allgemeine Fragen, soweit sie in den Rahmen des Aufnahmebetriebes fallen, wurden in einigen vorausgeschickten Kapiteln behandelt.

Eine Belichtungstabelle für Röntgenaufnahmen läßt sich allgemeingültig nicht aufstellen. Örtliche Netzverhältnisse, Leistungsfähigkeit von Apparaten und Röhren, sowie deren mehr oder weniger neuzeitliche Konstruktion, bedingen meist so verschiedene Belichtungswerte, daß man gut daran tut, sich jeweils an Ort und Stelle eine Belichtungstabelle selbst anzulegen. Richtwerte sind den mitgelieferten Gebrauchsanweisungen der Herstellerfirmen zu entnehmen.

Röntgenphysik

Die Röntgenapparatur besteht aus dem Hochspannungstransformator mit oder ohne Gleichrichter, den — abgesehen von Kleinstapparaten — in einem Schalttisch untergebrachten Regelorganen und der Röntgenröhre.

Im Hochspannungstransformator liegt um einen Eisenkern isoliert eine Niederspannungswicklung aus wenigen Windungen dicken Drahtes (Primärwicklung), darum isoliert die Hochspannungswicklung aus vielen

Windungen dünnen Drahtes (Sekundärwicklung). Wird durch die Primär wicklung ein Wechselstrom geschickt, so entsteht durch Induktion in der Sekundärwicklung ein hochgespannter Wechselstrom.

Wird dieser Strom direkt an die Röntgenröhre gelegt, so handelt es sich um eine Halbwellenschaltung. Die Röntgenröhre nutzt dabei immer nur eine Halbphase der Stromstöße aus. Leistungsfähiger sind Apparate bei denen der hochgespannte Wechselstrom über einen Gleichrichter geleitet wird wie bei Vierventil- oder Drehstromapparaten. Dadurch wird ein Gleichstrom der Röntgenröhre zugeführt und die Strahlenausbeute wesentlich erhöht.

Anstelle der in den letzten Jahrzehnten ausschließlich verwendeten Gleichrichtung durch Ventile geht man jetzt zur Verwendung von Sperrschichtgleichrichtern (Selengleichrichter) über, die zur Zeit zwar noch teurer sind als die Ventilgleichrichter, aber den Vorzug haben, verschleiß- und wartungsfrei zu sein. Zudem werden die Apparate durch Wegfall der Ventiltrafos konstruktiv einfacher.

Die Wellenlänge der in der Röntgenröhre entstehenden Röntgenstrahlen ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der negativ geladene Elektrizitätsteilchen, Elektronen, in der Röntgenröhre auf die Anode aufprallen. Diese Geschwindigkeit läßt sich dadurch regeln, daß man die der Röhre zugeführte Hochspannung mehr oder minder hoch wählt. Je höher die Spannung, umso höher die Auftreffenergie, umso kürzer also die Wellenlänge der Röntgenstrahlen und umso stärker deren Durchdringungsfähigkeit.

Die Röntgenröhre besteht im wesentlichen aus einem Hochvakuum, in welchem sich eine Glühspirale, die Glühkathode, und ihr gegenüber ein meist aus Wolfram bestehender Metallblock, die Anode, befindet. Die Glühspirale wird vom Schalttisch aus mit einem Heizstrom versorgt. Je stärker sie geheizt wird, d. h. je heller sie glüht, um so mehr Elektronen läßt sie austreten. Durch Thorierung der Glühkathode wird der Elektronenaustritt erheblich erleichtert. Die Beheizung des Glühfadens kann niedriger gehalten werden, der Verschleiß ist somit geringer, die Lebensdauer größer. Die Menge des in der Röntgenröhre fließenden Stromes ist also abhängig von der Elektronenemission der Glühkathode. Je größer dieser Strom ist, um so mehr Röntgenstrahlen entstehen beim Aufprallen der Elektronen auf die Anode.

Die Aufprallstelle heißt Brennfleck oder Fokus. Die Größe des Brennflecks bestimmt die Belastungsfähigkeit der Röntgenröhre, aber auch die Schärfe der Röntgenaufnahmen. Die Schwierigkeit besteht darin, daß aus optischen Gründen ein möglichst kleiner Brennfleck erwünscht ist, aus technischen Gründen aber die Hitzebeanspruchung um so höher wird je kleiner der Punkt ist, auf den Elektronen aufprallen. Die heutigen Drehanodenröhren sind mit einem optischen Brennfleck von 1 mm² praktisch allen vorkommenden Belastungen gewachsen. Für Spezialvergrößerungsaufnahmen und Feinstrukturuntersuchungen finden Brennflecke von 0,1—0,3 mm² Verwendung.

Der in der Röhre fließende Strom wird in Milliampère gemessen. Diese Maßeinheit kennzeichnet gleichzeitig die Intensität der in der Röhre entstehenden Röntgenstrahlung.

Es ergibt sich aus vorstehendem also, daß wir für die Erzeugung von Röntgenstrahlen grundsätzlich zwei verschiedene Regeleinstellungen zu treffen haben: Einmal die Spannung zur Erzeugung der Strahlenhärte, also der Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlung, und zum anderen die Heizung der Glühkathode zur Regelung der Menge, der Intensität der entstehenden Röntgenstrahlung. An den modernen Schalttischen ist im allgemeinen für diese beiden Faktoren die Bezeichnung kV (Kilovolt) für die Spannung und die Bezeichnung mA (Milliampère) für die Stromstärke eingeführt. In der Röntgendiagnostik waren bisher Spannungen von 50—100 kV üblich. Für manche Zwecke bürgert sich jetzt die „Hartstrahltechnik" ein, die Spannungen bis zu 125 kV, teilweise sogar bis 150 kV verwendet. Die Heraufsetzung der Aufnahmespannung ermöglicht die normale Filmschwärzung mit wesentlich herabgesetzten mAs-Werten (Beispiel: eine normal mit 70 kV und 20 mAs zu machende Aufnahme ergibt mit 110 kV und 2 mAs gleiche Filmschwärzung). Das bedeutet geringere Röhrenbelastung und kürzere Belichtungszeiten bzw. die Möglichkeit mit größeren Aufnahmeabständen zu arbeiten und die Strahlenbelastung des Patienten zu vermindern.

Die Hartstrahltechnik hat aber hinsichtlich der Streustrahlung ihre eigenen Probleme und macht die Verwendung besonderer Raster erforderlich (s. hierzu Kapitel „Die Streustrahlenblenden").

Die Stromstärke richtet sich weitgehend nach der Leistungsfähigkeit der Apparatur und Röhre und bewegt sich zwischen 50 und 1000 mA.

Die Ausbeute an Röntgenstrahlen ist im Verhältnis zur zugeführten Energie sehr gering. Nur etwa 1% der in der Röntgenröhre zur Auswirkung kommenden elektrischen Energie wird in Röntgenstrahlung umgewandelt, die restlichen 99% erzeugen Wärme. Diese Wärme würde in kurzer Zeit die Röhre zerstören, wenn nicht durch besondere Konstruktion (Drehanode!) und durch Begrenzung in der Belastungsfähigkeit der Röhre durch entsprechende Schaltungen der Apparatur Vorkehrungen getroffen wären, daß a) die entstehende Wärme sicher abgeleitet wird bzw. b) nicht mehr Wärme entsteht, als die Röhre vertragen kann.

Da Röntgenstrahlen bekanntlich gesundheitsschädlich sind, legt man die Röntgenröhren in strahlensichere Behältnisse, die einen Austritt von Röntgenstrahlen nur an der Stelle (Fenster) erlauben, die dafür vorgesehen ist. Die Röhrenbehältnisse, hochspannungs- und strahlensichere Röntgenröhrenhauben genannt ermöglichen es, auch während des Betriebes die Apparatur zu berühren ohne einen Schaden durch Überschlagen der Hochspannung oder Röntgenstrahlen befürchten zu müssen.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß zum praktischen Gebrauch der Röntgenapparatur auch eine Blende gehört, die, vor dem Strahlenaustrittsfenster der Röhrenhaube angebracht, es erlaubt, das austretende Nutz-

strahlungsbündel nach allen Richtungen zu begrenzen. Früher verwendete man hierfür Tubusse verschiedener Weiten, die zumeist aus Bleiglas hergestellt waren. Heute sind allgemein verstellbar „Tiefenblenden" üblich, die durch Lichtmarken das jeweils ausgeleuchtete Strahlenfeld schon bei der Einstellung sichtbar machen.

Die Einblendung ist erforderlich, weil eine um so größere Menge Streustrahlung entsteht, je größer das durchstrahlte Gewebsvolumen ist. Die Streustrahlung beeinträchtigt die Qualität der bildlichen Wiedergabe erheblich und läßt sich auch durch besondere Maßnahmen (s. Kapitel „Die Streustrahlenblenden") nicht restlos abfiltern. Je kleiner man also das streustrahlenbildende Gewebsvolumen hält, indem man das Aufnahmeobjekt durch die Tiefenblende einblendet, um so klarer und kontrastreicher werden die Aufnahmen.

Röntgenanatomie

Jede Röntgenaufnahme ist ein Summationsbild, d. h. alle schattengebenden Teile des Aufnahmeobjektes projizieren sich auf dem Film auf- bzw. ineinander. Die Schattendichte ist demnach stets das Ergebnis der Gesamtschwächung, die das betreffende Strahlenbündel bei dem Durchgang durch das Objekt erfährt Es geht daraus hervor, daß aus der einfachen Übersichtsaufnahme nicht zu ersehen ist, ob ein Schatten das Ergebnis einer einzelnen starken oder wiederholter schwächerer Absorptionen ist, und ebenso nicht, ob ein bestimmter Schatten räumlich nahe oder fern vom Film gelegen ist. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß Röntgenaufnahmen häufig tatsächlich einen plastischen Bildeindruck vermitteln. Bei sorgfältiger Analyse solcher Aufnahmen wird man rasch erkennen, daß die Plastik insofern eine vorgetäuschte ist, als sich dabei vielfach perspektivische Eindrücke ergeben, die mit der bekannten anatomischen Topographie nicht in Einklang zu bringen sind. Um solche Täuschungsmöglichkeiten in der Röntgenphotographie auszuschalten, hat man schon frühzeitig begonnen, nach Möglichkeit bei allen Untersuchungen Aufnahmen in zwei senkrecht zueinander verlaufenden Ebenen herzustellen. Aus den beiden so gewonnenen Röntgenbildern läßt sich in den meisten Fällen eine ausreichende Klärung der Topographie von Röntgensummationsaufnahmen erreichen.

Für besonders gelagerte Fälle, bei denen entweder aus technischen Gründen die zweite Ebene nicht möglich ist, oder Aufnahmen in zwei Ebenen nicht zu einem genügenden Aufschluß führen, stehen als Ergänzungsverfahren die stereoskopischen Röntgenaufnahmen zur Verfügung und die Röntgenschichtaufnahmen. Beide Methode sind in besonderen Kapiteln behandelt.

Röntgenphotographie

Es darf als von der gewöhnlichen Photographie her bekannt vorausgesetzt werden, daß bei photographischem Material eine Bromsilberschicht unter der Einwirkung von Lichtstrahlen chemisch verändert wird. Diese Veränderung

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

ist zunächst unsichtbar und muß in der Dunkelkammer durch den Entwicklungsvorgang hervorgerufen werden. Ebenso wie das sichtbare Licht wirken auch Röntgenstrahlen auf photographische Emulsionen. Je nach der Intensität der auftretenden Röntgenstrahlen tritt eine mehr oder minder starke Schwärzung ein. Da im menschlichen Körper die Röntgenstrahlen verschieden stark absorbiert werden — von kalkhaltigen Knochen am stärksten, von lufthaltiger Lunge am schwächsten —, haben die auf der Gegenseite der Röhre austretenden Röntgenstrahlen eine sehr unterschiedliche Intensität. Wirken diese Strahlen auf eine photographische Schicht, so entsteht das uns bekannte Röntgenbild.

Man hat für die Röntgenologie ein spezielles photographisches Material entwickelt. Da Röntgenstrahlen durch optische Systeme nicht gebrochen werden können, müssen die Filme ebensogroß bzw. wegen der Divergenz der Strahlen etwas größer als das aufzunehmende Objekt sein. Zur Steigerung der Empfindlichkeit des Röntgenphotomaterials verwendet man Filme, die auf Vorder- und Rückseite mit einer Bromsilberemulsion versehen sind. Man erreicht dadurch eine wesentlich stärkere Schwärzung und besseren Kontrast.

Für bestimmte Zwecke gebraucht man Filme, die einzeln lichtdicht verpackt sind und ohne weiteres zur Röntgenaufnahme verwendet werden können (Doneo-, Osray-, Per-X-, Sinofilme, Zahnfilme). Diese Filme sind also nicht zur Verwendung mit Verstärkungsfolien gedacht, ihre Emulsion ist speziell für Röntgenstrahlen sensibilisiert. Sie zeichnen sich durch eine besonders gute Zeichenschärfe und subtile Wiedergabe der Knochenstruktur aus. Da ihre Empfindlichkeit relativ gering ist, benötigen sie hohe Belichtungswerte. Ihre Verwendbarkeit ist begrenzt auf dünne, streustrahlungsarme Objekte wie Zähne, obere Extremität vom Ellbogen, untere vom Knie abwärts. Die Verwendung von Laufrasterblenden ist dabei weder erforderlich noch zweckmäßig.

Zur Herstellung von Röntgenaufnahmen am Körperstamm, inneren Organen und solchen Aufnahmen, bei denen es auf möglichst kurze Belichtungszeiten ankommt, eignen sich demgegenüber nur die Röntgenfilme, die zusammen mit Verstärkungsfolien-Kombinationen in Kassetten gebraucht werden. Hier ist also jeder einzelne Film vor der Aufnahme in eine Kassette einzulegen Die Emulsion ist nicht speziell auf Röntgenstrahlen, sondern gleichzeitig auch auf das Fluoreszenzlicht der Verstärkungsfolien sensibilisiert, um eine möglichst kräftige Schwärzung zu erzielen.

Schließlich sind noch die Röntgenpapiere zu erwähnen. Sie spielen heute aus wirtschaftlichen Gründen eine größere Rolle als früher. Auf eine weiße Papierunterlage ist einseitig die photographische Emulsion aufgebracht. Die Röntgenpapiere werden in Verbindung mit Verstärkungsfolien gebraucht, und zwar kann man entweder die vorhandenen Folienkombinationen verwenden, wobei also immer nur die direkt anliegende Folie photographisch wirksam wird, oder man verwendet Sonderfolien für Röntgenpapier (siehe später unter „Die Verstärkungsfolien"). Röntgenpapier erfordert gegenüber

dem Röntgenfilm etwas veränderte, im ganzen meist erhöhte und vor allem haarscharf richtige Belichtungswerte, denn man hat beim Röntgenpapier nicht so sehr die Möglichkeit wie beim Film, unrichtig belichtete Aufnahmen noch in der Dunkelkammer auszugleichen, Papieraufnahmen können außerdem nicht abgeschwächt werden. Es ist ratsam, sich in der Verwendung von Röntgenpapier auf Lungenaufnahmen sowie Magendarmaufnahmen mit Kontrastmittel und allenfalls Frakturkontrollen an den Extremitäten zu beschränken. Für Schädelaufnahmen, Skelettaufnahmen am Körperstamm sowie Urographien und Cholangiographien ist Röntgenpapier wenig geeignet und wird meistens nicht zu ausreichend befriedigenden Ergebnissen führen.

Bei der Entwicklung von Röntgenaufnahmen soll ein hart, d. h. kontrastreich arbeitender Entwickler Verwendung finden, da sonst auch beim besten Film die Aufnahmen leicht grau und kontrastarm werden. Soweit man nicht fertige Röntgenentwickler der Industrie verwendet, empfehle ich folgendes Rezept:

Zur Herstellung von 10 Litern Entwickler: In 6 Liter Wasser von 50° sind folgende Chemikalien in der angegebenen Reihenfolge zu lösen, wobei die völlige Auflösung vor Zugabe der nächsten Substanz jeweils abgewartet werden muß.

Methol	35 g
Natriumsulfit	720 „
Hydrochinon	90 „
Natriumkarbonat, wasserfrei . .	480 „
Bromkali	35 „

Danach noch $3^1/_2$ Liter kaltes Wasser zugeben.

Dieser Entwickler ist kontrastreich, ergiebig und haltbar. Er entwickelt bei 18° in frischem Zustand innerhalb 4—5 Minuten aus. Erhöht man analog dem Altern des Entwicklers seine Temperatur, so läßt sich ohne sonstige Nachteile die Verlängerung der Entwicklungszeit vermeiden. Man soll aber mit dem Anwärmen nicht über maximal 22° C hinausgehen. Entwickler, der dann nicht mehr innerhalb von 6 Minuten ausentwickelt, muß erneuert werden.

Zur Anwärmung des Entwicklers steht der Tank entweder in einem beheizten Wasserbad, oder — einfacher — man benutzt eine Art elektrischen Tauchsieder. Da die meisten dafür angebotenen Geräte technisch unzweckmäßig konstruiert sind, hat Verfasser schon vor Jahren zusammen mit der Firma Schott ein Heizinstrument für Tankentwicklung geschaffen, bei dem nur der horizontale, auf dem Boden des Tanks ruhende Anteil beheizt ist, während die vertikalen Anteile nur als Stromzuführung dienen. Dadurch wird der Entwickler über dem ganzen Tankquerschnitt am tiefsten Punkt aufgeheizt und mischt sich selbsttätig gleichmäßig durch. Bei einer Stromaufnahme von 1000 Watt beträgt die Anwärmezeit für 15 Liter durchschnittlich 1 Minute für 1° C.

Als Nachfüllentwickler eignet sich das oben genannte Rezept, jedoch ohne Bromkalizusatz, da bekanntlich bei der Entwicklung von Filmen ohne-

hin Bromkali entsteht und in den Entwickler abgeschieden wird. Mit zunehmendem Verbrauch des Entwicklers steigt also der Bromkaligehalt an. Da Bromkali stark verzögernd auf den Entwicklungsvorgang wirkt, ist es unangebracht, bromkalihaltigen Entwickler zum Nachfüllen zu verwenden.

Als Fixierbad war bisher eine Lösung von 200 g Fixiernatron (Natriumthiosulfat, wasserfrei) und 20 g Kaliummetabisulfit pro Ltr. Wasser üblich. Die Fixierzeit betrug je nach Alter der Lösung 5—15 Minuten. Die erhältlichen Schnellfixierbäder waren nicht sehr lange gebrauchsfähig. Das neueste Röntgenschnellfixierbad — eine Lösung von Ammoniumthiosulfat 14%, Natriumsulfit 3%, Natriummetabisulfit 3% — verkürzt demgegenüber die Fixierzeit auf 1—3 Minuten, was für die Schnelligkeit der Dunkelkammerarbeiten einen wesentlichen Fortschritt bedeutet. Nach den bisherigen Erfahrungen ist die Haltbarkeit und Dauer der Gebrauchsfähigkeit der bisherigen Standardlösung weit überlegen. Unangenehm ist lediglich eine gegenüber den früheren Fixierbädern wesentlich stärkere Fleckenbildung durch Fixierbadspritzer. Diese Flecken sind aber nicht schwieriger zu entfernen als die der früheren Bäder.

Das Entfernen von Fixierbadflecken aus der Wäsche geschieht am schnellsten und bequemsten durch Betupfen mit einer 10—20%igen Cyankalilösung. Die Flecken verschwinden augenblicklich, die Wäsche wird nicht angegriffen. Da Cyankali aber äußerst giftig ist, dürfen die Arbeiten nur mit Gummihandschuh oder Watteträger bei geöffnetem Fenster ausgeführt werden. Die entfleckte Wäsche ist sofort gut nachzuspülen.

Vor dem Trocknen der Röntgenfilme lasse man sie erst einige Minuten abtropfen, ehe sie in den Trockenschrank eingehängt werden. In den Filmtrockenschränken wird elektrisch vorgeheizte Luft durch einen Motor umgewälzt und übermäßige Erwärmung durch einen Thermostaten verhindert.

Die Temperatur im Trockenschrank soll nicht über 30° C steigen, damit die Gelatineschicht der Filme nicht abschwimmt. In technisch gut konstruierten Trockenschränken sind die Filme in etwa 20 Minuten trocken. Noch etwas schneller geht es, wenn man ein System verwendet, bei dem der Trockenluft durch Chemikalien laufend die aufgenommene Feuchtigkeit entzogen wird. Das hat den Vorzug, daß während des Filmtrocknens keine Dunstathmosphäre entsteht. In der betriebsfreien Zeit regeneriert man das Chemikal durch Einschalten einer besonderen Elektroheizung. Das absorbierte Wasser wird dadurch wieder verdampft.

Für die Qualität der Aufnahmen ist Wahl der richtigen Belichtungswerte, insbesondere auch der richtigen Strahlenhärte von entscheidender Bedeutung. Zu harte Aufnahmen werden glasig, feinere Kontrastunterschiede verschwinden. Bei zu weichen Aufnahmen fehlt eine ausreichende Durchzeichnung der Struktur. Während die mineralsalzhaltigen Knochen sowie die lufthaltigen Lungen infolge ihrer von den sonstigen Weichteilen stark abweichenden Absorptionsverhältnisse ohne besondere Vorbereitung ein befriedigendes

Röntgenbild geben, braucht man zur Darstellung von inneren Organen besondere Maßnahmen, um ein künstliches Absorptionsgefälle zu schaffen.

Zur Darstellung des Magen-Darmkanals verwendet man als Kontrastmittel Bariumzubereitungen, für Gallen- und Harnwege jodhaltige Präparate, die oral oder intravenös zugeführt und durch die betreffenden Organe ausgeschieden werden. Bronchialsystem, Fisteln, Abszesse, Rückenmarkskanal usw. werden mittels Katheter oder Kanüle mit wässerigen oder öligen Jod-Kontrastmitteln gefüllt. In Hohlräumen kann durch Einblasung von Luft ein negativer Kontrast geschaffen werden. Diese Methode findet Anwendung bei der Enzephalographie und beim Pneumoperitoneum bzw. Retroperitoneum.

Allgemeine Aufnahmetechnik

Die Röntgenaufnahme

Neben den später für die einzelnen Aufnahmen gegebenen Anweisungen ist bei der Herstellung von Röntgenaufnahmen eine Reihe grundsätzlicher Einzelheiten zu beachten, die sich stets wiederholen und deshalb gekonnt sein müssen. Es sind folgende:

1. Schattengebende Teile der Kleidung (Knöpfe, Druckknöpfe, Haken, Reißverschlüsse usw.), sowie Haarnadeln, Haarklammern, Ohrringe, Zahnersatz müssen aus dem Strahlengang entfernt werden.

2. Der Patient muß stets so bequem wie möglich gelagert werden. Nur passiv, d. h. entspannt gelagerte Patienten bieten eine Gewähr dafür, daß die Aufnahme nicht verwackelt wird. Man lagere den Patienten stets genau in Tisch-Längsachse.

3. Auf jeder Aufnahme ist durch beigelegte Bleibuchstaben anzugeben, wo rechts und links ist. Bei seitlichen Aufnahmen wird die plattennahe Seite des Patienten durch den entsprechenden Buchstaben markiert. Versäumt man die Bleibuchstaben mitzuphotographieren, so ist später auf der Aufnahme meistens nicht mehr festzustellen, was rechts und links ist.

4. Gibt der Patient einen bestimmten Schmerzpunkt an, so markiert man sich diesen auf dem Bild, indem man entweder in Höhe des Schmerzpunktes dem Patienten seitlich eine Bleimarke anklebt oder indem man auf der Kassette den Seitenbuchstaben usw. in die entsprechende Höhe legt. Die kranke Seite muß stets filmnah sein.

5. Grundsätzlich arbeite man stets mit dem kleinstmöglichen Strahlenfeld, weil dadurch die Bilder schärfer und kontrastreicher werden. Als Hilfsmittel dienten früher Tubusse verschiedener Weite, heute die mit Lichtvisier versehenen, verstellbaren Tiefenblenden. Auch bei Aufnahmen mit Streustrahlenblenden erübrigt sich ein Einblenden keineswegs.

6. Die Flach- oder Laufrasterblende (Buckyblende) ist vor der Aufnahme auf richtige Ablaufzeit zu kontrollieren, sie muß etwas länger laufen als die Belichtungszeit beträgt. Neuere Blendenausführungen mit Initial-Antrieb benötigen eine Einstellung der Rasterablaufzeit nicht mehr.

Laufrasterblenden müssen im allgemeinen vor den Aufnahmen aufgezogen werden, doch gibt es auch Ausführungen, die sich von alleine aufziehen bzw. durch einen Motor ununterbrochen in Bewegung gehalten werden.

7. Bei Aufnahmen, zu denen Atemstillstand erforderlich ist, muß das erst mit dem Patienten geübt werden: Mehrmals auf Kommando ein- und ausatmen lassen, dann „jetzt Atem anhalten, nicht schlucken, nicht atmen". Nach dem Schalten nicht vergessen, das Weiteratmen zu erlauben!

8. Bei Aufnahme ohne Kassette (Doneo-, Sinofilme usw.) muß der Film auf eine strahlenundurchlässige Unterlage (Bleiblech, Bleigummi) gelegt werden, um rückwärtige Streustrahlen abzuhalten. Ausnahme: Zahnfilme, die fabrikmäßig besonders gepackt sind.

9. Auf Extremitätenaufnahmen muß stets wenigstens ein Gelenk, auf HWS.-Aufnahmen Hinterhaupt oder 1. Brustwirbel, auf BWS.-Aufnahmen ein Hals- oder Lendenwirbel usw. mit dargestellt sein, sonst ist eine Orientierung nicht möglich.

10. In der Dunkelkammer muß der Film sofort mit dem Namen des Patienten beschriftet werden. Bei Serienaufnahmen kommt dazu die laufende Zahl oder die verflossene Zeit usw. (Ausscheidungsurographie, Cholezystographie), bei Schichtaufnahmen die Schichttiefe, bei Kymogrammen die Rasterablaufzeit. Zur Beschriftung eignet sich ein weicher Bleistift (nicht Tinten- oder Kopierstift!).

Hilfsmittel zur Lagerung

1. Sandsäcke. Sie bestehen aus einem zur Hälfte mit Sand gefüllten und danach vernähten inneren Sack und einem waschbaren Überzug. Benötigt werden je ein Paar von etwa 20 × 60 cm und 10 × 40 cm. Das kleinere Paar hat an einer Ecke eine 5—10 cm lange Schlaufe aus starker Schnur oder Band, mittels der sie angehängt werden können, beispielsweise an einen Finger.

2. Strahlendurchlässige Kissen. Sie können in jeder beliebigen Form und Größe zugeschnitten geliefert werden und bestehen aus einem röntgenschattenfreien leichten Plastikschaumstoff. Im allgemeinen kommt man mit einem Sortimentsatz für alle Zwecke aus. Ersatzweise können auch die früher gebräuchlichen Luffakissen (zusammengerollter Luffaschwamm in Leinensäckchen eingenäht) verwendet werden. Im Notfall tut ein Klumpen Verbandwatte die gleichen Dienste.

3. Gewöhnliche Kissen, ein kleineres und ein größeres, beide mittelfest mit Kapok gestopft.

4. Ein rechteckiges Flachkissen, hart gepolstert, etwa 10 × 30 × 50 cm groß.

5. Ein Keilkissen in der Form einer Keilmatratze. Größe etwa 20 × 40 cm, die eine Längskante 10 cm hoch.

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com