

Archiv für Psychiatrie und Zeitschrift Neurologie, Bd. 188, S. 390—400 (1952).

Aus der Klinik für Psychiatrie und Neurologie an der Universität Jena
(Direktor: Prof. Dr. LEMKE).

Grundsätzliches zur Planimetrie des Encephalogramms sowie zur einfachen Betrachtung von Schädelröntgenbildern.

Von
HELMUT RENNERT.

Mit 3 Textabbildungen.

(*Eingegangen am 12. März 1952.*)

Angeregt durch die eingehenden Untersuchungen von F. A. KEHRER über die Mikroventrikulie, hat unsererseits zunächst der Plan bestanden, auch am Krankengut der hiesigen Klinik der nosologischen Bedeutung dieses in der Diagnostik etwas vernachlässigten Phänomens nachzugehen. Diesem Plan haben sich indessen so viele Schwierigkeiten entgegengestellt, daß es sich als zweckmäßig erwiesen hat, zunächst einmal die *technischen Grundlagen der Planimetrie des Encephalogramms* ausführlich zu erörtern und die Hindernisse und *Fehlerquellen*, die dabei auftreten können, aufzuzeigen.

Schon die ersten Untersuchungen auf diesem Gebiet, die von HEINRICH, vor allem aber von WOLFF und BRINKMANN unternommen worden sind, haben ergeben, daß die Technik einer solchen Ausmessung des Schädelröntgenbildes mit beträchtlichen Fehlern behaftet sein kann. Bei unseren Versuchen haben wir diese Schwierigkeiten nun noch um eine ganze Anzahl weiterer vermehrt gefunden. Es überrascht uns deshalb etwas, daß KEHRER nur anatomisch-physiologische Bedenken erwähnt, aber keine grundsätzlichen Schwierigkeiten und Fehlerquellen bei der Aufnahmetechnik des Röntgenbildes und dessen Planimetrie. BRONISCH hat die KEHRERSchen Untersuchungen, denen etwa 3000 Encephalogramme zur Verfügung gestanden haben, an 1594 Encephalogrammen wiederholt und seine Resultate, die bezüglich der Verbreitung der Mikroventrikulie bei bestimmten Krankheiten etwas von KEHRER abweichen, in gedrängter Form veröffentlicht. Er erwähnt hierbei noch, daß er von KEHRER erfahren habe, daß sich dessen späteren Ergebnisse gegenüber den veröffentlichten etwas geändert haben.

Die Planimetrie des encephalographischen Bildes soll der objektiven Ermittlung des Verhältnisses Hirnquerschnitt: Ventrikelquerschnitt dienen. Nachzuweisen, daß diese Zielsetzung unter klinischen Verhältnissen vorläufig nur recht fehlerhaft erreicht werden kann, wird hier

unsere Hauptaufgabe sein müssen. Eine solche Messung ist allerdings immer noch etwas verlässlicher als die bloße Schätzung des Größenverhältnisses bei einfacher Betrachtung des Röntgenbildes vor dem Lichtkasten. Hier kommen nämlich recht massive Täuschungen vor, etwa bei der Beurteilung, ob die Hirnkammern bereits als erweitert oder noch als normal anzusprechen sind, ganz abgesehen davon, daß wir immer noch nicht genau wissen, wie das Größenverhältnis eines normalen Encephalogramms, gewonnen an einer Vielzahl von gesunden Personen, beschaffen sein muß, und zwar jeweils bei bestimmten Altersgruppen. Wir sind aber — wie sich noch herausstellen wird — die letzten, die etwa eine regelmäßige planimetrische Auswertung unserer sämtlichen Encephalogramme fordern würden. Dafür haben uns theoretische Überlegungen und praktische Versuche zu sehr enttäuscht (die innere Klinik hat die Planimetrie von *Thorax* und *Herz* wegen ihrer Relativität schon eher wieder verlassen). Dennoch scheint uns die Kenntnis unserer Erfahrungen nicht nur für diejenigen einigen Wert zu besitzen, welche künftig versuchen wollen, zu große, zu kleine oder „normal“ große Ventrikel planimetrisch zu erfassen, sondern auch für die anderen, welche sich weiter mit der einfachen Betrachtung und schätzungsweisen Beurteilung des Encephalogramms begnügen wollen.

Die erste Schwierigkeit bei der Planimetrie des Encephalogramms, aber auch schon bei der bloßen Betrachtung des einfachen Schädelröntgenbildes — wir wollen das Encephalogramm im folgenden vorläufig beiseite lassen — tritt dann auf, wenn der Abstand der Röntgenröhre (*Fokus*) vom Röntgenfilm (*Bildebene*) nicht bei allen Aufnahmen desselben Röntgeninstituts oder derselben Klinik konstant ist. Wir produzieren bekanntlich bei nahem Fokusabstand einen „großen“ Schädel, bei weitem einen „kleinen“. (Siehe hierzu auch Abb. I.) Es ist also zunächst einmal zu fordern, daß alle Schädelröntgenaufnahmen derselben Klinik stets im gleichen Röhrenabstand angefertigt werden. Diese Forderung ist an sich nicht schwer zu erfüllen, wird aber oft nicht sorgfältig genug eingehalten. An sich wäre es sogar wünschenswert, daß sich sämtliche Fachkliniken eines einheitlichen Abstandes (wir würden 100 cm vorschlagen; üblich sind bisher im allgemeinen 75 cm, an einigen Kliniken sogar nur 65 cm gewesen) bedienen. Das wäre wohl kaum einheitlich durchzusetzen, u. a. nicht aus folgendem Grunde: Das mathematische Ideal wäre ein unendlicher Abstand der Röntgenröhre vom Film, da hierbei der Schädel in wahrer Größe abgebildet werden würde (abgesehen davon, daß Filmmaterial eingespart werden würde). Schon durch einen Röhrenabstand von 200 cm, wie ihn WOLFF und BRINKMANN versuchsweise angewandt haben, wird eine Projektion erreicht, die den wirklichen Größenverhältnissen wesentlich näher kommt. Aufnahmen in diesem Abstand können aber im allgemeinen unseren Röntgenröhren nicht

zugemutet werden, weil zur Erzielung brauchbarer Bilder zu lange Belichtungszeiten und zu hohe Spannungen erforderlich wären und weil zudem die Röntgenstative vielfach nicht für diese Röhrenentfernung eingerichtet sind. Jeder wird also Aufnahmen nach dem Vermögen seiner Apparatur anfertigen, und zwar in wirtschaftlich tragbarem und dennoch möglichst weitem Abstand.

Wir haben bisher stillschweigend vorausgesetzt, daß sich der Schädel, und zwar sein größter Innenquerschnitt, auf den es hier vorwiegend ankommt, bei der Aufnahme in möglichst nahem und konstantem Abstand zur Filmkassette befindet. Aber selbst diese Bedingung kann durchaus nur relativ verwirklicht werden. Abgesehen von der geringfügigen Inkonstanz, daß die Kopfblendentische, auf denen der Kopf aufliegt, in verschiedenen Röntgeninstituten und Kliniken unter Umständen eine verschiedene Dicke besitzen, den Kopf also in unterschiedlichem Abstand vom Film fernhalten, befindet sich der quer zum Strahlengang liegende größte Schädelquerschnitt, dessen Begrenzung bei der fertigen Aufnahme die Außenkontur bildet, in verschiedener Entfernung vom Kopfblendentisch und damit vom Film, einfach deshalb, weil ihn der unter diesem größten Querschnitt liegende Teil des Schädels von der Unterlage in Distanz hält, also z. B. bei der a.p.-Aufnahme der filmnahe Teil des fronto-occipitalen Durchmessers, welcher einer Neigung des Schädels zum Zentralstrahl in der gebräuchlichen „Deutschen Horizontalen“ entspricht, d. h. der Verbindungsebene vom oberen Orbitalrand zur Pyramidenkante parallel läuft. Wer — wie wir es getan haben — die Entfernung des größten Schädelquerschnitts von der Unterlage, auf der das Hinterhaupt ruht, an vielen Patienten nachmißt, wird ziemlich unterschiedliche Maße finden. — Hier handelt es sich aber zugegebenermaßen immer noch um kleine Fehlerquellen, die bei einfacher und großzügiger Betrachtung nicht so sehr ins Gewicht fallen, bei der planimetrischen Auswertung aber bereits beachtet werden sollten.

Wesentlich komplizierter liegen die Dinge beim Encephalogramm. — Zunächst: Für die planimetrische Erfassung der Fläche des größten relativen Schädelinnenquerschnitts gegenüber der des relativen Ventrikelquerschnitts zwecks Errechnung der hieraus erhältlichen, allein maßgeblichen Quotienten kommt aus Gründen, die bei WOLFF und BRINKMANN, aber auch bei KEHRER ausführlich erläutert worden sind, nur die a.p.-Aufnahme, also die Aufnahme bei Hinterhauptsauflage, in Frage, einmal deshalb, weil die hinteren Abschnitte der Vorderhörner zusammen mit der Cella media (ein Komplex, der dem „inneren Schmetterlingschatten“ entspricht) besonders kontrastreich und deshalb leicht meßbar sind und bekanntlich einen ausreichend verlässlichen und deshalb anerkannten Anzeiger für den Grad der Ventrikelgröße darstellen, zum anderen aus dem Grunde, weil bei dieser Lagerung nach den Erfahrungen

von LYSHOLM u. a. ein Luftfüllungsstand von schon 3 cm (seitlich gesehen) ausreicht, um diese Schmetterlingsfigur deutlich werden zu lassen. — Da aber nun diese für die Planimetrie einzig geeignete Figur (die wir uns hier mathematisch als Ebene denken müssen, obwohl sie recht unübersichtlichen und vor allem auch individuell unterschiedlichen räumlichen Verhältnissen ihre Entstehung verdankt) wesentlich weiter frontalwärts (und damit — nun immer bei der a.p.-Aufnahme — fokusnäher) als die Ebene des größten Schädelinnenquerschnitts gelegen ist, ändert sich unser Quotient (größte „Hirnfläche“ dividiert durch die Summe der rechten und linken „Hirnkammerfläche“, das heißt der rechten und linken inneren „Schmetterlingsflügel“) bei Veränderung der Fokusentfernung (siehe Abb. 1). WOLFF und BRINKMANN haben dieses Phänomen ausdrücklich hervorgehoben und durch Meßwerte belegt. Wir vermissen aber sowohl bei KEHRER als auch bei BRONISCH eine Erwähnung dieser Schwierigkeit, was allerdings auch nicht erforderlich wäre, wenn die Fokusentfernung bei allen Aufnahmen dieser Autoren und über Jahre hindurch immer die gleiche geblieben ist und die erhaltenen Quotienten nur vergleichsweise Bedeutung innerhalb einer Klinik besitzen sollen. Bei welcher Fokusentfernung haben diese Autoren ihre Untersuchungen vorgenommen? Das zu wissen, wäre für Nachuntersucher von Wichtigkeit; sonst können die anderen Institute und Kliniken, die ja vielleicht einen anderen Fokusabstand benutzen, die von den genannten Autoren empirisch ermittelten „normalen“ Quotienten und die bei der Mikroventrikulie beobachteten Quotienten nicht benutzen. In welchem Ausmaß sich hierbei die Quotienten ändern können, haben WOLFF und BRINKMANN so überzeugend herausgestellt, daß wir

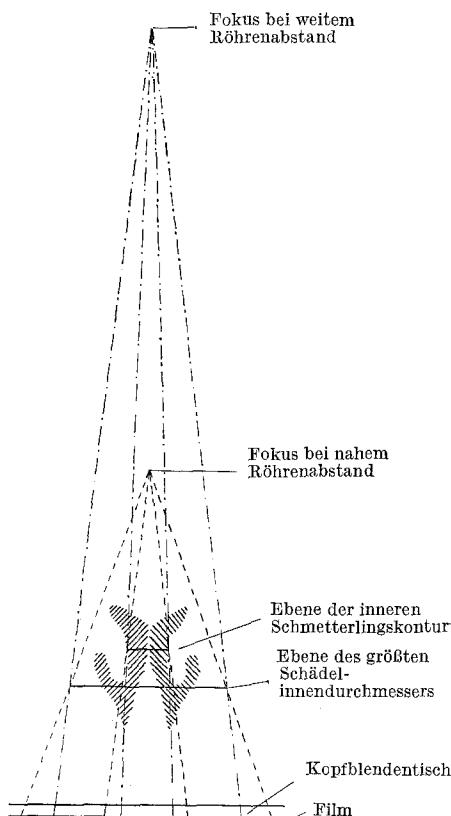


Abb. 1. Die Projektion der Schädel- und Ventrikelkontur auf den Film bei verschiedenen Röhrenabständen (Hinterhaupt aufliegend; der Schädel selbst ist mit Rücksicht auf ein weiteres, durch Abb. 3 noch zu erläuterndes Phänomen nicht eingezzeichnet worden).

hier auf die Mitteilung eigener Ergebnisse verzichten wollen. Sie haben z. B. in einem Fall bei 75 cm Fokusentfernung (wir nehmen an, sie meinen damit — wie wir — den Abstand vom Film) eine „Hirnfläche“ von 153 cm², eine Summe beider „Ventrikelflächen“ von 4,1 cm² und damit einen Quotienten von 37,36 gefunden, wogegen die entsprechenden Werte bei einem Fokusabstand von 200 cm 116,5 cm², 2,2 cm², Quotient 52,95 betragen haben.

Leider — das haben unsere Untersuchungen nun weiter ergeben — erschöpfen sich die Fehlerquellen noch nicht mit den oben aufgezählten Schwierigkeiten. Es kommen noch weitere hinzu¹:

1. Zunächst geht es um die alte, von KEHRRER ausführlich diskutierte Problematik, ob der Luftfüllungszustand der Ventrikel einen Einfluß auf deren Größe und Konturen hat und ob die Größenverhältnisse der Ventrikel bei ein und demselben Pat. und bei Annahme eines gleichen Ausmaßes der Luftfüllung innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeitspannen variieren können, vor allem durch wechselnde Durchblutungsverhältnisse. Wir möchten diese Möglichkeit unseren Erfahrungen zu folge nicht ablehnen, uns aber ersparen, in eine Diskussion hierüber einzutreten. Es sei immerhin daran erinnert, daß der Luftfüllungszustand der Seitenventrikel z. B. von einer eventuellen vorherigen Seitenlagerung abhängig ist. LEMKE hat diese Erscheinung, die heute wohl allen geläufig ist, 1943 mitgeteilt, indem er nachgewiesen hat, daß man durch längere vorherige Lagerung auf eine Seite nicht selten bei der darauffolgenden a.p.-Aufnahme veränderte Größenverhältnisse der Seitenventrikel erreichen kann.

2. Die Technik der routinemäßigen Schädelaufnahmen wird bezüglich der Lagerung und besonders der Neigung des Schädels (mental- oder frontalwärts bei der a.p.-Aufnahme) nicht nur in den verschiedenen Kliniken etwas verschieden gehandhabt, sondern es läßt sich überhaupt bei möglichst sorgfältiger und gleichmäßiger Lagerung nicht vermeiden, daß das Strahlenbündel manchmal in weniger idealer und — bei verschiedenen Aufnahmen — in jeweils etwas voneinander abweichender Richtung den Film trifft. Wir haben hierzu folgenden Versuch durchgeführt: Bei einem Pat. mit normalen Ventrikelverhältnissen sind hintereinander eine ganze Reihe von a.p.-Aufnahmen gemacht worden, und zwar zwischendurch mit jedesmaligem Aufrichten und baldiger erneuter, sorgfältiger Lagerung des Pat. Es hat sich dann bei der Auswertung der so erhaltenen Aufnahmen herausgestellt, daß sich praktisch jede Lage von der anderen etwas unterscheiden hat, was sich angedeutet schon bei der einfachen Betrachtung, vor allem dann aber bei der Planimetrie am Quotientenwert unliebsam bemerkbar gemacht hat.

Wir halten uns im allgemeinen bei der hier in Frage kommenden a.p.-Aufnahme an die sogenannte „Deutsche Horizontale“, also an eine derartige Neigung des Schädels, daß sich die oberen Orbitalräder etwas oberhalb der Pyramidenoberkante projizieren. Einige Kliniken haben diese Schädelneigung etwas variiert. Hierher gehört die Erwähnung des von TORKILDSEN und PIRIE überzeugend illustrierten, an sich naheliegenden Phänomens, daß die Schmetterlingsfigur der Seitenventrikel (aber auch deren Flächeninhalt!) vom Grad der Mental- bzw. Frontalwärtsneigung des Kopfes abhängig ist (Abb. 2). Derartige Variationen müssen natürlich die generelle Brauchbarkeit der planimetrischen Werte einschränken. — Selbstverständlich muß besonders bei den planimetrisch auszuwertenden

¹ Herrn Dipl.-Mathematiker C. FRISCHMUTH vom Institut für angewandte Mathematik an der Universität Jena sei an dieser Stelle für seine Unterstützung bei Überlegungen und Berechnungen herzlich gedankt.

Aufnahmen darauf geachtet werden, daß keine seitlichen Verkantungen vorkommen, d. h. also, daß die Sagittallinie des Schädels tatsächlich senkrecht zum Film steht. Andernfalls entstehende Verprojizierungen können bei der a.p.-Aufnahme den einen „Schmetterlingsflügel“ scheinbar vergrößern, den Schädelinnenquerschnitt auf unvorstellbare Weise verändern und damit den wahren Quotienten verfälschen. (Der Zentralstrahl muß darüberhinaus selbstverständlich richtig zentriert werden.)

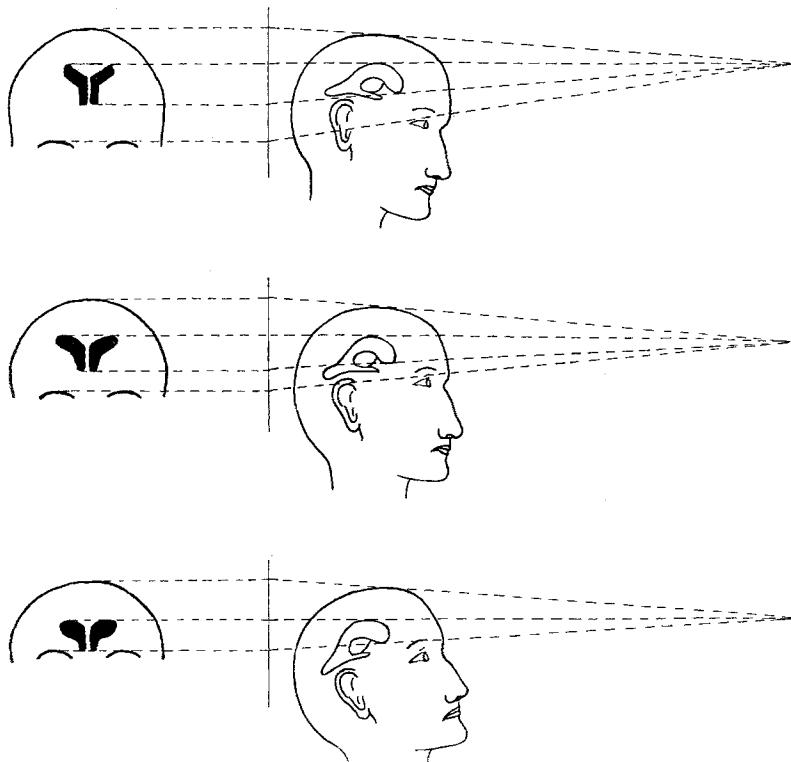


Abb. 2. (In Anlehnung an eine Skizze von TORKILDSEN und PIRIE.)

3. Die Messungen können (aus verschiedenen technischen Gründen) leider nicht an den Röntgenbildern selbst, sondern nur an flächengetreuen Pausen vorgenommen werden. Auch hier schleichen sich verschiedene Fehlerquellen ein. WOLFF und BRINKMANN erwähnen lediglich die Fehlergrenze des Planimeters selbst (auch wir haben übrigens ein Coradi-Planimeter benutzt); diese beträgt allerdings nur die minimale Spanne von $\pm \frac{1}{10}$ cm². Aber schon beim Abpausen mit der Hand (es sei denn, es werden Kontaktabzüge auf Fotopapier benutzt) treten immer Differenzen auf, denen wir ebenfalls nachgegangen sind. Die Fehlergrenze bei der Bestimmung der relativen „Hirnfläche“, die 1. aus der *unvermeidbaren* Ungenauigkeit bei der Schädellagerung, 2. aus der Ungenauigkeit der Abpausung und 3. aus der Ungenauigkeit des Ausplanimetrierens (sämtlich bei möglichst exakter Technik) erwächst, beträgt etwa ± 2 cm².

4. Bei der Abpausung der Filme (dasselbe ist aber auch bei der Auswertung von positiven Kontaktabzügen der Fall) sind wir uns nicht selten im Zweifel gewesen, wo die Umrisse des Schädelinnenraumes im Bereich der Schädelbasis anzunehmen sind (bei der einigermaßen kontrastreichen Schmetterlingsfigur besteht diese Schwierigkeit nicht). Zunächst einmal müßte überhaupt geklärt werden, welche Begrenzung hier einheitlich angenommen werden soll. WOLFF und BRINKMANN haben als Basis der „Schädelinnenfläche“ die oberen Pyramidenkanten und eine Verbindungslinie zwischen den beiderseitigen Pyramidenspitzen gewählt. Es wäre aber auch ebenso gut denkbar, daß man eine Begrenzung annimmt, welche die obersten erkennbaren Konturen der Schädelbasis verfolgt, also eventuell mit einer bogenförmigen Aussparung der Orbitaldächer median bis zu den Proc. clin. ant. verläuft. Aber selbst wenn das einheitlich gehandhabt wird, würden ab und zu Schwierigkeiten bei der Abpausung bzw. bei der planimetrischen Umfahrung der seitlichen Winkel über der Schädelbasis bestehen bleiben. Hier projizieren sich nämlich manchmal — besonders wenn der Schädel bei der Aufnahme eine Kleinigkeit mehr mentalwärts geneigt ist — recht schattendichte Linien hinein, welche die genannten Winkel des Schädelinnenraumes wesentlich abzurunden scheinen. Diese Linien entstehen bei der a.p.-Aufnahme durch die Projektion der frontalwärts konvergierend verlaufenden und sich gleichzeitig zur Schläfengrube hin einwölbenden vorderen, unteren Anteile der Scheitelbeine (von der größten Schädelbreite bis einschließlich zu den Kranznähten und deren inneren basalen Leistenansätzen hin) sowie der entsprechenden oberen Anteile der Schläfenbeine. Man könnte diese Linien einfach unberücksichtigt lassen, wenn die dadurch abgeschnittenen Winkel des Schädelinnenraums nicht oft so unübersichtlich konturiert wären. Besonders verwischt wird das Bild, wenn sich über die Norm hinausgehende Pneumatisierungen der lateralen Schädelbasis hineinprojizieren. — Kurz: Man ist sich manchmal beim besten Willen nicht im klaren, wo man die Begrenzung annehmen soll, was natürlich auf Kosten der Exaktheit der Werte des Schädelinnenraums und damit des Quotienten geht. Wir haben diese Fehlermöglichkeit an einer Serie von Aufnahmen, gewonnen an einem encephalographierten Pat., dessen Schädel die erwähnte Linienzeichnung zeigt, untersucht und sind zu folgendem Ergebnis gekommen: Bei „kleinerer Hirnfläche“, also bei Betrachtung dieser abrundenden Linien als untere, seitliche Begrenzung des Schädelinnenraumes, hat der Fehler der Lagerung, Abpausung usw. $\pm 1,4$ im Index, bei „größerer Hirnfläche“, also bei möglichst exakter Ermittlung des unteren, seitlichen Winkels über den Pyramiden, $\pm 1,3$ im Index, bei Konkurrenz beider Möglichkeiten der Beurteilung $\pm 1,8$ im Index betragen (alles bei konstantem Fokus-Film-Abstand von 100 cm).

Wir haben anfänglich gemeint, daß die Flächeninhalte bzw. damit die Quotienten vielleicht auf einen einheitlich angenommenen Fokusabstand (am besten natürlich auf Unendlich; das würde dann den wahren Größenverhältnissen entsprechen) irgendwie umgerechnet werden können, und zwar ausgehend vom tatsächlichen Fokusabstand, den entsprechenden planimetrischen Werten und einigen äußeren Schädelmessungen. Wir haben uns bemüht, hierfür einen brauchbaren mathematischen Weg zu finden, aber bald einsehen müssen, daß dies praktisch unmöglich ist, weil es nicht allein bei der bisher erwähnten Problematik bleibt (die mathematisch vielleicht noch zu bewältigen wäre), sondern noch weitere komplizierende Umstände hinzutreten. Die räumlichen Besonderheiten und Formvarianten der Schädelkapsel und der Seitenventrikel erlauben nämlich u. a. nicht die mathematische Annahme, daß die Entfernung der Ebene des größten Schädelinnenquerschnitts sowie der Ebene der „inneren Schmetterlingsflügel“ von der Bildebene bei Aufnahmen in verschiedenem Fokusabstand gleichbleibt, und zwar deshalb, weil die Lage dieser gedachten Ebenen bei Veränderung der Fokus-

entfernung wandert. Damit entfällt aber jede leidlich exakte rechnerische Grundlage. Wir wollen dies am besten an einer (stark übertrieben gezeichneten) Skizze aufzeigen (Abb. 3). Wir finden bei der Ventrikelmessung nicht die günstigen Verhältnisse vor wie etwa die Untersucher der Sella turcica, die aus dem Flächeninhalt der röntgenologisch projizierten Sella annähernd genau die wahren Flächengrößen

$$\text{nach der Formel } x = (a + b) \frac{1}{a} [a = \text{Sella-}$$

Fokus-Abstand; $b = \text{Sella-Film-Abstand}]$ errechnen können (GOLDHARDT, CARSTENS, WOLF).

Außerdem sind folgende Überlegungen anzutreten: Aus den unter 4. mitgeteilten Fehlern ergibt sich, daß die zweite Ziffer der Indexzahlen (also deren „Einerstelle“) auch bei festem Fokusabstand nur auf ± 2 angegeben werden kann. Der Fehler bei der Fokusabstandsänderung von 100 cm auf z. B. 189 cm (wir haben bei Kontrollaufnahmen diesen Abstand gewählt, weil unsere gebräuchlichen Stative diesen Abstand im allgemeinen noch zulassen, wenn man den Kopfblendentisch und damit den Pat. auf den Fußboden legt) beträgt ebenfalls etwa ± 2 der zweiten Ziffer, ist also von gleicher Größenordnung. Eine Umrechnung auf unendlich großen Fokusabstand hat bei solchen Grundlagen keinen Sinn, hat aber wahrscheinlich schon deshalb überhaupt keinen Sinn, weil bei größerem Abstand keine wesentliche verbindliche Änderung mehr eintritt. Bei Umrechnung des Indexwertes aus einer in 100 cm Fokusabstand angefertigten Aufnahme auf unendlich großen Fokusabstand multipliziert sich der gemessene Index bei Annahme eines Abstandes der (wie bereits ausgeführt: problematischen) Ebene des größten Schädelinnenquerschnitts von der (ebenso problematischen) Ebene, in der die „innere Schmetterlingsfigur“ entsteht, von 5 cm (was vermutlich sogar etwas hoch gegriffen ist) mit

dem Faktor $\frac{10}{9}$. D. h.: Bei einem Index von beispielsweise der mittleren Größen-

ordnung 30 wächst der Index ungefähr um 3. Die von uns anfangs geplante Umrechnung bei Annahme von konstanten Ebenen des größten Schädelinnenquerschnitts und des größten Ventrikelperipheriequerschnitts ist also deshalb ohne Sinn, weil schon bei konstanter Entfernung der Index nur auf ± 2 angebar ist. Das in Abb. 3 skizzierte Phänomen verkleinert außerdem die in unserer Näherung sich ergebende Umrechnungskorrektur. (Bei größeren Indexwerten würde die Umrechnungskorrektur noch etwas größer ausfallen, bei kleineren kleiner. Jedoch zeigt eine einfache Überlegung, daß bei größeren Indexwerten auch der bei konstantem Fokusabstand auftretende Fehler größer wird.)

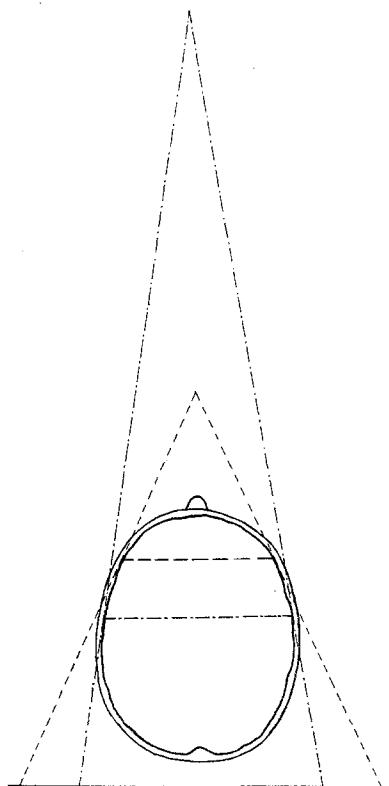


Abb. 3. Wanderung des (in der Projektion) „größten“ Schädelinnenquerschnitts bei verschiedenen Röhrenabständen (Hinterhaupt aufliegend; die Fokusabstandsverhältnisse sind stark übertrieben gezeichnet).

Wir haben eingangs einmal lediglich an eine genügende Beachtung mathematischer Regeln bei der einfachen Betrachtung des Encephalogramms erinnert und einheitliche Praktiken bei der Aufnahmetechnik vorgeschlagen. Wir haben zum anderen mit unseren obigen Überlegungen einige Zweifel an der Exaktheit der bisherigen planimetrischen Auswertung von Encephalogrammen hegen müssen. Damit betrachten wir praktisch die von KEHRER gefundenen und zum Teil als *absolut* behandelten Indexwerte lediglich als *relative* und nicht allgemein verbindliche Annäherungswerte. Wir halten es in diesem Zusammenhang aber durchaus für möglich, daß die von KEHRER sowie von BRONISCH gewonnenen Ergebnisse bezüglich der Mikroventrikulie noch einheitlicher ausfallen wären und vielleicht auch noch mehr die Konzeption, daß die Mikroventrikulie vorzugsweise bei Kranken mit cerebralen vasomotorischen Störungen, Anfallsleiden usw. zu finden ist, bestätigt hätten, wenn ein in jeder Hinsicht einheitliches technisches Verfahren benutzt worden wäre, welches geeignet ist, die meisten der oben genannten Fehlerquellen auszuschließen. — Ob die übrigen, bisher veröffentlichten Meßverfahren, die sich nicht der Planimetrie bedienen (ABRAMOWITSCH und WINKLER, SCHIERSMANN, DAVIDOFF und DYKE, GöLLNITZ), zu Ergebnissen kommen, die den wahren Größenverhältnissen besser entsprechen, möchten wir bezweifeln; technisch einfacher als die Planimetrie scheinen die zuletzt genannten allerdings zu sein. Meßtechnisch zu umständlich für unsere Zwecke ist die Millimeterpapiermethode nach HAAS, die sich z. B. bei der Sellamessung gut bewährt hat.

Wir selbst kennen bisher ein praktisch fehlerfreies Verfahren nicht, möchten aber hoffen, mit der vorliegenden Darstellung einen Anstoß zu weiteren, anders angelegten Untersuchungen in dieser Richtung gegeben zu haben. Notfalls genügt es vielleicht schon, wenn man folgendermaßen vorgeht: 1. Exakter und einheitlicher Fokusabstand bei allen Schädelleeraufnahmen und Encephalogrammen (z. B. 100 cm), auf alle Fälle innerhalb ein und derselben Klinik; 2. möglichst gleichbleibende Kopflagerung mit Neigung des Kopfes gemäß der „Deutschen Horizontalen“ bei der a.-p.-Aufnahme; 3. geschickte, überstrahlungsfreie Ausleuchtung der Peripherie des Schädelinnenraums (was bei der einfachen Betrachtung des Encephalogramms nicht so wichtig ist und deshalb zugunsten eines besseren Kontrastes des luftgefüllten Ventrikelsystems manchmal vernachlässigt wird), um eine übermäßige Schwärzung der Peripherie zu vermeiden, bzw. die Ausmessung der Schädelinnenkontur zu erleichtern; 4. Anfertigung von kontrastreichen Kontaktabzügen (auf besonders dünnes Fotopapier, damit die Meßrolle des Planimeters störungsfrei über den Papierrand rollen kann) und Nachzeichnung unsicherer Basisbegrenzung mit Tinte an Stelle von Handpausen; 5. Festlegung der Basisbegrenzung gemäß dem Vorschlag von WOLFF und BRINKMANN.

Abschließend möchten wir bei dieser Gelegenheit noch gewisse Bedenken gegen die von BRONISCH veröffentlichte Tabelle zur „Verteilung der Mikroventrikulie auf die einzelnen Krankheiten“ und deren Konsequenzen geltend machen. BRONISCH hat 72 Fälle von Mikroventrikulie gefunden, diese nach Krankheiten aufgeteilt, die jeweiligen Prozentzahlen gegenüber der Zahl von 72 errechnet und hieraus Schlüsse gezogen, vor allem auf die Verteilung der Mikroventrikulie bei den vasmotorischen und Anfallskrankheiten. Er spricht zunächst von einem „Überwiegen der Mikroventrikulie bei der genuinen Epilepsie“, indem er sich auf die entsprechende Prozentzahl (25% ; 18 Fälle gegenüber 72) beruft; für die Epilepsien und vasomotorischen Anfallsleiden zusammengekommen gibt er etwa 50% an (35 Fälle von 72). Nehmen wir zur Erläuterung einmal an, BRONISCH würde damit meinen (was indessen wohl nicht der Fall ist), daß bei den Anfallsleiden die Mikroventrikulie mit 50% in der Häufigkeit — sagen wir: gegenüber anderen Ventrikelgrößen — überwiegt, so läge ohne weiteres auf der Hand, daß seine Art der Statistik diesen Schluß nicht zuläßt, weil aus seinen Ausführungen nicht hervorgeht, wieviel Encephalogramme Anfallskranker insgesamt ausgewertet worden sind. Es könnte ja theoretisch die Möglichkeit bestehen, daß sich unter seinem Material überhaupt nur 35 Encephalogramme Anfallskranker befinden; dann wäre bei diesen Krankheiten in 100% der Fälle eine Mikroventrikulie anzutreffen. Wenn BRONISCH aber weiter zu dem Schluß kommt: „Vielmehr scheint die Mikroventrikulie der Ausdruck einer unspezifischen Gehirnanomalie zu sein, die höchstens bei der Epilepsie etwas häufiger vorkommen mag als bei anderen Erkrankungen“, so kann man wiederum annehmen, daß er doch einem ähnlichen Irrtum verfallen ist. Bei unterschiedlicher Zusammensetzung des Krankengutes von verschiedenen Kliniken und bei unterschiedlicher Indikationsstellung der Encephalographie muß diese seine Ansicht an Gültigkeit verlieren. Wir wollen das an einem Zahlenbeispiel erläutern: Angenommen, unter seinen 1594 Encephalogrammen haben sich solche von 350 Anfallskranken befunden, so könnten wir (mit allen Vorbehalten der Eigenheiten statistischer Rechnung und ungeachtet der oben ausführlich erläuterten Schwächen der planimetrischen Auswertung) erwarten, Mikroventrikulie bei 10% unserer Anfallskranken und bei etwa 3% der Summe der übrigen Kranken zu finden. In diesem (konstruierten) Fall käme also die Mikroventrikulie wesentlich häufiger bei Anfallskranken als bei der Summe der anderen Kranken vor. (Hierbei wäre aber immer noch zu berücksichtigen, daß die encephalographierten Kranken im allgemeinen schon eine gewisse Auslese — allerdings nach anderen Gesichtspunkten — darstellen, was den Wert der Statistik weiter schwächen würde, aber nicht zu ändern wäre, da wir nicht jeden Kranken encephalographieren können.)

Zusammenfassung.

Vorwiegend auf die Arbeiten von WOLFF und BRINKMANN, KEHRER sowie BRONISCH Bezug nehmend, die sich mit der Planimetrie des Encephalogramms beschäftigen, wird aufzuzeigen versucht, daß die bisher hierbei geübte Technik zu viele *Fehlerquellen* aufweisen muß, um befriedigende und allgemein verwertbare Ergebnisse zu erzielen. Es werden Hinweise gegeben, wie diese Fehler vermindert werden können. Auch für die einfache Betrachtung und Beurteilung der Schädelröntgenaufnahmen und Encephalogramme erscheint uns die Betrachtung der von uns gegebenen Hinweise nicht ganz unwesentlich.

Literatur.

ABRAMOWITSCH, D., u. H. WINKLER: Z. Neur. **127**, 454 (1930). — BRONISCH, F. W.: Nervenarzt **22**, 55 (1951). — CARSTENS, M.: Die klinische Bedeutung des Sellaprofils. Jena 1946. — DAVIDOFF u. DYKE: zit. bei GÖLLNITZ. — GOLDHARDT, E.: zit. bei CARSTENS. — GÖLLNITZ, G.: Nervenarzt **22**, 101 (1951). — HAAS, L.: Fortschr. Röntgenstr. **33**, 3/4. — Z. Neur. **122**, 705 (1929). — HEINRICH, A.: Z. Altersforsch. **I**, 4, 345 (1939). — KEHRER, F. A.: Arch. Psychiatr. u. Z. Neur. **179**, 430 (1948). — LEMKE, R.: Nervenarzt **16**, 401 (1943). — LYSHOLM, E.: Das Ventrikulogramm. Stockholm 1935. — SCHIERSMANN, O.: Einführung in die Encephalographie. Leipzig 1942. — TORKILDSEN, A., u. A. A. PIRIE: zit. bei SCHIERSMANN sowie WOLFF u. BRINKMANN. — WOLF, W.: Diss. Jena 1950. — WOLFF, H., u. L. BRINKMANN: Dtsch. Z. Nervenheilk. **151**, 1 (1940).

Oberarzt Dr. H. RENNERT, (15b) Jena, Psych. Univ.-Klinik,
Oberer Philosophenweg 3.