

H. DIETRICH

NEURO-RÖNTGENDIAGNOSTIK
DES SCHÄDELS

2. Auflage

NEURO-RÖNTGENDIAGNOSTIK DES SCHÄDELS

Von

Professor Dr. med. Heinz Dietrich

München

2., verbesserte und erweiterte Auflage

Mit 385 Abbildungen im Text



VEB GUSTAV FISCHER VERLAG JENA

1959

ES 17 · E

Alle Rechte vorbehalten · Printed in Germany
Copyright 1959 by VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
Lizenznummer 261 · 215/17/59
Gesamtherstellung: Druckerei Fortschritt Erfurt
Gesetzt aus Didot Antiqua

Dietrich
NEURO-RÖNTGENDIAGNOSTIK
DES SCHÄDELS

2. Auflage

Vorwort zur 1. Auflage

Das vorliegende Buch ist von einem Nervenarzt geschrieben und soll vor allem dem Fachkollegen in Klinik und Praxis ein Leitfaden bei der Aufnahme und Beurteilung von Schädelröntgenbildern sein. Darüber hinaus wurde eine möglichst vollständige, knappe Darlegung des normalen und pathologischen Hirnschädels im Röntgenbild angestrebt, so daß die „Neuro-Röntgendiagnostik des Schädels“ auch den Fachröntgenologen, den Chirurgen, den Augen- und Hals-Nasen-Ohrenspezialisten auf dem schwierigen Gebiet der Schädelröntgendiagnostik beraten kann.

Aus dem sehr umfangreich gewordenen Gebiet der Neuro-Röntgendiagnostik habe ich allein die Kraniographie behandelt. Die Kraniographie ist der älteste und in seiner wissenschaftlichen Bearbeitung abgeschlossenste Teil der Neuro-Röntgendiagnostik. Trotzdem ist seit der „Röntgendiagnostik der Erkrankungen des Kopfes“ des Wiener Altmeisters der Schädelröntgenologie A. SCHÜLLER (1912 und 1924) keine zusammenfassende Darstellung dieses Gebietes bisher gefolgt; das vorliegende Werk möge dazu beitragen, diese Lücke auszufüllen.

Das Bildmaterial stammt bis auf die Abbildungen 129 und 264/65, die ich dem Röntgeninstitut der Charité verdanke, aus der Röntgenabteilung der Universitäts-Nervenlinik der Charité, Berlin. Die Abteilung hat seit ihrer Gründung im Jahre 1927 über 50000 Patienten der Nervenlinik neuro-röntgenologisch untersucht.

H. DIETRICH

Berlin, im Mai 1952

Vorwort zur 2. Auflage

Die 2. Auflage des Buches wurde 4 Jahre nach Erscheinen der ersten notwendig, um die wichtigen Fortschritte auf dem Gebiet der Neuroradiologie des Schädels und die inzwischen zugänglich gewordene ausländische Literatur der Nachkriegsjahre aufnehmen und zugleich die technischen Unvollkommenheiten der 1. Auflage verbessern zu können. Eine völlige Neubearbeitung, eine erhebliche Erweiterung des Textes und Vermehrung der Abbildungen, die sämtlich der Röntgenabteilung der Nervenkl. der Charité Berlin entnommen sind, ist das Resultat.

Dem VEB Gustav Fischer Verlag danke ich für sein Bemühen, die Ausstattung der neuen Auflage auf den derzeit bestmöglichen Stand gebracht zu haben. Möge das Buch dieselbe gute, wenn nicht bessere Aufnahme bei den Lesern finden wie die erste Auflage.

H. DIETRICH

Inhaltsverzeichnis

Erstes Kapitel: Röntgendiagnostik des normalen Schädels und seiner Varianten

Technische Hinweise	1
P. a. Aufnahme	1
Nücho-frontale Aufnahme	2
A. p. Aufnahme	2
Profilaufnahme	2
Occiputaufnahme	3
Axiale Basisaufnahme	3
Tubus-Kontaktaufnahme	3
Tangentialaufnahme	3
Orbitaaufnahme	3
Nebenhöhlenaufnahme	4
Aufnahme des Canalis fasciculi optici nach RHESE-GOALWIN	4
Aufnahme des Schläfenbeins nach STENVERS	4
Größe, Form und Struktur des Schädels	5
Größe des Schädels	5
Form des Schädels	5
Dicke des Schädelknochens	6
Struktur des Schädelknochens	6
Impressiones gyrorum	7
Gefäßfurchen	8
Foveolae granulares	9
Diplovenen	11
Emissarien	12
Suturen	13
Röntgen-Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Knochen der Calvaria	15
Stirnbeinschuppe	15
Scheitelbein	17
Schläfenbeinschuppe	18
Hinterhauptsschuppe	19
Röntgen-Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Knochen der Schädelbasis	23
Vorderer Abschnitt der Schädelbasis	
im Profilbild	24
auf der Orbitaaufnahme	25
auf der Aufnahme des Canalis fasciculi optici nach RHESE-GOALWIN	27
Mittlerer Abschnitt der Schädelbasis	28
auf der Profilaufnahme	29
auf der axialen Aufnahme	29
Röntgen-Anatomie der Sella	31
Sellaentwicklung und sogenannte „Selladiagnostik“	34

Hinterer Abschnitt der Schädelbasis:	36
auf der Profilaufnahme	36
auf der p. a. Aufnahme	37
auf der axialen Aufnahme	37
auf der Aufnahme des Schläfenbeins nach STENVERS	38
Schädelinhalt	41
Epiphyse	41
Plexus chorioideus	43
Falx cerebri	44
<i>Zweites Kapitel: Entwicklungsanomalien des Schädels</i>	
Angeborene Defekte des Schädels	45
Schädellücken	45
Lückenschädel	50
Größenanomalien des Schädels	51
Mikrocephalus	52
Hydrocephalus	53
Gruppe der Turmschädel	55
Akrocephalus, Oxycephalus	57
Skaphocephalus	63
Trigonocephalus	65
Dysostosis cranio-facialis (CROUZON)	65
Akrocephalosyndaktylie (APERT)	68
Neuro-Dysostosen	71
Dysostosis cleidocranialis	71
Dysostosis mandibulo-facialis	72
Mongoloide Idiotie	73
Chondrodystrophie	74
Osteopetrosis (ALBERS-SCHÖNBERG)	75
Osteogenesis imperfecta	76
Anomalien der occipito-basalen Region und des cranio-cervicalen Übergangs	77
Platybasie	78
Basilare Impression	78
Atlanto-occipitale Verschmelzung	82
Anomalien des Epistropheus	84
KLIPPEL-FEILSches Syndrom	84
Klinische Befunde bei Anomalien des cranio-cervicalen Überganges	85
Asymmetrien des Schädels	87
Hemiatrophia cerebri	87
Kindliches chronisches subdurales Haematom	89
Plagiocephalie	93
Skoliosis capitis	98
Congenitale Ektodermosen	99
Neurofibromatose	99
Tuberöse Hirnsklerose	105
STURGE-WEBERSche Krankheit	109

Drittes Kapitel: Krankheiten des Schädelknochens

Stoffwechsel- und hormonale Dysregulationen	111
Hyperostose und Sklerose	111
Myopathien	122
Senile Osteoporose und senile Atrophie	123
Ostitis deformans PAGET	125
Fibröse Dysplasie (ALBRIGHTSches Syndrom)	132
Ostitis fibrosa generalisata cystica (v. RECKLINGHAUSEN)	135
Osteoklastom	135
Reticulosen	135
Morbus HAND-SCHÜLLER-CHRISTIAN	135
LETTERER-SIVESche Krankheit	137
Eosinophiles Granulom	137
Tumoren des Schädels	137
Osteom	137
Haemangiom	140
Epidermoid und Dermoid	142
Carcinommetastasen	144
Myelomatose (Plasmocytom)	147
Sarkom	148
Tumoren der Kopfschwarte	151
Entzündlich-infektiöse Erkrankungen des Schädelknochens	151
Osteomyelitis	151
Tuberkulose	153
Lues	153
Schädeltraumen	155
Fissur	155
Spaltfraktur	159
Impressionsfraktur	159
Lochfraktur	162
Operativer Defekt	163
Schädelbasisfraktur	165
Fremdkörper	166
Heilung der Schädelfrakturen	168
Komplikationen nach Schädeltraumen	169

Viertes Kapitel: Schädelveränderungen infolge intracranieller Krankheiten

Lokale Schädelveränderungen bei intracraniellen Erkrankungen	171
Lokale Veränderungen am Schädeldach	171
Umschriebene Vorwölbung und Verdünnung	171
Meningeom der Convexität	176
Congenitales arterio-venöses Aneurysma	190
Lokale Veränderungen an der Schädelbasis	191
Primäre Sellausur	191
Praesellare Tumoren	191
Intrasellare Tumoren	193

Suprasellare Tumoren	196
Parasellare Tumoren	200
Infrasellare Tumoren.....	210
Primäre Pyramidenusur.....	215
Druckschädel	222
Dehiszenz der Schädelnähte	223
Sekundäre Sellausur	226
Fernsymptome an den Pyramiden und der übrigen Schädelbasis	232
Verlagerung des Corpus pineale	233
Impressiones gyrorum	234
Pathologische intracranielle Verkalkungen	236
Verkalkungen von Tumoren	237
Meningeom	237
Oligodendrogliom und Astrocytom	241
Tumoren der hinteren Schädelgrube	247
Lipom	250
Sonstige Hirntumorverkalkungen	251
Intracranielle Verkalkungen nicht-geschwulstartiger Bildungen.....	252
Tuberkulose	255
Hirnabszeß	257
Toxoplasmose	257
Parasiten	263
Symmetrische Verkalkungen der basalen Ganglien	263
Verkalkungen bei unspezifischen infektiösen und parainfektiösen Encephalitiden ...	267
Verkalkungen intracranieller Blutungen	268
Literaturverzeichnis	271
Register	285

Röntgendiagnostik des normalen Schädels und seiner Varianten

Technische Hinweise

Für die röntgenologische *Routineuntersuchung* des Schädels sind Aufnahmen in verschiedenen Positionen erforderlich. Die Mindestzahl beträgt zwei, optimal sind vier Aufnahmen. In *pathologischen* Fällen sind oft zusätzliche Spezialaufnahmen indiziert. Eine Übersichtsaufnahme mit sagittaler und eine mit transversaler Strahlenrichtung bilden die unbedingt erforderlichen Standardaufnahmen. Die posterior-anteriore (p. a.) und die dextro-sinistrale (linksanliegende) Aufnahme werden bevorzugt. Wenn es Zeit und Geld gestatten, sollten auch die *axiale* Basisaufnahme und die *Occiputaufnahme* zur Routineuntersuchung des Schädels herangezogen werden.

Die Bezeichnung wie „anterior-posterior (a. p.)“, „submento-vertical“, „nucho-frontal“ geben die Richtung des vom Focus der Röntgenröhre kommenden Zielstrahles zum Untersuchungsobjekt an. Steht der Röhrenfocus nicht in der Raumsenkrechten, so wird die Aufnahme, je nach der Stellung der in der Körperlängsachse geschwenkten Röhre, als *cranial-* oder *caudalexcentrisch* bezeichnet (E. G. MAYER).

Die ausgeblendeten Schrägaufnahmen des Schädels sind häufig durch Autorennamen gekennzeichnet, z. B. Aufnahme des Canalis fasciiculi optici nach RHESE-GOALWIN (statt parieto-orbitale Aufnahme), Aufnahme des Schläfenbeins nach STENVERS, nach SCHÜLLER, nach E. G. MAYER usw.

Zur Ausführung der „normalisierten Schädelaufnahmen“ (E. G. MAYER, JANKER, GRASHEY-BIRKNER, SCHMÖGER u. v. a.) hat sich folgende Technik bewährt:

P. a. Aufnahme

1. Stirn und Nasenrücken liegen der Filmkassette auf.
2. Der Zielstrahl fällt zwei Querfinger oberhalb der Protuberantia occipitalis externa am Hinterhaupt ein, durchläuft den Schädel in der Mediansagittalebene, parallel zur Deutschen Horizontalen, und verläßt den Schädel an der Glabella. Die Richtung des Zielstrahls entspricht der „geraden Länge“ oder „oberen Horizontalen“ (Abb. 1).
3. Bei Kindern (und Erwachsenen mit großem Gesichtswinkel) gewinnt man die normalisierte p. a. Aufnahme bei senkrechtem Stand der Röhre über der Plattenmitte. Legt man bei Erwachsenen mit kleinem Gesichtswinkel Stirn und Nasenrücken auf, so würde bei unverändertem Focus der Zielstrahl nicht parallel zur Deutschen Horizontalen, sondern in einem zur Deutschen Horizontalen nach vorn oben offenen Winkel von etwa 10° , entsprechend der „größten Länge“ des Schädels verlaufen (Abb. 1). Der Nachteil dieser häufig anzutreffenden Projektionsvariante besteht darin, daß die Pyramidenäcker in die Orbitadächer projiziert werden. Vorteilhaft dagegen wirkt sich die Projektion der Dorsumfläche und der Processus alae parvae auf die Stirnbeinschuppe aus. Zur Parallelisierung des Zielstrahles mit der Deutschen Horizontalen wird bei der p. a. Aufnahme Erwachsener die Röhre um etwa 10° cranialwärts geschwenkt.

Nucho-frontale Aufnahme (HAAS, LYSHOLM)

Nach Lagerung des Kopfes wie zur p. a. Aufnahme wird die Röntgenröhre um 35° caudalwärts geschwenkt (Abb. 1). Die Aufnahme dient zur flächenhaften Darstellung der oberen Stirnbeinschuppe mit dem Zusammenfluß von Kranz- und Pfeilnaht und zur Planprojektion des Dorsum sellae (Abb. 41).

A. p. Aufnahme

Bei der anterior-posterioren Aufnahme verläuft der Zielstrahl am Schädel in umgekehrter Richtung wie bei der p. a. Aufnahme. Als Routineaufnahme wird sie in der Pneumencephalographie benutzt.

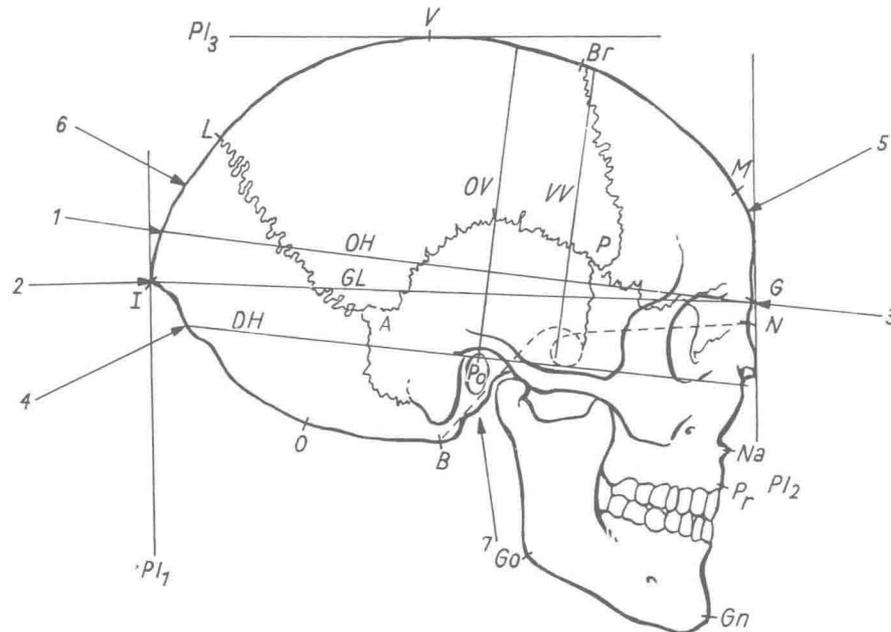


Abb. 1: Anthropologische Punkte und Linien am Schädel. Grobschematische Darstellung des Zielstrahls bei Übersichtsaufnahmen im sag. und axialen Strahlengang.

N = Nasion. G = Glabella. M = Metopion. Br = Bregma (Kreuzungspunkt der Kranz- und Pfeilnaht). V = Vertex. L = Lambda. I = Inion (Protub. occ. ext.). O = Opisthion (hinterer Medianpunkt des For. occ. magn.). B = Basion (vord. Medianpunkt d. For. occ. magn.). P = Pterion (hint. oberer Punkt des gr. Keilbeinflügels). A = Asterion (Zusammenfluß der Sut. parietomast., Sut. occipitomast. und Lambdanaht). Po = Porion. Go = Gonion. Gn = Gnathion. Pr = Prosthion. Na = Nasospinale.

DH = Deutsche Horizontale (Linie vom Margo infraorb. über den oberen Rand des Por. ac. ext. zur Hinterhauptschuppe). GL = Größte Länge. OH = Obere Horizontale oder Gerade Länge. OV = Ohrvertikale. VV = Vordere Vertikale. Gestrichelte Linie = Basiswinkel (Nasion-Dorsumspitze/Dorsumspitze-Basion, normal zwischen 130° – 150°).

Pl_{1–3} = Lage der Röntgenplatte bei a. p., p. a. und submentovertikalem Strahlengang.

Pfeile = Richtung des Zielstrahls: 1. normalisierte p. a. Aufnahme. 2. modifizierte p. a. Aufnahme. 3. a. p. Aufnahme. 4. nuchofrontale Aufnahme. 5. Occiputaufnahme. 6. Orbitaeaufnahme. 7. axiale Basisaufnahme.

Profilaufnahme (seitliche oder transversale Aufnahme)

1. Der Patient bleibt wie zur p. a. Aufnahme auf dem Bauch liegen. Lysholm- und Forselltisch ermöglichen eine Aufnahme des Schädels in der bequemerer Körper-Seitenlage. Der Kopf liegt auf der linken Seite. Die anliegende Seite wird durch einen Bleigummibuchstaben auf der Kassette markiert.
2. Die Mediansagittalebene des Kopfes (Nasion-Kinn-Inion-Ebene) liegt horizontal und plattenparallel.
3. Die Deutsche Horizontale läuft parallel mit dem oberen und unteren Plattenrand.
4. Der Röhrenfocus steht senkrecht über der Plattenmitte.

5. Der Zielstrahl durchsetzt den Schädel in der „vorderen Vertikalebene“, ein bis zwei Querfinger oberhalb der Deutschen Horizontalen; diesem Punkt entspricht am Patienten die Mitte der Verbindungslinie zwischen der Mitte des lateralen Orbitarandes und dem Porus acusticus externus.
6. Die Sellaaufnahme ist eine die Pars sellaris der Schädelbasis ausblendende Profilaufnahme.

Occiputaufnahme

Die Occiputaufnahme ist eine äußerst wertvolle Aufnahme des Schädels, die leider nicht genügend benutzt wird. Frakturen am Occiput sind mit anderen Projektionen schwer zu erkennen. Usuren und Verkalkungen in der hinteren Schädelgrube und am Kleinhirnbrückenwinkel sind durch Vergleich der beiden Seiten gut zu beurteilen. Nahtanomalien kommen besonders im Bereich der Hinterhauptsschuppe (Inkabein) vor.

Nach Lagerung des Kopfes wie zur a. p. Aufnahme wird die Röhre um 35° cranialwärts geschwenkt (Abb. 1).

Axiale (submento-verticale) Basisaufnahme

1. Rückenlage des Patienten mit unterpolsterten Schultern (weniger günstig ist die Bauchlage, bei der Kinn und Kehlkopf der Kassette aufliegen).
2. Der Scheitel des stark nach hintenüber gebeugten Kopfes wird auf die Kassettenmitte gelegt.
3. Die Röhre wird um so viele Grade caudalwärts geschwenkt, daß
4. der Zielstrahl senkrecht zur Deutschen Horizontalen auf den Mittelpunkt der Verbindungslinie beider Pori acustici externi („Ohrlinie“) trifft (Abb. 4).

Die axiale Basisaufnahme dient zur Darstellung der Keilbeinhöhlen und hinteren Siebbeinzellen, der Partes temporales der mittleren Schädelgrube mit den Foramina und zur flächigen Projektion der hinteren Schädelgrube.

Tubus-Kontaktaufnahme

Der zu untersuchende Teil der Schädelkapsel liegt ohne Buckyblende auf der Filmkassette. Die Röhre, mit einem kurzen mittelweiten Tubus versehen, wird dem Schädel soweit genähert, daß der Tubusrand der gegenüberliegenden Schädelwand aufsitzt.

Die Kontaktaufnahme beseitigt störende Überlagerungen des plattenabliegenden Schädelknochens und dient zur besseren Darstellung bereits auf den Übersichtsaufnahmen lokalisierter Nahtvarianten, Fissuren, Usuren usw. (Abb. 64).

Tangentialaufnahme

Der Kopf wird so auf den Tisch gelagert, daß die zu untersuchende Stelle der Schädelkapsel vom Zielstrahl tangential getroffen wird. Die Streustrahlen werden mit einem engen langen Tubus (obere Öffnung 1,5 cm) primär abgeblendet.

Orbitae- oder Brillenaufnahme

1. Lagerung des Patienten wie zur p. a. Aufnahme.
2. Die Röhre wird um 20—30° cranialwärts geschwenkt (Abb. 1). Die Pyramiden werden dadurch aus den Orbitae fortprojiziert. Man erreicht denselben Effekt, indem man nicht die Röhre verändert, sondern Nase und Kinn des Patienten auf die Kassette auflegen läßt.

Die Aufnahme dient in der Neuro-Röntgenologie hauptsächlich zur flächigen Darstellung der vorderen Wände der mittleren Schädelgrube.

Nebenhöhlenaufnahme

1. Patient legt Kinn und Nasenspitze bei geöffnetem Mund auf die Mitte der Platte.
2. Der Focus steht in der Raumsenkrechten über der Plattenmitte.
3. Der Zielstrahl zielt auf die Mitte der Verbindungslinie der unteren Orbitalränder, bildet also mit der Deutschen Horizontalen einen nach oben offenen Winkel von 45° .

Aufnahme des Canalis fasciculi optici nach RHESE-GOALWIN

RHESE hat 1911 den Canalis fasciculi optici nicht achsengerecht sondern queroval-verzogen in die Mitte der Orbita projiziert. Nach GOALWIN, PFEIFFER, SCHEUERMANN u. a. soll sich das Kanallumen,

um eine genaue Größenbestimmung zu ermöglichen, in dem äußeren unteren Quadranten der Orbita darstellen. Nach GOALWIN divergieren die Achsen beider Kanäle nach den weiteren äußeren Orbitalrandwinkeln. Eine mehr mittelständige Projektion verursacht eine projektivische Verkleinerung des Kanals, hat allerdings den Vorteil, daß außer dem Canalis fasciculi optici auch der Processus alae parvae und die Fissura orbitalis cerebralis zur Darstellung kommen.

SCHMÖGER, welche die Aufnahmetechnik verschiedener Autoren eingehend beschrieben hat, mißt die GOALWINSCHEN Winkel mit der Mediansagittalebene (durchschnittlich $37,9^\circ$) und der Deutschen Horizontalen (durchschnittlich $38,3^\circ$). Sie benutzt als Hilfsmittel eine LANGENBECKSche Wippe, einen Winkelmesser und je ein Band, das die Mediansagittalebene und die Deutsche Horizontale am Patienten markiert. Der Zentralstrahl fällt senkrecht auf die Filmkassette. Deutsche Horizontale und Mediansagittalebene bilden mit der Kassettenebene je einen Winkel von etwa 52° ($90^\circ - 38^\circ$).

Viele arbeiten nach der einfachen Methode von FAVA. Nach FAVA läuft die Achse des Canalis fasciculi optici einer Seite parallel mit einer Linie, welche die Protuberantia occipitalis externa mit der Spitze des Warzenfortsatzes der gleichen Seite verbindet (Abb. 2).

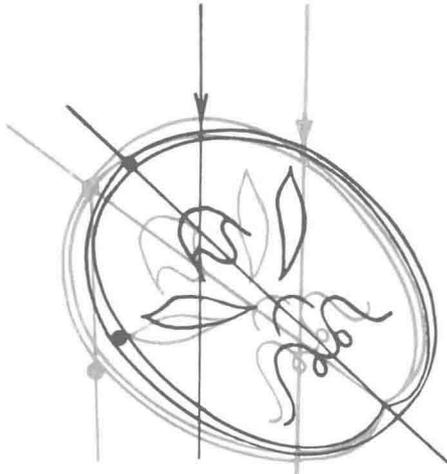


Abb. 2: Aufnahme nach STENVERS (schwarz) und nach RHESE-GOALWIN (rot).

STENVERS: Schädel um 45° nach der aufzunehmenden Seite neigen. Röhre um 12° caudalwärts schwenken. Der Zielstrahl fällt auf die Pyramidenmitte. RHESE-GOALWIN: Schädel um 50° nach der aufzunehmenden Seite neigen.

Röhre um 10° nach cranial schwenken. Protub. occ. ext. und Spitze des Warzenfortsatzes müssen senkrecht übereinander stehen (rote Punkte). Der Zielstrahl fällt achsengerecht durch den Can. fasc. opt.

1. Bauchlage des Patienten.
2. Der Kopf wird nach der Seite der aufzunehmenden Orbita geneigt, so daß die Protuberantia occipitalis externa senkrecht über der Spitze des Warzenfortsatzes derselben Seite steht.

3. Der untere äußere Quadrant der Orbita liegt der Mitte der Platte auf.
4. Der Focus der Röhre wird um 10° cranialwärts geschwenkt.

Aufnahme des Schläfenbeins nach STENVERS

Das Ziel dieser Aufnahme ist es, den Längsschnitt der Pyramide und das in der Längsachse der Pyramide liegende Innenrohr ohne Verprojizierung und ohne störende Schatten von seiten der Calvaria und der Schädelbasis auf den Film zu entwerfen. Die Pyramidenachsen bilden mit der Mediansagittallinie einen nach hinten offenen Winkel von 45° (Abb. 2).

1. Bauchlage des Patienten.
2. Der Kopf wird um 45° nach der zu untersuchenden Seite geneigt.

3. Der obere Orbitalrand und das Jochbein der zu untersuchenden Seite liegen der Platte auf und stützen den Kopf in seiner Schräglage.
4. Die Röhre wird um 12° caudalwärts geschwenkt, um das Labyrinth und das Tympanum auseinanderzuprojizieren (STENVERS).
5. Der Zielstrahl fällt neben der Protuberantia occipitalis externa auf der abliegenden Seite der Calvaria ein und verläßt zwischen Orbita und Porus acusticus externus der anliegenden Seite die Calvaria. Die Pyramide wird auf die dünnste Stelle der Calvaria, das Zentrum der Schläfenschuppe projiziert.

Größe, Form und Struktur des Schädels

Jedes Schädelbild muß als Ganzes und in seinen Teilen gründlich studiert werden. Der erste Überblick gilt der Größe und Form des Schädels sowie den sofort in die Augen fallenden pathologischen Befunden an der Sella, intracraniellen Verkalkungen, Usuren der Kalotte usw. Um eine maximale Befundaubeute zu gewinnen und auch Varianten nicht zu übersehen, ist es erforderlich, jedes Teilstück des Schädels Revue passieren zu lassen. Man beginnt z. B. auf der Profilaufnahme an der Nasenwurzel (Glabella) und folgt der äußeren Kontur des Schädeldaches. Dann wird die Kalottenfläche von vorn nach hinten in Augenschein genommen und die Facies interna und externa der Schädelbasis ein- bis zweimal inspiziert. Erst zum Schluß wendet man sich den speziellen röntgen-anatomischen Gebieten des Schädels, der Sella, den Orbitae, den Pyramiden, der Gefäßzeichnung, den Nähten, Verkalkungen usw. zu und zieht die entsprechenden Spezialaufnahmen zu Rate. Bevor man sich der Betrachtung einzelner Schädelknochen zuwendet, sind Größe, Form, Dicke und Struktur des Schädels zu beurteilen. Zur röntgenologischen *Craniometrie* und zur Orientierung am Röntgenbild des Schädels bedienen wir uns einiger Punkte, linearer Maße und Winkel der Anthropologie (Abb. 1).

Größe des Schädels

Die Größe des Schädels hängt zwar vom Alter ab, jedoch ist infolge der schon erheblichen Gehirnentwicklung des Neugeborenen der Horizontalumfang seines Schädels bei der Geburt relativ groß. Im weiteren Wachstum des Schädels unterscheidet man seit MECKEL zwei Perioden: die erste reicht von der Geburt bis zum 7. Lebensjahr; in dieser Periode schreiten bis zum Ende des zweiten Jahres die Längen-, Breiten- und Höhenmaße des Schädels schnell voran, später wölben sich Hinterhaupt und Scheitelbeine. Mit Abschluß der ersten Periode ist der endgültige Horizontalumfang des Schädels fast erreicht. In der zweiten Wachstumsperiode entwickeln und formen sich das Stirnbein und der Gesichtsschädel. Von der Pubertät bis zum 20. Lebensjahr verändert sich nur noch der Gesichtsschädel.

Die altersabhängige Veränderung der röntgenologischen Strecken- und Winkelmaße bearbeiteten BERGERHOFF und Mitarbeiter, deren Technik in den Originalarbeiten nachgelesen werden muß. Ihre Befunde sind den klassischen anthropologischen Messungen überlegen. Unter anderem ist die Basislänge der vorderen Schädelgrube vom 3. Lebensjahr an mit 61 mm konstant. Vom 3. Lebensjahr bis zur Pubertät findet sich eine vornehmliche Wachstumstendenz im Bereich der hinteren Schädelhälfte; der Schädel wächst nach dorsal und cranial. Die endgültige Schädelform wird weitgehend durch die Größenzunahme der oberen Hinterhauptsschuppe bestimmt. In der Pubertät (12.—15. Lebensjahr) vergrößert sich das Hirnschädelvolumen durch sein Breitenwachstum. Nach der Pubertät wird die Kalotte allmählich flacher.

Form des Schädels

Die klassischen anthropologischen Formen des Schädels lassen sich auch auf den Röntgenübersichtsaufnahmen aus der größten Länge des Schädels (Glabella bis Inion = durchschnittlich 18 cm), der größten Breite (durchschnittlich 14,6 cm) und der Höhe (durchschnittlich 13,5 cm) bestimmen. Hat

man die größte Länge, Breite und Höhe errechnet, dann pflegt man der Vergleichung wegen die Länge (L) = 100 zu setzen und die Breite (B) und Höhe (H) in Prozentzahlen anzugeben.

$$\text{Breitenindex I} = \frac{100 \times B}{L}$$

Innerhalb der aus dieser Formel sich ergebenden Zahlen unterscheidet man drei Gruppen:

Dolichocephale (langköpfige) Schädel: Index unter 75.

Mesocephale Schädel: Index zwischen 75 und 80.

Brachycephale (kurzköpfige) Schädel: Index 80 und darüber.

Der Höhenindex wird aus der Formel

$$\text{Höhenindex I} = \frac{100 \times H}{L}$$

berechnet. Individuen mit einem Höhenindex über 75 sind *hypsicephal*, von 70—75 *orthocephal*, unter 70 *platycephal*. In der praktischen Neuro-Röntgenologie wird diese Formeinteilung des normalen Schädels kaum benutzt.

Dicke des Schädelknochens

Die Dicke des Schädeldaches wird auf der seitlichen Aufnahme am Metopion, bei Schädelhyperostosen an der dicksten Stelle der Stirnbeinschuppe gemessen. Die durchschnittliche normale Gesamtdicke der Stirnbeinschuppe beträgt beim Kind je nach dem Alter 3—5 mm, bei der Frau 5—7 mm, beim Mann 7—9 mm im Röntgenbild. Die einzelnen Knochenschichten lassen sich auf dem Röntgenfilm nur ungenau messen, da beide Tafeln ohne scharfe Grenze in die Diploe übergehen; jedoch läßt sich das Verhältnis der drei Schichten beurteilen. Die Dicke der Lamina externa verhält sich zur Dicke der Diploe und der Lamina interna beim Kind etwa wie 1 : 2 : 1, beim Mann etwa wie 1 : 3 : 2, bei der Frau etwa wie 1 : 2 : 2, jenseits des 60. Lebensjahres bei beiden Geschlechtern etwa wie 1 : 5 : 1. Beim Mann praedominiert im Flächenbild des Schädeldeckknochens die Diploe, bei der Frau die Lamina interna; im Greisenalter bei beiden Geschlechtern die Diploe.

Struktur des Schädelknochens

Die Struktur des Schädelknochens im Röntgenbild ist von der Ausbildung und Dicke der drei Schichten des Schädelknochens abhängig. Der Knochen der Calvaria besteht aus der *Lamina externa*, der *Diploe* und der *Lamina interna*. Die drei Schichten differenzieren sich schon während des ersten Lebensjahres aus dem Maschen- und Bälkchenwerk des fetalen Knochens.

Die *Lamina externa* trägt bis zum 7. Lebensjahr durch pericraniellen Knochenanbau zur Verdickung der Calvaria und damit zum Wachstum des Schädels bei; Stillstand oder geringer Anbau herrscht in den folgenden Jahren und im Erwachsenenalter; der pericranielle Abbau der *Lamina externa* beginnt etwa mit dem 50. Lebensjahr.

Die *Diploe* ist der ursprüngliche fetale Knochen, zu dem später Trümmerwerk des äußeren und inneren Lamellenknochens hinzukommt. Im hohen Alter verbreitet sich die Diploe auf Kosten beider Knochen tafeln. Sie ist im Röntgenbild bei Frauen meist feinporig, bei Männern häufig grobporig-spongiös (Abb. 3).

Die *Lamina interna* wird im fetalen Leben und im ersten Lebensjahr durch Knochenabbau dünner (BERNSTEIN, ERDHEIM), in den folgenden Jahren durch steten lamellären Knochenanbau dicker. Das Schädeleavum vergrößert sich durch Randwachstum an den Nähten. Im Erwachsenenalter wird nur in größeren Zeitintervallen Knochen angebaut; im Greisenalter kann der Knochenanbau wieder sehr intensiv sein. Knochenanbau und -abbau an der Lamina interna gehen von den Osteoblasten und Osteoklasten der *Dura* aus.

Lamina externa und interna bestehen histologisch aus je zwei Schichten: an das Periost (Pericranium und Dura) schließt sich eine an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Lebensjahren unterschiedlich dicke lamelläre Schicht an („primärer Knochen“, BERNSTEIN). Die zweite, innere Schicht besteht aus HAVERSSchen Lamellensystemen und ist durch Umbau aus dem primären lamellären Knochen hervorgegangen („sekundärer Knochen“, BERNSTEIN). Die Diploe setzt sich aus mehr oder weniger weiten Markräumen und HAVERSSchen Lamellensystemen + Schaltlamellen, den *Knochenbälkchen* zusammen.

Die Buntheit des Röntgenbildes der Schädelkalotte ist durch das Vorhandensein von Impressiones gyrorum und Juga cerebrialia, Gefäßfurchen, Diploevenen und Foveolae granulares (Pacchionische Gruben) und den Nahtlinien der flachen Schädelknochen bedingt.



Abb. 3: Grobporige Diploe eines männlichen Schädels.

Impressiones gyrorum

Die rundlichen Aufhellungen und die dazwischen liegenden schmalen Verdichtungen im Röntgenbild entsprechen dem Innenrelief des Schädels. Das Innenrelief wird durch die unmittelbar darunter liegenden Substanzen (Liquorraum, Windungen und Furchen des Gehirns) geformt (MAIR, JACKSON u. a.). Normalerweise findet sich die stärkste Ausbildung der Impressiones gyrorum auf dem Boden der vorderen und mittleren Schädelgrube; nach cranial nehmen sie ab, das Gebiet der Cisterna fossae Sylvii bleibt ausgespart, im Scheitelbereich fehlen sie völlig (SMITH-AGREDA). Der mechanische (hydrostatische) Druck, welcher sich nach dem PASCALSchen Gesetz allseitig auswirken müßte, ist bei der Formung des Innenreliefs weniger wirksam als ein biologischer *lokaler Wachstumsreiz* auf die Osteoblasten der Dura.

Es ist bekannt, daß unter normalen Hirndruckverhältnissen Impressiones gyrorum in der Kindheit entstehen und später wieder verstreichen. Bis zum 2. Lebensjahr finden sich im Röntgenbild nur wenige Impressiones, dann folgt ein steiler Anstieg bis zum 4. Lebensjahr, der sich plateauartig bis zum 9. Lebensjahr hält und bis zum 14. Lebensjahr wieder abfällt (MACAULEY).

REICHARDT wies als erster auf die Abhängigkeit der Impressiones gyrorum vom Verhältnis Schädelkapsel: Hirnvolumen, d. h. von der Größe des *Spielraumes* zwischen Gehirn und Schädelkapsel hin. BÖNINGS anatomische Untersuchungen ergaben, daß der Spielraum bei Kindern am kleinsten ist; vom 7. bis 19. Lebensjahr nimmt er zu; im Erwachsenenalter ist er bei Männern um 40–50 ccm absolut größer als bei Frauen. Man sieht daher bei Frauen Impressiones gyrorum im Röntgenbild häufiger als beim männlichen Geschlecht. Mit dem 6. Jahrzehnt und dem Beginn der Hirninvolution gewinnt der Spielraum die größten Ausmaße, die Impressiones gyrorum verschwinden. Eine Vermehrung der Impressiones gyrorum läßt sich nur approximativ diagnostizieren, da eine Norm für ihre Zahl nicht vorliegt. Die Deutlichkeit der Impressiones gyrorum ist von der Dicke des Schädels und der Dichte der Lamina interna abhängig. DAVIDOFF unterscheidet sechs Gruppen: sehr gering, gering, leicht, mittel, deutlich, sehr deutlich. (Impressiones beim Druckschädel: Seite 220).