

Über den weiteren Ausbau der Raumbildmessung am Röntgenstereogramm.

(Mit 4 Abbildungen.)

Von A. H a ß e l w a n d e r.

(Vortrag vor der Phys.-med. Sozietät am 6. Februar 1936.)

Das Röntgenbild zu einem Untersuchungsmittel zu gestalten, welches mit dem an organischen Bildungen überhaupt erreichbaren Grad von Genauigkeit das Gefüge des menschlichen Körpers zu beobachten, zu messen, zeichnerisch oder plastisch nachzuformen erlaubt, ist seit vielen Jahren Gegenstand meiner besonderen Sorgfalt gewesen. Mein Ziel war zur Zeit meiner ersten Veröffentlichung über diesen Gegenstand (1912) die Anatomie des lebenden menschlichen Körpers, also die Erfassung des Organismus für Ermittlungen über seinen Aufbau im lebenden Zustande, wobei sich viele Ergänzungen unseres Wissens, zum Teil völlig unerwartete Berichtigungen unserer bisherigen Annahmen, ergaben. Weiterhin hat sich aber alsbald auch für praktische Aufgaben das um jene Zeit gebaute ziemlich primitive Gerät schon überraschend bewährt, als es im Kriege galt, eine möglichst sichere Lokalisation der Geschosse im Körper Verwundeter zu gewinnen. Mit jenem und einer größeren Zahl behelfsmäßig gebauter Geräte wurde damals die Methode an Tausenden von Verwundeten erprobt. Dies ließ es mir in der Folgezeit doch für wichtig erscheinen, ein für die Zwecke der Diagnostik brauchbares Gerät zu schaffen. Weit über die oben genannten Aufgaben hinaus mußte ja doch, streng genommen, bei jeder Aufgabe der Diagnostik, für welche wir eine Röntgenaufnahme heranziehen, das Raumbild dem Schattengewirr des Einzelbildes überlegen sein.

Manche haben dies erkannt und sind überzeugte Anhänger der stereoskopischen Methode geworden; sie ist aber noch weit entfernt davon, in ihrer Bedeutung allgemein gewürdigt zu

werden. Oberflächliche Kenntnis der Anwendungsweise und ungenügende Ausschöpfung der sich mit ihr bietenden reichen Möglichkeiten haben nicht selten zu ihrer völligen Verkennung geführt. Daher habe ich mein besonderes Augenmerk, nachdem die erste Forderung, die Sicherstellung der Exaktheit, erfüllt war, der Vereinfachung der Methode und Apparatur gewidmet, indem ich durchaus würdigte, daß die starke Arbeitsbelastung dem Arzt nicht die Muße zur Vertiefung läßt, wie man — und auch er selbst — es wohl wünschen möchte.

Welcher Art unsere Ansprüche an die Geräte sein müssen, welche uns den Nutzen der Stereoskopie des Röntgenbildes wirklich ganz erschließen können, habe ich nach manchen früheren Veröffentlichungen ähnlicher Art erst kürzlich wieder¹⁾ erörtert. Ich halte es für nützlich, meinen weiteren Ausführungen die dort aufgestellten Anforderungen voranzustellen, denen die Stereoskopie des Röntgenbildes gerecht werden muß:

1. Das Verfahren muß einen wirkungsvollen sicheren Raumeindruck vermitteln. Doch dieser subjektive Raumeindruck genügt erfahrungsgemäß nur zu vagen Schätzungen. Um uns von den wahren Formen und Maßen der dargestellten Gebilde zu vergewissern, müssen wir

2. das Raumbild erfassen, d. h. gewissermaßen mit den Händen greifen können. Dann erst werden wir prüfen können, ob es dem abgebildeten Objekt auch wirklich gleicht. Dadurch werden wir dann aufmerksam auf die Bedingungen, unter denen

3. das Raumbild auch raumrichtig ist.

4. Die Erfassung des Raumbildes muß aber einfach, unmittelbar und nicht an komplizierte und langwierige Übertragungsmechanismen gebunden sein, soll sie der Diagnostik des Arztes wirklich dienen können.

5. Die Verschiedenartigkeit der Untersuchungsaufgaben in der Diagnostik erfordert außerordentlich stark wechselnde Formen der Erfassung des Röntgenraumbildes. Bald wird es genügen, sich nur mittels einer Marke gewissermaßen tastend über die Tiefenlage der einzelnen Raumpunkte, d. h. also über das Vor- und Hintereinander der einzelnen Teile zu vergewissern, bald wird aber auch eine Messung oder eine zeichnerische

1) Agfa Röntgenblätter, 5. Jahrg. 1935, Nr. 4.

Skizze in einzelnen, besonders in wissenschaftlichen Fragen, sogar eine plastische Nachformung des dargestellten Körpers wünschenswert sein. Kurz, das Verfahren muß eine ganz vielseitige Auswertung gestatten.

6. Die Aufnahmeanordnungen der röntgenologischen Untersuchungen sind sehr vielgestaltig, sie schwanken zwischen kleinsten und umfangreichen Bildformaten, geringen und großen Aufnahmedistanzen der Röhren, senkrechten und schrägen Einfallswinkeln der Strahlen. All diesen Bedingungen soll die Methode gerecht werden. Sie muß also möglichst anpassungsfähig sein.

7. Soll ein diagnostisches Verfahren wirklich der breiten Masse der Ärzte und ihrer Patienten, damit also dem ganzen Volke zugute kommen, so ist es unerläßlich, eine möglichst einfache, wenig umfangreiche und selbstverständlich damit nicht zu kostspielige Apparatur zu verlangen.

An Hand dieser Forderungen wird am besten zu prüfen sein, ob und wieweit wir mit der Form, welche ich meinem Gerät nunmehr gegeben habe, dem gesteckten Ziel näher kommen.

Was nun vor allem die Wahl der geeignetsten Stereoskopform betrifft, so muß ich nach tausendfältiger, immer wieder von neuen Aufgaben aus erprobter Anwendung auch heute dabei verharren, das Spiegelstereoskop in seiner ursprünglichen, von Wheatstone verwendeten Form, und zwar mit halbdurchsichtigen Spiegeln, so, wie sie Deville für Geländevermessungen in seinem „Stereoplanigraph“ gebrauchte, für unsere Aufgaben als die allen anderen überlegene Form zu bezeichnen. Die Gründe werden alsbald einleuchten. Zunächst halte ich aber noch folgende Überlegungen für nützlich. Wir haben hier die Aufgabe, aus Röntgenbildern über die Form, die Struktur, die Lage, die Größe von Bestandteilen des menschlichen Körpers Feststellungen zu gewinnen. Eine schätzungsweise Beurteilung betrachteter Stereoskopbilder wird in manchen Fällen und für den sehr geübten Beobachter schon manches sagen können. Dazu ist die Verschmelzung der beiden Halbbilder zu einem sicheren Raumeindruck Vorbedingung, wie Punkt 1 der obigen Zusammenstellung besagt. Bei der Betrachtungsweise, wie sie leider heute noch fast all-

gemein üblich ist, bleibt meistens das wertvollste Hilfsmittel zur sicheren Verschmelzung der beiden Bilder unbeachtet. Dieses besteht in kleinen Metallmarken, die in das Holz der Aufliegeplatte für den Patienten, am besten an den Auftreffpunkten der Achsenstrahlen eingelassen, scharfgezeichnete Schatten zur Deckung beider Bilder liefern. Sie werden fast nie mit aufgenommen, und jene Achsenstrahlfußpunkte, auf deren Notwendigkeit nicht nur ich, sondern alle Autoren aufmerksam machen, denen an einer Vervollkommnung der Röntgenstereoskopie gelegen ist, werden in manchen Laboratorien sogar abgelehnt mit der Begründung, daß „das Bild darunter leide“. Wenn solche Marken unaufdringlich, etwa in der Form kleiner sauberer Bleidrahtkreuzchen, angebracht sind, so stören sie bei der Betrachtung durchaus nicht; sie schweben im Stereoskopeindruck ja hinter dem Raumbild. Übrigens steht nichts im Wege, Marken auch am Bildrande anzubringen, etwa so, wie es in der Stereophotogrammetrie für die „innere Orientierung“ üblich ist. Es muß nur möglich sein, mit ihnen die Auftreffpunkte der Achsenstrahlen festlegen zu können. Nur mit solchen Paßmarken ist es möglich, die Netzhautbildchen genau an die Stellen zu bringen, welche getroffen würden, wenn der aufgenommene Körper selbst dem Auge gegenüberstünde. Zum Punkt 1 der aufgeführten Anforderungen war also bei der weiteren Vervollkommnung keine Änderung nötig.

Den Grund, warum gerade die Form des Spiegelstereoskops als die für unsere Zwecke überlegene angesehen werden muß, wird uns nun eine kurze Besprechung der zweiten von den oben aufgeführten Anforderungen klar werden lassen. Diese Forderung, daß wir imstande sein sollen, das Raumbild zu „fassen“, stellt gerade das Unterscheidende dar, was das objektiv meß- und nachformbare Raumbild vor dem nur einer subjektiven Schätzung zugänglichen Raumeindruck auszeichnet. Nur wenn wir imstande sind, mit irgendeinem Kontrollmittel an einzelne Punkte des vor uns schwebenden Raumbildes heranzugehen und deren Orte damit festzulegen, ist die Möglichkeit gegeben, sie „objektiv“, also nachkontrollierbar, über die subjektive Meinung erhaben, wiederzugeben, gleichgültig, ob wir uns nun damit begnügen, das Vor- und Hintereinander der ein-

zelen Teile mit diesem Kontrollmittel wie mit einem Zeiger anschaulich zu machen, ob wir eine Messung anstellen oder ob wir vollkommeneren Nachbildungen erstreben, wie etwa Zeichnungen von Schnittebenen, Schichtlinien, Horizontal- und Vertikalprojektionen, also Auf- und Grundrisse, oder, was mir für



Abb. 1. Die vollkommenste Form der Nachbildung. Im Raumbild nachgeformtes Modell einer Caverne und eines Pneumothorax mit Adhäsionen.

meine anatomischen Ermittlungen am lebenden Körper stets das Wertvollste ist, plastische Nachformungen. (Abb. 1.)

Von allen Mitteln, welcher sich die Bildmessung dafür bisher bedient hat, ist für unseren Zweck keines so vorteilhaft wie die Verwendung sog. „halbdurchsichtiger“ Spiegel. Denn bei der Betrachtung eines Raumbildes durch solche Spiegel können wir ja tatsächlich nach diesem Bilde greifen, wir sehen durch die Gläser hindurch auch unsere Hand oder das von ihr geführte Instrument und können in dem Raumbilde manipulieren, gerade als ob wir den Körper selbst, nur durchsichtig und durchdringbar, vor uns hätten.

So vollkommene Nachbildungen wie jene obengenannten zu gewinnen, ist mit anderen Mitteln wie etwa der in der Stereophotogrammetrie viel verwendeten „wandernden Marke“ nur mit komplizierten Übertragungsmechanismen möglich, die sich wegen der langwierigen Prozedur ihrer Anwendung für den Arzt von vorneherein verbieten würden. Dieser Schwierigkeit enthebt uns das Spiegelstereoskop mit halbdurchsichtigen Spiegeln, dessen Gebrauch Trendelenburg sehr treffend als „unmittelbare Raumbildmessung“ bezeichnet hat. Ich habe sie daher auch bei der Vereinfachung des Gebrauches der Apparatur beibehalten.

Das Bestreben, ganz sicher einen Punkt des Raumbildes erfassen zu können, macht es wünschenswert, mit dem Kontrollmittel an einer solchen Stelle verweilen zu können. Denn dadurch ist dann die Möglichkeit gegeben, sich über das Vor- und Hintereinander der einzelnen Raumteile vergewissern zu können. Schon vor einer Reihe von Jahren habe ich dafür als eine Maßnahme zur absoluten Sicherstellung empfohlen, auch das abwechselnd einäugige Anvisieren heranzuziehen; obwohl mir dessen Wert ursprünglich bestritten wurde, hat es sich mir bei allen Arbeiten immer wieder bewährt, ja manche Feststellungen wären mir und meinen Mitarbeitern unmöglich gewesen, hätten wir nicht durch die dauernde „uniokulare Kontrolle“ die Lage der einzelnen Raumpunkte unbestreitbar sicherstellen können.

Für den genannten Zweck kann nun, streng genommen, jedes Mittel schon ganz brauchbare Dienste tun, das als eine Art von Zeiger hinreichend deutlich wahrnehmbar ist, so z. B. ein Zeichenstift oder ein Modellierinstrument, wenn nur die Möglichkeit besteht, diesen Zeiger an der aufgesuchten Stelle in seiner Lage festzuhalten. Schon frühzeitig hat sich mir aber doch als unerlässlich erwiesen, dafür eine besondere Vorrichtung zu haben: nämlich eine an jeder beliebigen Stelle im Raum arretierbare Lichtmarke. Eine kleine Lichtquelle, etwa die Glühbirne, wie sie in Taschenlampen benützt wird, ist in einer Kapsel untergebracht, welche das Licht nur durch eine kleine Öffnung austreten läßt. Auf einem Gestell verschieblich angebracht, kann diese Lichtmarke in den drei Raumdimensionen verschoben werden, um an jeden Punkt des Raumbildes

heranzugelangen. Je leichter und reibungsloser diese Bewegungen sind, desto freier und sicherer ist die Verwendung des Lichtzeigers. Nach manchen früheren Lösungen habe ich nun die Schiene, an welcher diese Lichtmarke in der Höhe verschieblich ist, mit einer kräftigen Tragsäule durch mehrere Rähmchen verbunden, die sich um vertikale Achsen aneinander und an jener Säule bewegen können. An der Tragsäule hängt also, in einer „Gelenkkette“ beweglich, die Lichtmarke und



Abb. 2. Die frei bewegliche Lichtmarke mit dem darunter angebrachten Zeichenstift zur Gewinnung von Schnittzeichnungen und Vertikalprojektionen.

kann damit an jeden Punkt einer horizontalen Ebene herangeführt werden. In die verschiedenen Höhenschichten des Raumbildes gelangt sie durch Gleiten an der vertikalen Schiene. Da die Vorrichtung in jeder Stellung des Lichtzeigers arretiert werden kann, ist die Möglichkeit gegeben, in Ruhe und sorgfältig die Richtigkeit einer Feststellung kontrollieren zu können. Um durch eine Aufzeichnung die ermittelte Lage festzuhalten, ist ein Zeichenstift senkrecht unter dem Lichtpunkt angebracht, der auf ein untergelegtes Stück Papier die Vertikalprojektion des aufgesuchten Punktes vermittelt.

Da der Lichtzeiger sozusagen schwerelos im Raumbild schwebt, ist es auch möglich, mit ihm in einem Zug den horizontalen Umfang von Raumbildteilen zu umfahren und so Querschnittszeichnungen zu gewinnen. Es ist aber zu empfehlen, bei einem solchen Vorgehen immer wieder durch Anhalten an dem einen oder anderen Raumpunkt eine einäugige Kontrolle zu ermöglichen und sich nicht ausschließlich auf das binokulare Raumssehen zu verlassen, das gerade am Röntgenraumbild einiger der Erfahrung entstammender Faktoren entbehrt und deshalb weniger sicher ist als bei der Betrachtung unserer Umwelt. Ich erhoffe von der Verbesserung der Beweglichkeit der Lichtmarke und der Zeichenvorrichtung eine wesentliche Erleichterung der Auswertarbeit.

Die dritte der aufgestellten Forderungen verlangt die **Raumrichtigkeit**. An meinen früher angegebenen Geräten habe ich durch Visiervorrichtungen dafür zu sorgen versucht, daß der Betrachter sich darüber vergewissert, ob er sich mit den Augen zentriert, d. h. im Lot über den Achsenstrahlfußpunkten eingestellt hat, und ob er die gleiche Entfernung von den Bildebenen einhält, welche während der Aufnahmen zwischen den Filmen und dem Röhrenfokus bestanden hat. Diese Einstellung war an dem bisherigen Gerät für den Geübten hinreichend verlässlich, doch immerhin eine ziemlich subtile Maßnahme; zudem war sie nicht kontrollierbar und damit doch immerhin Fehlern ausgesetzt. Sie wollte ich aber unter allen Verhältnissen verlässlich und auch für einen Ungeübten leicht ausführbar gestalten.

Deshalb habe ich an der neuen Form des Gerätes durch zentriert einsetzbare Pupillen gesorgt, daß der Betrachter, welcher den Apparat in Benützung nimmt, gar nicht anders die im Spiegelbild vor ihm schwebenden Achsenstrahlfußpunkte gleichzeitig sehen kann, als wenn er sie in einen Abstand voneinander bringt, der **genau** seiner Pupillendistanz gleich ist. Dies geschieht durch die Bewegung eines Hebels, durch welchen die seitlich zueinander verschieblichen Spiegel und damit die Reflexionspunkte der Achsenstrahlen in den erforderlichen Abstand voneinander gebracht werden (Abb. 3). Diese höchst einfache Vorrichtung kann zugleich als Pupillendistanzmesser dienen, mit welchem ein Beobachter den seitlichen Abstand seiner Augen

feststellen kann. Der Betrag ist an einer Skala abzulesen. Diese Skala gestattet auch umgekehrt einem Betrachter, der den Betrag seiner Pupillendistanz kennt, von vornherein die richtige Einstellung.

In gleich automatischer Weise ist nun auch für die Einhaltung der richtigen „Bildweite“, d. h. die Einstellung des Augendrehpunktes, von der Filmfläche auf denselben Abstand gesorgt, welcher während der Aufnahme zwischen dem Röhrenfokus und der Ebene der beiden nacheinander belichteten Filme bestanden hat.

Während ich früher die Einstellung der Entfernung des Augendrehpunktes von der Filmfläche auf den durch die Aufnahme bedingten Abstand durch Anvisieren zweier Marken nach Art einer „Peilung“ zu erreichen versuchte, wobei immerhin mit subjektiven und nicht nachkontrollierbaren Täuschungen des Betrachters gerechnet werden mußte, habe ich mir neuerdings eine topographisch-anatomische Beziehung zunutze gemacht, um in jedem Fall diese Einstellung automatisch und auch sicher nachkontrollierbar festlegen zu können. Diese anatomische Lagebeziehung beruht auf der Tatsache, daß mit einer großen Regelmäßigkeit und nur geringen Schwankungen der „Augendrehpunkt“ — in Wirklichkeit nicht ein Punkt im mathematischen Sinne, sondern eine allerdings sehr eng umschriebene Zone — in einer durch die beiden seitlichen Augenhöhlenränder bestimmten Frontalebene gelegen ist. Mehrere Untersuchungsreihen, welche von Herrn Dr. J. Staudenraus und Frl. B. Rid unternommen worden sind, haben den normalen Schwankungsbereich um dieses Mittel mit ± 3 mm an einem größeren Material festgestellt.

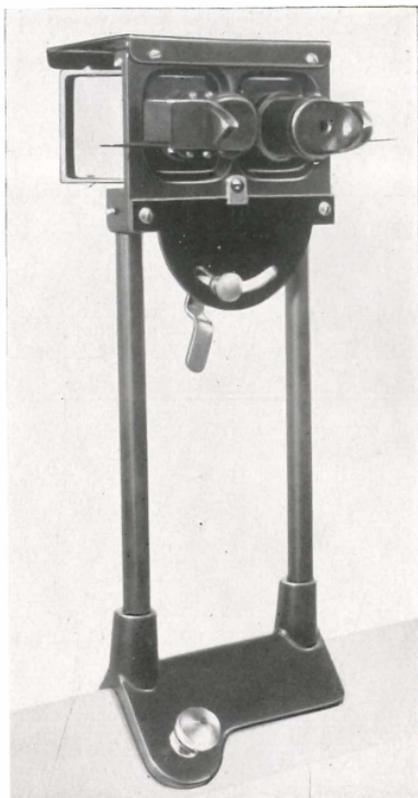


Abb. 3. Das Stereookular mit den Spiegeln und Okularmuscheln. In den würfelförmigen Kästchen sind die vorschaltbaren Umkehrprismen untergebracht.

Auf dieser topographischen Lagebeziehung war es möglich, eine ganz automatische Einstellung der Bildweite zu begründen. Okularmuscheln, welche seitlich mit einem aufgebogenen Rand versehen sind, dienen dazu, daß der Betrachter bei seiner Arbeit mit dem Gerät sich in richtiger Entfernung von den Bildern befindet. Er stützt den Kopf mit den Augenhöhlenrändern leicht gegen die Muschelränder und hat damit die Projektionszentren des Strahlenganges, die Augendrehpunkte, in der erforderlichen Entfernung von den Bildern aufgestellt (s. Abb. 2 u. 3).

Die Erfüllung der Raumrichtigkeit dürfte durch die beschriebenen Einrichtungen nicht nur einfacher, sondern auch verlässiger zu erreichen sein, als das mit der früheren Form des Instrumentes möglich gewesen ist. Ich halte sie daher für das Wesentlichste an der neuen Modifikation.

Wie der vierten Forderung einfacher und unmittelbarer Auswertung Rechnung getragen ist, dies auszuführen mag nach den vorausgegangenen Ausführungen überflüssig erscheinen. Alle bisher beschriebenen Verbesserungen haben ja das Ziel gehabt, den Gebrauch und die Auswertung einfacher zu gestalten. Über das, was ein Untersucher aus der Unmittelbarkeit der Auswertung an Aufschlüssen über das ihm jeweils vorliegende Problem zu schöpfen vermag, muß seine eigene Übung einerseits, seine Findigkeit in der Wahl der geeignetsten Darstellungsweise andererseits entscheiden, wenn er aus dem körperhaft vor ihm schwebenden Raumbild auf einfache Weise einen möglichst erschöpfenden Aufschluß gewinnen will. Ein Schema dafür läßt sich hier kaum angeben. Die häufigste Anwendung wird wohl die Gewinnung von Querschnittsbildern finden können, für welche die beschriebene Lichtmarke mit dem damit verbundenen Zeichenstift das bequemste Mittel darstellt, das ja wegen seines Wertes auch besondere Vervollkommnung erfahren hat. Mit ihr haben wir während des Krieges fast in allen Fällen von Steckschußverletzungen vollkommen befriedigende Klärung durch die Zeichnung entweder von Querschnitten oder aber von Vertikalprojektionen eines ganzen Körpergebietes erreichen können.

Die Vielseitigkeit der Auswertung, deren Möglichkeiten unter der fünften Rubrik der Anforderungen an die

Röntgenstereoskopie ja zusammengefaßt ist, geht weit über die eben aufgeführte Anwendungsform hinaus.

An dieser Stelle mag noch eine besonders wertvolle Anwendungsweise des stereoskopischen Röntgenbildes besonders hervorzuheben sein, weil ich aus der Erkenntnis ihres Wertes heraus geglaubt habe, für sie eine besondere Zusatzvorrichtung dem Apparat beigeben zu sollen. Der sog. pseudostereoskopische Effekt, bei welchem die Perspektive eine vollkommene Umkehrung erfährt, die nächstgelegenen Teile des Bildes als die fernsten, umgekehrt fernliegende Objekte als nahe erscheinen läßt, bietet an Lichtbildern nur einen ganz verwirrenden Eindruck, da hier die der Raumempfindung angehörenden Elemente unseres Raumsehens in einem schreienden Widerspruch zu den gleichfalls sehr tief eingewurzelten Faktoren stehen, welche die Erfahrung dazu beiträgt. Vollkommen anders ist dies aber an Röntgenbildern, und jedem, der Röntgenstereoskopie betreibt, ist der wundervoll plastische Eindruck, ja die vertiefte Raumwirkung bekannt, welche man erhält, wenn man die Bilder so einstellt, daß sie dem Betrachter die Seite zuwenden, welche bei der Aufnahme von der Röhre abgewendet war. Dabei kann man dann oft die merkwürdige, eigentlich nur psychologisch erklärbare Beobachtung machen, daß Teile, die vorher bei orthoskopischer Betrachtung verdeckt zu sein schienen und daher — scheinbar — nicht deutlich erkennbar waren, nun auf einmal ganz deutlich werden. Daher ist, so wohl zuerst von Drüner, und mit vollem Recht, diese Betrachtungsweise schon angelegentlich empfohlen worden. Aber abgesehen davon, daß solche pseudostereoskopischen Bilder nach der Art des Strahlenganges nicht raumrichtig, also zu jeder Messung ungeeignet sind, bildet das Herausnehmen der Filme aus dem Apparat, Einspannen in umgekehrter Stellung und allenfalls wieder erneutes Umwechseln eine derart unliebsame Unterbrechung, daß man notgedrungen darauf zu verzichten pflegt. Auch würde durch die Länge dieser Prozeduren gerade ein wichtiger Vorteil, der der Vergleichung, doch wieder verloren gehen. Einen Weg zu finden, um für die unmittelbare Raumbildauswertung den „Pseudoeffekt“ für raumrichtige Maße und Nachbildungen zugänglich zu machen, auch den Wechsel

nach Belieben und während der Arbeit ohne Unterbrechung vornehmen zu können, war daher gleichfalls Gegenstand meiner Versuche. Die Lösung war schließlich eine recht einfache. Zwischen den Spiegelchen und den Augen wurden totalreflektierende Prismen, welche die Halbbilder spiegelbildlich erscheinen lassen, in einer Anordnung angebracht, daß sie durch einen Handgriff in den Strahlengang ein- und aus diesem wieder ausgeschaltet werden können. So ist es möglich, ohne den Gang der Arbeit zu unterbrechen, sich das Raumbild nach Bedarf gelegentlich „von rückwärts anzuschauen“, um sich über unklar erscheinende Bildungen Gewißheit zu verschaffen. Auch raumrichtige zeichnerische Nachbildungen sind möglich. Denn die pseudostereoskopische Verzerrung gilt ja hier nur für den subjektiven Eindruck. Die Auswertevorrichtung erscheint gleichfalls durch die Umkehrprismen im Pseudoeffekt, und was hier verzerrt gezeichnet zu werden scheint, ist ebenso raumrichtig, als wenn es im Orthoeffekt nachgebildet würde. Plastische Nachbildungen sind auf diese Weise allerdings nicht auszuführen.

Auch die sechste Forderung, die einer möglichst reichen *Anpassungsfähigkeit* an verschiedene Aufnahmebedingungen, ließ einen weiteren Ausbau der Apparatur wünschenswert erscheinen.

Hier ist es einmal die so vielfach diskutierte *Teleröntgenographie*, welche eine Würdigung erheischte. Ich habe mehrfach, wie ich glaube, mit aller Gründlichkeit nachweisen können, daß mit Fokusabständen über 1 m gewonnene Fernaufnahmen, wenn man sie an den unverkleinerten Filmen auswerten will, nicht mehr jene Raumrichtigkeit gewährleisten, die eben einmal die Grundlage einer wirklich nutzbringenden Röntgenstereoskopie bilden muß. Die Aufstellung der Bilder muß ja bei solchen Aufnahmen dann wieder in der gleichen Entfernung vom Auge erfolgen, wie sie bei der Aufnahme zwischen dem Fokus und der photographischen Schicht bestanden hat; bei solch großen Abständen werden aber die Netzhautbildchen zu klein, um noch die erforderliche Tiefenunterscheidung zu ermöglichen. Aber auch Unstimmigkeiten zwischen der Akkommodation auf das Halbbildpaar einerseits, das im Raumbildmodell arbeitende Instrument andererseits, — endlich noch die Schwie-

rigkeit, mit den Augen während der ganzen Arbeit den Ort des Projektionszentrums unverrückbar einnehmen zu können, würden die Auswertung und ihre Verlässigkeit gefährden. Schon 1 m ist die oberste Grenze dafür, doch habe ich immerhin eine große Zahl plastischer Modelle unter dieser Bedingung anfertigen können, die sich als hinreichend genau erwiesen haben. Daher habe ich mit der Länge der optischen Bank, welche die Trägerin der ganzen Einrichtung ist, auf diesen Abstand Rücksicht genommen.

Aufnahmen, die mit noch größeren Abständen gewonnen sind, können in raumrichtiger Weise nur dann ausgewertet werden, wenn sie im Verhältnis der Betrachtungsbildweite zur Aufnahmebildweite verkleinert den Augen gegenübergestellt werden. Dann haben die Netzhautbildchen die gleiche Größe wie bei Betrachtung der Originale aus dem Aufnahmeabstand. Allerdings ist nach dem oben Gesagten bei dieser Betrachtung eine vergrößernde Optik notwendig.

Für ein solches Gerät, das ich hier gleichfalls vorführen möchte (Abb. 4), hat mir mit der dankenswerten Hilfe des Herrn Professors v. Gruber das Zeisswerk Fernrohrlupen hergestellt, welche mit so kleinen Eintrittspupillen versehen sind, daß man bei der Auswertung das Projektionszentrum des Strahlenganges praktisch als Punkt auffassen kann.



Abb. 4. Das kleine Vierspiegelstereoskop.

Diese beiden Lupen können in ihrem seitlichen Abstand an alle individuellen Pupillendistanzen angepaßt werden und besitzen Korrektionsmöglichkeit für alle Refraktionszustände.

Das Gerätchen ist ein Vierspiegelstereoskop deshalb, weil ich die Halbbilder, um für die arbeitenden Hände Raum zu gewinnen, in die Tiefe des Kästchens verlagern mußte, auf dem sich die Optik befindet und auf dem das Modell durch die transparenten Spiegelchen hindurch im Raumbild nachgeformt wird.

Dieses kleine Gerät hat sich für verkleinerte Aufnahmen ebenso wie für unverkleinerte, aus geringen Entfernungen gewonnene Bilder aus dem Gebiet des Schädels, wie etwa Zahn- oder Ohraufnahmen, bereits gut bewährt und wird daher von mir für praktische Zwecke noch etwas vereinfacht werden. Auf der hier wiedergegebenen Abbildung (Abb. 4) ist eine kleine Plastik nach einem photographischen Halbbildpaar zu sehen, um zu zeigen, daß Nachformungen nach Lichtbildern mit der unmittelbaren Raumbildauswertung ebensogut möglich sind, wie nach Röntgenogrammen.

Weiterhin mußte noch darauf Rücksicht genommen werden, daß auch bei gewissen Aufgaben, wie sie besonders die Untersuchung des Schädels stellt, Schrägaufnahmen von besonderem Werte sind und daß auch deren Auswertung möglich sein soll. Die Herren F. Grünert und H. Köhnle haben nach allgemeinen von mir ihnen gegebenen Gesichtspunkten vor einer Reihe von Jahren für die Aufnahme solcher Bilder eine sinnreiche Apparatur ausgearbeitet, die leider aus äußeren Gründen weiterhin nicht fabrikatorisch hergestellt worden ist. Für die Auswertung von Schrägaufnahmen wurde von ihnen ein Gerät unseres Instituts nach jenen Gesichtspunkten angepaßt. Es handelt sich dabei um eine Vorrichtung, welche gestattet, den Filmen der beiden Halbbilder im Stereoskop die gleiche Neigung zu geben, welche sie bei der Aufnahme gegenüber der Röhre eingenommen haben, um sie bei der Betrachtung zu „entzerren“. Die gleichen Wege hat damals auch E. Koch-Köln eingeschlagen. Analog jenem von Grünert und Köhnle umgearbeiteten Gerät habe ich an der neuen Form des Apparates eine Schwenkvorrichtung angebracht.

Dies sind die zum Teil sehr einschneidenden Änderungen, durch welche ich den Anforderungen zu entsprechen versuche, die ich an die Spitze dieser meiner Ausführungen als die Bedingungen einer weiteren Vollendung der Röntgenstereoskopie gestellt habe. Als letzten, aber gewiß nicht unwichtigsten Punkt habe ich dort auch erwähnt, daß ein solches Gerät, wenn es wirklich seinen obersten Zweck, der Heilkunde zu dienen, erfüllen soll, nicht durch einen unerschwinglichen Preis der Allgemeinheit der Ärzte verschlossen sein darf. Ich kann dazu nur sagen, daß ich alles, was mir an Einfluß zu Gebote steht, aufgeboten habe, um gerade diesen Zweck zu erreichen. Ich glaube, daß es mir einigermaßen gelungen ist.

Manche sekundäre, mehr der Bequemlichkeit der Arbeit dienende, aber ganz gewiß gerade wegen der Erleichterung der Arbeit auch deren Qualität förderliche Einrichtungen, wie z. B. leichte Auswechselbarkeit der Bilder, Wärmeisolierung der Filme, um auch Aufnahmen in noch nassem Zustande in Ruhe untersuchen zu können, endlich eine absolut sichere Abblendung gegen unerwünschte Überstrahlung, die mit wenigen Griffen zu erreichen ist, u. a. m. könnten hier noch beschrieben werden. Doch möchte ich dadurch nicht von dem Wesentlichen ablenken und diese Dinge mehr der Erprobung durch den Gebrauch überlassen. Mir ist es vor allem darum zu tun, einmal dem Verständnis dafür den Weg zu bahnen, daß die Stereoskopie die einzige Möglichkeit darstellt, das Schattengewirr des Röntgenbildes zu enträtseln, indem wir den dargestellten Körper wieder als Körper sehen, messen und nachbilden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1935-1936

Band/Volume: [67-68](#)

Autor(en)/Author(s): Haßelwander Albert

Artikel/Article: [Über den weiteren Ausbau der Raumbildmessung am Röntgenstereogramm. 423-437](#)