Aus der Abteilung für Röntgenuntersuchungen und Lichttherapie
des k. u. k. Garnisonsspitals Nr. 2 in Wien.
(Kommandant: Oberstabsarzt Dr. Drastich.)

Die Fremdkörperlokalisation mittels der Schirmmarken-Einstellmethode.

Von Stabsarzt Prof. Dr. Leopold Freund und
Lst.-Ing.-Ltn. Dozent Dr. Arthur Praetorius.

Die von den Herren Holzknecht, Sommer und R. Mayer publizierte¹⁾ Durchleuchtungslokalisation mittels der Blendenränder erregte sofort unser lebhaftes Interesse, weil uns das Verfahren richtig, genau und einfach zu sein schien. Wir säumten nicht, dasselbe gründlich zu erproben, wozu sich uns reichlich Gelegenheit bot, teils in dem nach unseren Prinzipien eingerichteten Röntgenlaboratorium des K. u. K. Garnisonsspitals Nr. 2 in Wien, teils in den Röntgenlaboratorien der Reservespitäler Palais Palffy und Notre Dame de Sion, welche mit originalen Holzknechtschen Apparaturen versehen sind. Hierbei zeigte sich, daß, wenn auch das Prinzip der Methode richtig, ihre praktische Durchführung auf gewisse Fehlerquellen stößt, welche die Genauigkeit der erhaltenen Resultate gefährden.

Diese Fehlerquellen sollen zunächst im Folgenden erörtert werden.

Holzknecht hat seinen Operationstisch, auf welchem die Operationen unter Kontrolle des Röntgenlichtes vorgenommen werden, mit einer Einrichtung zur Blendenrandmethode versehen und empfiehlt diese Verbindung beider Lokalisationssysteme. Wir haben nicht die Absicht, an dem Prinzip, Fremdkörperextraktionen unter Kontrolle des Röntgenlichtes vorzunehmen, Kritik zu üben. Wenn der Chirurg kein Bedenken gegen diese Methode hat und mit ihr zufrieden ist, müssen auch die Bedenken, die dem Radiologen gegen dieselbe aufstiegen, schweigen. Denn das letzte und entscheidende Wort in dieser Frage steht ohne Zweifel dem Chirurgen als kompetentem Fachmann zu. Anders verhält es sich mit dem rein radiologischen Teile dieser Frage, mit der Blendenrandmethode. Entspricht diese den Forderungen der Genauigkeit, welche der radiologische Fachmann an eine Lokalisationsmethode stellen muß? Mit dieser Frage allein beschäftigen sich unsere Ausführungen.

Angesichts der sonderbaren Haltung einzelner Fachkollegen, welche in Besprechungen unserer lokalisatorischen Publikationen den Arbeitsanteil des einen Autors auf Kosten des anderen ganz besonders hervorheben, halten wir es für notwendig, hiermit bündig zu erklären, daß diese Sonderung der Tätigkeit des einen von jener des anderen durch nichts gerechtfertigt ist, da unsere Arbeiten sowohl nach Idee als auch Ausführung gemeinschaftliche sind. Dies haben wir, wie üblich, durch Zeichnung der betreffenden Arbeiten mit unseren beiden Namen bekunden wollen und müssen gegen jede andere Interpretation Einspruch erheben.

L. Freund. A. Praetorius.

¹⁾ M. m. W. 1916 Nr. 14.

Die Bestimmung des Fremdkörperschirmabstandes erfolgt nach der Blendenrandmethode in der Weise, daß Röhre und maximal geöffnete Blende solange nach der einen Seite verschoben werden, bis der Blendenrand das Projektil halbiert. Dort wird eine Schirmmarke angebracht. Dasselbe geschieht dann nach der Gegenseite. Der Abstand der zwei Schirmmarken, an einem nach bestimmter Regel verfertigten Maßstab gemessen, ergibt den Abstand des Fremdkörpers vom Schirme.

So einfach, wie man das Verfahren schildern kann, ist es jedoch in der Praxis nicht, wenn man genau vorgehen will. Denn der Blendenrand erscheint auf dem Leuchtschirm als eine verschwommene, aus einem Kernschatten ganz allmählich in einen gegen die Peripherie immer dünner werdenden Halbschatten übergehende Zone, welche sich endlich ohne scharf markierte Grenze in die leuchtende Fläche auflöst. Die Einstellung des Blendenrandes auf die Fremdkörpermitte zufolge der Vorschrift ist deshalb eine Operation, welche nicht leicht exakt durchzuführen ist und dem jeweiligen Ermessen des Radiologen freies Spiel läßt.

Die Ausdehnung der Schattenzone ist verschieden groß. Sie hängt ab von der Größe des Brennfleckes auf der Antikathode, von welcher die Röntgenstrahlen ausgehen, sie hängt ferner ab von der Distanz der Blende vom Fokus einer- und vom Leuchtschirm andererseits. Auch die Dicke des Blendenbleches, das Material, aus dem es besteht, die Form des Blendenrandes (rund oder eckig) und die Größe des Winkels, unter welchem der Blendenrand von den Strahlen getroffen wird (Fokusstellung), sind von gewissem Einfluß. Die Größe der Blendenöffnung, die Intensität und Härte der Strahlen spielen eine weniger wichtige Rolle hierbei. Hingegen wird bei den Schirmverschiebungen die Schärfe der Schattenzeichnung auch von der Trägheit der Leuchtschirme, d. i. von der Langsamkeit, mit welcher die von den Röntgenstrahlen in ihnen erregten Leuchtphänomene verschwinden, ziemlich stark beeinflusst. Wir dachten zuerst, daß der Blendenrand nur bei Verwendung der alten gashaltigen Röhren, deren Brennfleck bekanntlich ziemlich ausgedehnt ist, im Schattenbilde so unscharf erscheint. Jedoch zeigte sich bei unseren Versuchen mit der neuen Lilienfeldschen Röhre, die seit einiger Zeit in der Abteilung für Röntgenuntersuchungen und Lichttherapie des K. u. K. Garnisonsspitals Nr. 2 in Wien im Betriebe steht, daß auch diese Röhre, in welcher die Strahlen angeblich von einem punktförmigen Fokus ausgehen, den Blendenrand nicht mit der wünschenswerten Schärfe zeichnet. Die Tabelle 1 zeigt die Breitenausdehnung dieser unscharfen Blendenrandschattenzone bei verschiedenen Stellungen der Blende und des Schirmes.

Tabelle 1.

a	b	Unschärfe	
		Rand	Spitze
10	30	0,4	0,5
10	45	0,5	0,6*
10	60	0,6	0,7*
17	21	0,2	0,2*
17	38	0,3	0,3*
17	53	0,5	0,5
25	15	0,1	0,1
25	30	0,2	0,2
25	45	0,3	0,3

a bedeutet in Zentimetern den Abstand der Blende vom Röhrenfokus und b den Abstand des Schirmes von der Blende. In der Rubrik „Unschärfe“ geben die Zahlen die Ausdehnung des Halbschattengebietes in Zentimetern für einen Rand und eine Spitze an. Die mit * bezeichneten Zahlen entsprechen ungefähr jenen Verhältnissen, welche für die gewöhnliche Praxis in Betracht kommen.

Es zeigt sich, daß die Unschärfe um so größer wird, je näher die Blende am Fokus und je entfernter der Schirm von der Blende sich befindet, wobei eine konstante Röhrenbelastung und ein konstanter Brennfleck vorausgesetzt sind.

Aus dieser Tabelle geht demnach hervor, daß bei jenen Schirm-Blenden-Fokusdistanzen, welche in der Regel für die verschiedenen Aufgaben der Praxis gewählt werden, die Breite der unscharfen Schattenzone zwischen 0,2–0,5 cm schwankt.

In der Praxis wird bei der Durchleuchtung dickerer Körperteile wohl zumeist deswegen auf den Rand des Kernschattens eingestellt, weil nur dieser im Fluoreszenzbilde sichtbar ist, während der Halbschatten von jenem der dickeren Körpermassen verschluckt wird und verloren geht. Hingegen stellt man bei der Durchleuchtung dünnerer Körperteile, welche auch noch den Halbschatten durchlassen, unwillkürlich gern auf jenen Rand desselben ein, den man noch gerade sieht. Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß bei den beiden Durchleuchtungen der Blendenrandmethode verschieden dicke Gewebepartien durchleuchtet werden, welche verschieden große Anteile der Blendenrandschattenzone im Fluoreszenzbilde erkennen lassen.

Der Fehler beim Anbringen der einen Marke kann im schlimmsten Falle die oben angegebene Größe erreichen. Ähnliche Fehler wie bei der Bestimmung der einen Marke können aber beim Anbringen der anderen Marke unterlaufen; sie können im ungünstigen Falle sich addieren und ferner durch ähnliche, beim Verfertigen des Maßstabes oder der Bestimmung des Fußpunkt-Schirmabstandes vorkommende Fehler kompliziert werden und infolgedessen die Angabe der absoluten Fremdkörpertiefe noch weiter fälschen.

Eine andere Möglichkeit, falsche Schirmmarken anzubringen, ist darin gelegen, daß es zu beurteilen schwer ist, ob der Vorschrift gemäß der Blendenrand richtig auf die Mitte des Fremdkörpers eingestellt

wurde, da die hinter dem Blendenrandschatten gelegene zweite Hälfte des Fremdkörperschattens für den Vergleich fehlt.

Eine große Fehlerempfindlichkeit dieser Methode entsteht dann, wenn Blenden benutzt werden, deren Blendenöffnungsdurchmesser im Verhältnis zum Blendenfokusabstand klein ist, weil dann einer kleinen Strecke des dazu gefertigten Maßstabes eine große Tiefe entspricht und sich demzufolge ein relativ geringer Meßfehler in vervielfachtem Maße auf die Bestimmung der Tiefe überträgt.

Die Tabelle 2 zeigt bei verschiedenen Kombinationen von Blendenöffnung und Fokusblendenabstand, wie vielfach sich ein gemachter Meßfehler auf den Schirmabstand überträgt.

In der Tabelle bedeutet o die Blendenöffnung und d den Fokusblendenabstand in Zentimetern. Die unter der Rubrik „Faktor“ verzeichneten Zahlen geben das Vielfache an, mit dem sich der bei der Bestimmung der Distanz der beiden Fremdkörperschatten am Schirm gemachte Fehler auf den Abstand vom Schirme überträgt.

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Methode um so fehlerempfindlicher, je kleiner die Blendenöffnung im Verhältnis zu ihrem Abstände vom Röhrenfokus ist. Einige Beispiele mögen die Fehlerverhältnisse bei der Blendenrandmethode näher erläutern. Bei einem Fokusblendenabstande von 10 cm und einem Blendenschirmabstande von 45 cm beträgt die Unschärfe etwa 0,5 cm. Da diese bei beiden Blendenrändern in Betracht kommt, kann im ungünstigsten Falle der Gesamtmeßfehler 1,0 cm betragen. Beträgt ferner die Blendenöffnung 10 cm, so wird der Gesamtmeßfehler bei diesen Verhältnissen in gleicher Größe auf den Schirmabstand übertragen. Bei Blendenöffnung 10 cm und Fokusblendenabstand 17 cm und Schirmblendenabstand 38 cm beträgt der Unschärfefehler im ungünstigsten Falle etwa $2 \times 0,3 \text{ cm} = 0,6 \text{ cm}$. Da sich bei diesen Verhältnissen der Meßfehler 1,7fach überträgt, ergibt sich ein Tiefenfehler von rund 1,0 cm. Beträgt die Blendenöffnung 15 cm, ihr Fokusabstand 10 cm, der Schirmabstand 45 cm, so ist der größtmögliche Gesamtfehler infolge Unschärfe $2 \times 0,6 = 1,2 \text{ cm}$, der Meßfehler wird aber mit dem 0,7fachen übertragen, was in diesem günstigen Falle einen Tiefenfehler von 0,8 cm ergibt. Ist aber in einer ungünstigen Kombination der Blendendurchmesser 2,5 cm und der Blendenfokusabstand 25 cm, so überträgt sich ein Meßfehler am Maßstabe mit dem 10fachen auf die Tiefe, sodaß beispielsweise ein Gesamtmeßfehler von nur 4 mm, der, wie wir sahen, leicht etwa durch die Unschärfe des Blendenrandes entstehen kann, schon einen Tiefenfehler von 4 cm bedingt.

Bei Verwendung von Blenden mit größerem Öffnungsdurchmesser ist diese Fehlerempfindlichkeit geringer; doch wird deren Benutzung um so mehr eingeschränkt, je kleiner die zu untersuchenden Fremdkörper sind, da diese bekanntlich um so weniger sichtbar, je größer die zu ihrer Aufsuchung benutzten Blendenöffnungen sind.

Werden Blenden mit variabler Öffnungsweite verwendet und bei der Lokalisation die Blendenöffnung infolge irgendeines Umstandes nicht genau auf jene Größe eingestellt, für welche der Maßstab verfertigt wurde, dann können gleichfalls Ungenauigkeiten in der Tiefenbestimmung entstehen. Ebenso muß beim Auswechseln der Röhren der Maßstab genau kontrolliert oder neu angefertigt werden, weil sich hierbei der Fokusblendenabstand und damit der Blendenrandstrahlenwinkel geändert haben kann.

Ähnliche Ungenauigkeiten und eine ähnliche Fehlerempfindlichkeit hatten der von Heberle und Kaestle vereinfachten Blendenrandmethode¹⁾ an, bei welcher man die Tiefenlage des Fremdkörpers unter dem vertikal über ihm bezeichneten Hauptpunkte nach dem Grade der horizontalen Verschiebung beurteilt, die man der Röhre von der Einstellung des Blendenrandstrahles auf die Fußpunktschattenmitte zur Einstellung auf die Fremdkörperschattenmitte erteilt. Den Grad dieser Verschiebung messen Heberle und Kaestle, so wie wir es zuerst angegeben haben, an der Laufschiene des Röhrenwagens an einem Maßstabe, der im wesentlichen nach denselben Grundsätzen wie der Holzknecht-Sommer-Mayersche Maßstab hergestellt wird. Indem Heberle und Kaestle nur mit einem Blendenrandstrahl einstellen, vermindern sie wohl die Meßfehler am Schirm auf die Hälfte infolge der halben Zahl von Markierungen und Messungen. Da sie aber ihren Angaben zufolge mit einem relativ spitzen Winkel des Meßstrahles mit dem Normalstrahle arbeiten müssen, geht dieser Vorteil durch die hierdurch vergrößerte Fehlerempfindlichkeit wieder verloren.

Wir haben die Ungenauigkeiten und die Fehlerempfindlichkeit der beiden Blendenrandmethoden nicht so eingehend besprochen, um diese Verfahren, deren sonstige Vorzüge wir gern anerkennen, herabzusetzen oder zu tadeln. Wir sind vielmehr der Ansicht, daß sie in jenen Fällen ausreichen, wo die Bestimmung der ungefähren Lage eines größeren Fremdkörpers genügt. Die Aufzählung der Ungenauigkeiten der Blenden-

randmethode erfolgte aus dem Grunde, um darzutun, daß eine Verbesserung in dieser Richtung einen Fortschritt bedeutet. Diese Verbesserung ist in unserem in Folgendem beschriebenen Verfahren gegeben, das wir die Schirmmarkeneinstellmethode nennen.

Zur Ausführung dieser Methode in einer einfachen Form verwendet man eine der üblichen Durchleuchtungsvorrichtungen, bei welcher der Leuchtschirm mit Röhren- und Blendenträger zwangsläufig verbunden ist, also parallele Bewegungen macht.

Wo eine solche Verbindung nicht vorhanden ist, kann sie leicht durch eine Doppelklammer hergestellt werden.

I. Vorarbeiten.

Zur Ausführung des Schirmmarkeneinstellverfahrens hat man ein für allemal folgende mit kaum nennenswerter Mühe und Kosten verbundene Vorarbeiten auszuführen:

Auf der Bleiglasplatte des Leuchtschirmes ermittelt man nach bekannten Methoden den Fußpunkt des Normalstrahles und markiert ihn durch einen Tintenpunkt. Ungefähr 3 cm vom Rande des Leuchtschirmes zeichnet man parallel zu den Schmalseiten des Leuchtschirmes je eine Linie mit Tinte auf das Bleiglas. Diese beiden Linien seien als „Einstellschirmmarken“ bezeichnet. Man bringt den Leuchtschirm in eine für dicke Körperteile passende Lage, markiert am Schirmträger mit einem Feilstriche die Schirmstellung und mißt den Fokusschirmabstand in Zentimetern. Ebenso verfährt man bei einer für dünne Körperteile passenden Schirmstellung. Mit diesen beiden Schirmeinstellungen kann man alle praktisch in Betracht kommenden Aufgaben lösen.

Ferner verfertigt man auf einem etwa 4–5 cm breiten, weißen Kartonstreifen folgende Maßstabteilung: Man zeichnet genau im Abstände der Einstellschirmmarken zwei parallele Linien, teilt ihren Abstand in so viele Teile, als der Fokusschirmabstand in Zentimetern bei der Einstellung für dicke Körperteile betrug¹⁾, und numeriert fortlaufend die einzelnen Teilstriche, wobei man bei einem der zuerst gezogenen zwei Begrenzungsstriche der Skala mit 0 beginnt. Es genügt, die Teilung bis etwa zum Teilstrich 30 zu zeichnen und zu numerieren. Der andere Begrenzungsstrich wird mit der ihm zukommenden Nummer (= Fokus-schirmabstand in Zentimetern) versehen und bildet die „Einstellmarke“ der Skala. In gleicher Weise wird eine Skala für die Schirmeinstellung bei dünnen Körperteilen angefertigt. Durch die Nummer der Einstellmarke ist die Zugehörigkeit der Skala zu ihrer entsprechenden Schirmeinstellung (Schirmfokussdistanz in Zentimetern) gekennzeichnet.

Zur Aufnahme der Skalen dient ein schmales Brettchen, dessen Länge der Exkursionsweite der Röntgenröhre entspricht und an dessen Längsseiten zwei nach innen abgeschrägte Holzleisten eine Führung für die Kartonskalen bilden, sodaß diese längs des Brettchens beliebig verschoben werden können. Dieses Brettchen wird mit Hilfe einer Klammer oder Gleitvorrichtung derart am fixen Gestell der Durchleuchtungsvorrichtung eingestellt, daß einerseits die Teilstrichrichtung der Skala parallel zu den Einstellschirmmarken ist und andererseits ein an dem starren System von Schirm und Röhre passend befestigter Zeiger knapp über der Skala hin bewegt werden kann. (S. Fig. 1 und 2.)

II. Ausführung der Methode.

Man bestimmt den Fußpunkt des Fremdkörpers, indem man durch Verschieben die Fremdkörperschattenmitte mit der Normalstrahlmarke zur Deckung bringt und mit einem spitzen Metallzeiger unter dem Leuchtschirm entlang der Haut fährt, bis die Spitze des Zeigerschattens ebenfalls in der Normalstrahlmarke erscheint. Der Ort der Zeigerspitze auf der Haut wird markiert und mit einer Bleimarke beklebt.

Hierauf wird der Abstand des Fremdkörpers von der Ebene des Leuchtschirmes in folgender Weise bestimmt:

Man stellt den Leuchtschirm auf die passende Feilstrichmarke ein, verschiebt das starre System von Schirm und Röhre so, bis die eine Schirmeinstellmarke die Fremdkörperschattenmitte durchschneidet (oder den Schattenrand tangiert²⁾), verschiebt die zur Feilstrichmarke gehörige Kartonskala so, bis der Zeiger auf die Einstellmarke zeigt. Bei unveränderter Lage des Patienten und der Skala wird Schirm und Röhre so verschoben, bis die Fremdkörperschattenmitte von der anderen Schirmeinstellmarke durchschnitten wird (oder derselbe Schattenrand tangiert wird); der Zeiger spielt dann auf einen Teilstrich der Skala ein, dessen Nummer den Fremdkörperabstand in Zentimetern von der Ebene des Leuchtschirmes angibt.

In gleicher Weise bestimmt man den Schirmabstand der Bleimarke. Die Differenz der beiden Schirmabstände gibt die Tiefe des Fremdkörpers in einer zur Schirmebene senkrechten Richtung in bezug auf die Bleimarke an.

¹⁾ Da die Genauigkeit der Skalenablesung umso größer ist, je weiter die Teilstriche von einander abstehen, empfiehlt es sich, einen möglichst großen Leuchtschirm zu verwenden. — ²⁾ Blendet man mit einem entsprechend ausgeschnittenen Kartonblatte den übrigen leuchtenden Teil des Leuchtschirmes ab, so verbessert man die Schärfe der Einstellung durch geringere Blendung des Auges.

¹⁾ M. m. W. 1916 Nr. 34 S. 1248.

Will man den Fremdkörper in bezug auf ein anatomisches Gebilde lokalisieren, so bestimmt man an Stelle des Schirmabstandes der Bleimarke den Schirmabstand eines markanten Punktes des anatomischen Gebildes und die Differenz der Schirmabstände ergibt, um wieviel Zentimeter der Fremdkörper über oder unter dem Niveau des Punktes des anatomischen Gebildes sich befindet.

Will man so wie nach dem Verfahren von Heberle und Kaestle direkt den Abstand des Fremdkörpers von der Bleimarke bestimmen, so muß der Schirm so eingespannt werden, daß die Normalstrahlmarke in eine der Schirmeinstellmarken fällt. Mit der anderen Schirmeinstellmarke stellt man bei entsprechendem Schirmabstand auf den Fremdkörperschatten ein, verschiebt am Brettchen die zum Schirmabstand gehörige Kartonskala so, daß der Zeiger auf den Nullstrich zeigt. Stellt man mit derselben Schirmeinstellmarke auf den Bleimarkenschatten ein, so zeigt der Zeiger den Abstand direkt in Zentimetern auf der Skala an.

Erwähnt sei, daß unser Verfahren auch gestattet, mit entsprechenden Schirmeinstellungen und Skalen die Abstände nach beliebigen anderen Richtungen zu bestimmen.

Geometrische Grundlagen.

Die „Schirmmarkeneinstellmethode“ verwendet, wie die Methoden von Holzknacht, Sommer und Mayer einerseits und Heberle und Kaestle andererseits, bestimmte Meßstrahlen. Während diese bei den eben genannten Methoden durch den Blendenrand gekennzeichnet werden, geschieht dies bei unserem Verfahren durch die Schirmmarken, wodurch die Nachteile der beiden Blendenrandmethoden unter Wahrung ihrer wesentlichen Vorteile vermieden werden.

Im Folgenden seien kurz die geometrischen Verhältnisse besprochen, die bei der Ausführung unserer Methode besonders in Betracht kommen.

In den Figuren 1 und 2 bedeutet B den Fokus der Röntgenröhre, P den Fremdkörper, S₁ und S₂ die beiden Schirmeinstellmarken, Z den mit Schirm und Röhre starr verbundenen Zeiger, K die Kartonskala mit der Teilung und der Einstellmarke E, A eine Ebene, die durch den Fokus B parallel zur Schirmebene gelegt ist, a den Abstand der beiden Schirmeinstellmarken S₁ und S₂, H den Abstand des Fokus B von der Leuchtschirmebene, x den Abstand des Fremdkörpers von der Ebene A, y den von der Leuchtschirmebene S₁ S₂. P P¹ (Fig. 1) ist die Größe der Verschiebung (= EZ in Fig. 2), die dem starren System von Schirm, Röhre und Zeiger erteilt werden muß, um aus der ersten (Fig. 1) in die zweite (Fig. 2) Schirmmarkeneinstellung zu kommen.

Infolge der Ähnlichkeit der Dreiecke BS₁S₂ und BPP¹ besteht die Beziehung:

$$x : H = V : a \dots 1),$$

woraus folgt:

$$x = V \frac{H}{a} \dots 2).$$

Für gewöhnlich werden die Längengrößen x, H, V und a in gleichen Einheiten, z. B. in Zentimetern, gemessen. Man kann aber, ohne die Richtigkeit der Beziehung 1) zu ändern, x und H einerseits, V und a andererseits in verschiedenen Einheiten messen, z. B. x und H in Zentimetern, V und a aber in solchen Einheiten, daß die Maßzahl von a gleich der von H wird, was nach der vorgeschriebenen Teilung der Kartonskala stets der Fall ist. Dann ist H = a und aus 2. ergibt sich

$$x = V \dots 3).$$

Die Gleichung 3) besagt, daß unter den gemachten Voraussetzungen die Anzahl der Skaleneinheiten, die auf die Verschiebung entfällt, gleich ist der Anzahl der Zentimeter, welche der Abstand des Fremdkörpers von der Ebene A beträgt. Da die Zahl der Teilstriche der Kartonskala gleich H ist, so entspricht die Zahl der Teilstriche zwischen Z und O der Zentimeteranzahl des Abstandes des Fremdkörpers von der Schirmebene, die infolge der Lage des Nullstriches der Skala sofort abgelesen werden kann.

Fehlerverhältnisse.

Infolge der Möglichkeit, außerordentlich scharf einstellen zu können,

spielen die Einstellfehler kaum eine Rolle. Eine Fehlerquelle entsteht, wenn der Schirm nicht auf den zur Skala gehörenden Abstand eingestellt wird. Doch ist der Einfluß dieses Fehlers sehr gering. Hat man z. B. auf 60 cm Fokusschirmabstand einzustellen und begeht den groben Fehler von ± 2 cm Fehleinstellung, dann zeigt jeder Teilstrich um $\pm \frac{1}{30}$ cm falsch, was bei einer Tiefe des Fremdkörpers von z. B. 10 cm unter der Bleimarke den zu vernachlässigenden Fehler von $\pm 0,3$ cm ergibt.

Der Unterschied zwischen den beiden besprochenen Methoden und der unseren ist kein prinzipieller, jedoch insofern wesentlich, als die Schirmmarkeneinstellmethode viel genauere Daten liefert, indem die scharfen schwarzen Linien der Schirmmarken auf den Fremdkörper unvergleichlich genauer eingestellt werden können als die unscharfen Blendenränder, ferner, weil bei der Einstellung der ganze Fremdkörper sichtbar bleibt. Uebrigens ist das Arbeiten und Ablesen viel bequemer und frapierend einfach, weil bei unserer Methode die Prozedur des jedesmaligen Anbringens der Schirmmarken sowie des Abmessens deren Distahzen entfällt, über dies das Resultat automatisch von den Angaben unserer Zeigervorrichtung abgelesen wird.

Damit ist aber durchaus nicht gesagt, daß diese neue Methode oder die beiden Blendenrandverfahren alle anderen Methoden zu verdrängen geeignet seien. Ihr Anwendungsgebiet ist begrenzt durch die deutliche Sichtbarkeit der zu lokalisierenden Objekte am Leuchtschirm. Sobald diese gering ist, müssen gute radiographische Methoden an ihren Platz treten und das bieten, was mit der Durchleuchtungslokalisation nicht zu erreichen ist. Solche Fälle sind durchaus nicht selten. Unsere eigenen Erfahrungen stehen da nicht in Uebereinstimmung mit jenen Holzknachts, Sommers und Mayers, welche die Zahl dieser Fälle mit nur 10% angeben. In unserem Material war die Zahl viel größer. In diesen zahlreichen Fällen und insbesondere auch bei schwierigen anatomischen Lokalisationen haben wir mit unserem Lokalisationswinkel so vorzügliche Resultate erhalten, daß wir diese Methode nicht entbehren können. Sowohl die Blendenrand- als auch die Schirmmarkeneinstellmethode haben ferner den Nachteil, daß sie nicht jenen Punkt der Körperoberfläche bestimmen, welchem der Fremdkörper zunächst liegt. Da die Chirurgen diesen Punkt sehr oft bestimmt haben wollen, müssen wir auch unsere Rotationskreuzmethode, mit der sich dies sehr rasch und einfach bewerkstelligen läßt, als sehr nützlich und notwendig bezeichnen. Hingegen bietet die Schirmmarkeneinstellmethode den Vorteil, daß der so bestimmte Fußpunkt auf der dem Auge des Untersuchers zugewendeten Körperseite des Kranken liegt, daß die Methode sehr einfach in der Ausführung ist und daß sie insbesondere die relativen Lagebeziehungen verschiedener Objekte schnell festzustellen gestattet. Deshalb ist sie insbesondere für Operationen unter Kontrolle des Röntgenlichtes geeignet.

Aus vorstehenden Darstellungen geht hervor, daß sich unsere Schirmmarkeneinstellmethode von der Blendenrandmethode unterscheidet: 1. durch größere Genauigkeit, 2. durch größere Einfachheit, indem bei ihr a) das Anbringen der Schirmmarken, b) das Abmessen und das Wegwischen der Marken entfallen. Der Umstand, daß eine bestimmte Schirmeinstellung erforderlich ist, spielt keine Rolle, da es an sich gleichgültig ist, ob man den Schirm dem Körperteil beliebig annähert oder auf eine Strichmarke einstellt.

Ihr Vorzug ist die ungemeine Bequemlichkeit. Mit der Einstellung einer Skala und mit der bloßen Verschiebung des Schirmes aus der einen Einstellung in die andere, Vorgänge, die wenige Sekunden beanspruchen, ist die ganze Prozedur der Abstandsbestimmung erledigt. Das Resultat kann sofort an der Skala abgelesen werden.

Die Einrichtung aller Durchleuchtungsapparate für diese Methode ist, wie erwähnt, außerordentlich einfach und kann von jedem Radiologen selbst ohne nennenswerte Kosten leicht angefertigt werden.

Wir behalten uns vor, in nächster Zeit über ein Instrumentarium zu berichten, welches unter Festhaltung des Prinzips dieses Verfahrens mit Hilfe von auf Skalen spielenden Zeigern selbsttätig alle in Betracht kommenden Fragen beantworten wird.