

ZEITSCHRIFT FÜR HALS- NASEN- UND OHRENHEILKUNDE

FORTSETZUNG DER
ZEITSCHRIFT FÜR OHRENHEILKUNDE UND FÜR
DIE KRANKHEITEN DER LUFTWEGE

SOWIE DES
ARCHIVS FÜR LARYNGOLOGIE UND RHINOLOGIE

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER HALS-,
NASEN- UND OHRENÄRZTE

HERAUSGEGEBEN VON

C. v. EICKEN
BERLIN

J. HEGENER
HAMBURG

W. LANGE
LEIPZIG

E. OPPIKOFER
BASEL

R. PERWITZSCHKY
BRESLAU

Sonderabdruck aus 43. Band. 3. Heft

Walter Lettenbauer:
Über die Pneumatisation des Felsenbeins



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1938

Z. Hals-
usw. Heilk.

ZEITSCHRIFT FÜR HALS- NASEN- UND OHRENHEILKUNDE

FORTSETZUNG DER
ZEITSCHRIFT FÜR OHRENHEILKUNDE UND FÜR
DIE KRANKHEITEN DER LUFTWEGE

SOWIE DES

ARCHIVS FÜR LARYNGOLOGIE UND RHINOLOGIE

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER HALS-,
NASEN- UND OHRENÄRZTE

HERAUSGEGEBEN VON

C. v. EICKEN
BERLIN

J. HEGENER
HAMBURG

W. LANGE
LEIPZIG

E. OPPIKOFER
BASEL

R. PERWITZSCHKY
BRESLAU

Sonderabdruck aus 43. Band. 3. Heft

Walter Lettenbauer:
Über die Pneumatisation des Felsenbeins



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1938

ISBN 978-3-662-31318-3 ISBN 978-3-662-31523-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-31523-1

Die „Zeitschrift für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde“

erscheint nach Maßgabe des eingehenden Materials zwanglos, in einzeln berechneten Heften, die zu Bänden von etwa 40 Bogen vereinigt werden.

Der Autor erhält einen Unkostensatz von RM 20.— für den 16seitigen Druckbogen, jedoch im Höchsthalle RM 40.— für eine Arbeit.

Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht, und zwar bis zum 31. Dezember desjenigen Kalenderjahres, das auf das Jahr des Erscheinens folgt. Hieraus ergibt sich, daß grundsätzlich nur Arbeiten angenommen werden können, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind, und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Bei Arbeiten aus Instituten, Kliniken usw. ist eine Erklärung des Direktors oder eines Abteilungsleiters beizufügen, daß er mit der Publikation der Arbeit aus dem Institut bzw. der Abteilung einverstanden ist und den Verfasser auf die Aufnahmebedingungen aufmerksam gemacht hat.

Die Mitarbeiter erhalten von ihrer Arbeit zusammen 40 Sonderdrucke unentgeltlich. Weitere 160 Exemplare werden, falls bei Rücksendung der 1. Korrektur bestellt, gegen eine angemessene Entschädigung geliefert. Darüber hinaus gewünschte Exemplare müssen zum Bogennettopreise berechnet werden. Mit der Lieferung von Dissertationsexemplaren befaßt sich die Verlagsbuchhandlung grundsätzlich nicht; sie stellt jedoch den Doktoranden den Satz zur Verfügung zwecks Anfertigung der Dissertationsexemplare durch die Druckerei.

Manuskriptsendungen werden erbeten an

Herrn Professor Dr. C. v. Eicken in Berlin NW 7, Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Luisenstraße 11,

Herrn Professor Dr. J. Hegener in Hamburg 36, Jungfernstieg 8,

Herrn Professor Dr. W. Lange in Leipzig, Universitäts-Hals-, Nasen- und Ohrenklinik, Liebigstraße 18a,

Herrn Professor Dr. E. Oppikofer in Basel, Steinengraben 38,

Herrn Professor Dr. R. Perwitzschky in Breslau, Universitäts-Ohren-, Nasen- und Halsklinik.

Im Interesse der unbedingt gebotenen Sparsamkeit wollen die Herren Verfasser auf knappste Fassung ihrer Arbeiten und Beschränkung des Abbildungsmaterials auf das unbedingt erforderliche Maß bedacht sein.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer.

43. Band.	Inhaltsverzeichnis.	3. Heft.
		Seite
Krüger, E. Arthur Thost†		267
Müller, Roland. Allgemeines über die Strahlenbehandlung von Tumoren. (Mit 4 Textabbildungen)		272
Wüst, Karl. Bericht über die Zerfräsung im Oesophaguseingang eingeklemmter Gebißprothesen mit Hilfe der <i>Seiffertschen</i> Fräse. (Mit 2 Textabbildungen)		281
Gadolin, Håkan R. Zur Wahl der Operationsmethode bei Osteomyelitis des Stirnbeins. (Mit 18 Textabbildungen)		283
Rode, B. Zur Technik des Gipsverbandes in der Behandlung der Nasenbeinfrakturen und -Deformitäten. (Mit 2 Textabbildungen)		294
Schütz, Walter. Kasuistischer Beitrag zur Larynxaktinomykose. (Mit 3 Textabbildungen)		296
Richter, Helmuth. Über Sequesterbildung bei der sog. „Übergangsform“ der akuten Mittelohrentzündung. (Mit 3 Textabbildungen)		301
Fleischmann, Otto. Kritische Betrachtungen über die Tübinger Lehre von der Schleimhautkonstitution		306
Lettenbauer, Walter. Über die Pneumatisation des Felsenbeins. Eine anatomische und röntgenologische Studie unter besonderer Berücksichtigung der konstitutionellen Verhältnisse. (Mit 2 Textabbildungen [12 Einzelbilder])		314
Bayer, Heinz G. A. Über Erkrankungen des Kehlkopfes und seiner Umgebung im Stereo-Röntgenbild. (Mit 5 Textabbildungen [9 Einzelbilder] und 1 Tafel)		336
Küttner. Neues Verfahren zum Verschluß von Antrumfisteln. (Mit 2 Textabbildungen)		345
Langenbeck, B. Subcutaner Abriß des Kehlkopfes mit Luxation nach unten. (Mit 1 Textabbildung)		350
Langenbeck, B. Operativ geheilter Fall von Meningitis, ausgehend von tiefliegenden Herden in der Felsenpyramide. (Mit 2 Textabbildungen)		354

(Aus dem Pathologischen Institut des Krankenhauses München-Schwabing
[Vorstand: Professor Dr. L. Singer].)

Über die Pneumatisation des Felsenbeins.
Eine anatomische und röntgenologische Studie
unter besonderer Berücksichtigung der konstitutionellen Verhältnisse.

Von
Walter Lettenbauer.

Mit 2 Textabbildungen (12 Einzelbilder).

(Eingegangen am 27. Mai 1933.)

*1. Kurze Literaturübersicht über das Zustandekommen der normalen
Pneumatisation bzw. Pneumatisationshemmung. Fragestellung.*

Die außerordentliche Vielgestaltigkeit, die man im Pneumatisationszustand des Felsenbeins antrifft, spiegelt sich in den zahlreichen Untersuchungen wider, die bisher auf diesem Gebiet angestellt wurden. Die große Variabilität mag mit ein Grund sein dafür, daß die verschiedenen Anschauungen über das Zustandekommen der Pneumatisation bzw. Pneumatisationshemmung zum mindestens teilweise doch recht erheblich auseinandergehen. Bezüglich der fetalen Entwicklung der Mittelohrräume nehmen *Preysing* und *Wittmaack* an, daß „der Anstoß zur Umwandlung des mit embryonalem Gewebe erfüllten Paukenraumes in einen Hohlraum durch das Einsprossen des Epithels von der Tube her gegeben wird“ (*Wittmaack*). Das Wesentliche in der nun folgenden Entwicklung sieht *Wittmaack* einerseits in der endgültigen Gestaltung des Schleimhautcharakters (Schleimhautkonstitution) durch fortschreitende Rückbildung des myxomatösen subepithelialen Gewebepolsters und andererseits in der vom Rückbildungsvorgang der Schleimhaut abhängigen weiteren Ausgestaltung der pneumatischen Räume, die — wie *Wittmaack* in Übereinstimmung mit *Eckert-Moebius* feststellt — bei normaler Entwicklung bis zum 3. Lebensjahr dauert.

Für die Pneumatisationshemmung kommt *Wittmaack* (ebenso auch *Krainz* u. a.) zu dem Schluß, daß durch entzündliche Vorgänge während der Entwicklungszeit die weitere Ausbildung pneumatischer Hohlräume durch Umwandlung des mesenchymalen Gewebes hintangehalten wird (hyperplastischer Schleimhautcharakter entsprechend der schleichend verlaufenden entzündlichen Prozesse bzw. der fibröse Schleimhautcharakter entsprechend der akuten exsudativen Entzündung).

Diese *Wittmaackschen* Untersuchungen hatten nicht nur theoretisches entwicklungsgeschichtliches Interesse, sondern sie waren nach seiner eigenen Auffassung auch für die Klinik von Bedeutung insofern, als es möglich sei, aus dem Pneumatisationsgrad Rückschlüsse auf den Schleimhautcharakter zu ziehen. Diese Anschauung bezüglich der pathologischen

gehemmten Pneumatisation ist nicht unwidersprochen geblieben. So haben *Knick* und *Witte* bei 25 klinisch erwiesenen Säuglingsotitiden durch Röntgenuntersuchungen nachgewiesen, daß im späteren Leben zum Teil überhaupt keine, zum Teil nur mäßige Pneumatisationshemmungen aufgetreten sind. Nach *Singer* ist die Gestalt und der Ausbildungsgrad pneumatischer Hohlräume im Schläfenbein abhängig von „idiotypischen und paratypischen Einflüssen“, für die er hauptsächlich entzündliche Erkrankungen im Säuglingsalter in Betracht zieht; die Auffassung der Abhängigkeit eines bestimmten Pneumatisationszustandes von einem bestimmten Schleimhautcharakter wird von ihm nicht geteilt.

Von den neueren Untersuchungsergebnissen interessieren vor allem die Ausführungen von *Rüedi*, wonach „das Epithel nur eine raumauskleidende und keine raumbestimmende Funktion in der ganzen Entwicklung erfüllt Nach diesen Beobachtungen des Entwicklungsvorganges entsprechen die verschiedenen Zustände in der Mittelohrraumentwicklung des Neugeborenen und die wechselnden Verhältnisse im Aufbau und in der Pneumatisation des Warzenfortsatzes idiotypischen Variationen im Sinne von *Albrecht* und *Schwarz*. Der komplizierte Wachstumsvorgang wird durch unbekannte Kräfte vom Mesenchym aus gesteuert“. Der sogenannten Otitis media neonatorum schreibt *Rüedi* keinerlei Einfluß auf die Raumgestaltung zu. Besonderes Interesse verdient bei seinen Ausführungen die Stellungnahme zu der Frage, in welcher Weise sich die verschiedenen Gewebe bei der Mittelohrraumgestaltung beteiligen; er kommt dabei bezüglich der Beteiligung des Knochens zu folgender Feststellung: „Der organvergrößernde Knochenbau, der raumbildende Knochenbau und die Pneumatisation verlaufen neben- und ineinander mit verschiedenem Rhythmus der einzelnen und der gesamten Vorgänge. Vielleicht besteht eine bestimmte Beziehung zwischen dem Knochenbau und der Rückbildung des submukösen Bindegewebes“. *Rüedi* verweist sodann auf die neueste Mitteilung von *Eckert-Moebius* über das Pneumatisationsproblem, wonach die wesentliche Ursache der eigentlichen Pneumatisation des Warzenfortsatzes und der Gesichtsknochen im Knochen selbst zu suchen sei, da es sich bei diesem Vorgang mehr um ein Knochenproblem als um ein Schleimhautproblem handle.

Mit dieser letzteren Frage ist das Pneumatisationsproblem nicht zum erstenmal von einem anderen Standpunkt als von dem des Schleimhautcharakters angegangen worden. So stellt *Wittmaack* bei normaler Entwicklung sehr bedeutende Unterschiede in der Pneumatisation fest insofern, als graziler Knochenbau mit reichlichen Markräumen günstiger für ein schnelles Fortschreiten der Pneumatisation ist als derber kompakter Knochen; er hält es demnach für durchaus möglich, daß die Knochenstruktur nicht ohne Einfluß auf die Pneumatisation ist. Noch weiter geht *Voss*, indem er auf Grund von Gegenüberstellung von

90 Säuglingsotitiden zu den seltener zu beobachtenden Pneumatisationshemmungen den Einfluß konstitutioneller Faktoren in den Vordergrund stellt. Von den weiteren in dieser Richtung getätigten Forschungen wird später noch zu reden sein; es darf jedoch gleich vorweggenommen werden, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen weder nach der negativen noch nach der positiven Seite hin zu einem befriedigenden Resultat gekommen sind. In Anbetracht der Bedeutung dieser Fragen gerade für die Klinik schien es zweckmäßig, weitere Untersuchungen hierüber vorzunehmen, wobei folgende Fragestellung zugrunde gelegt wurde:

Wieweit sind wir in der Lage, aus konstitutionellen Verhältnissen — soweit die hier vorgenommenen Messungen zu dieser Bezeichnung berechtigten — irgendwelche Schlüsse über die Pneumatisation des Felsenbeins zu ziehen?

2. Die Technik der Materialsammlung und Untersuchungsmethoden. Aufnahmerichtung der Röntgenbilder.

Um die obige Frage an Hand von eingehenden Studien einer näheren Würdigung unterziehen zu können, wurden in der Prosektur des Krankenhauses München-Schwabing die Schläfenbeine von 50 Leichen gewonnen. In der Literatur sind hierzu eine Reihe von Methoden beschrieben (*Beneke*), nach denen die Felsenbeine herausgenommen werden. Nach der ursprünglichen, von *Toynbee* angegebenen Methode, erfolgt die Herausnahme durch Aussägen mittels zweier frontaler Parallelschnitte; von *Trölsch* exartikuliert vorher die beiden Unterkiefergelenke; der Schädel kann hierbei allerdings nur schlecht durch Füllmaterial wiederhergestellt werden. Bei einer weiteren Methode (*Schalle*) werden die Nasennebenhöhlen mitgenommen, während *Wendt-Politzer-Nauwerk* eine Methode beschreiben, bei der die beiden bogenförmigen lateralen Linien mit der Stichsäge, die vordere und hintere Querlinie mit dem Meißel angegangen werden. Schließlich bleibt noch die Möglichkeit der Einzelherausnahme, die ohne größere Schwierigkeiten eine gute Wiederherstellung des Schädels gewährleistet; diese Methode wurde zur Gewinnung des Untersuchungsmaterials angewandt.

Zur röntgenologischen Untersuchung wurde die von *Stenvers* angegebene und von *E. G. Meyer* beschriebene Aufnahmerichtung gewählt, die nicht nur die Pneumatisation des Warzenfortsatzes erkennen läßt, sondern auch die Zellen der Pyramide bzw. der Pyramidenspitze zur Darstellung bringt. Die Schläfenbeine werden dann durch mehrere, in der Längsrichtung der Pyramide und parallel zur Hinterfläche verlaufende Schnitte zerlegt. Diese Schnittrichtung entlang der oberen Pyramidenkante wurde deshalb gewählt, um nicht nur eine einwandfreie Übersicht über den Grad der Pneumatisation zu erhalten, sondern um gleichzeitig die senkrecht zur Längsrichtung der Pyramidenkante gerichteten Aufnahmen gewissermaßen Schicht für Schicht auf die Lage

bzw. Tiefe der über den Warzenfortsatz hinausreichenden Zellzüge kontrollieren zu können. Um nun eine Übersicht über die im anatomischen Präparat gefundenen Pneumatisationsverhältnisse zu erhalten, wurde zunächst die am weitesten nach vorne liegende Schnittfläche des Schläfenbeins mit den darin sichtbaren pneumatischen Zellen gezeichnet, während die Zellzüge der weiter rückwärts gelegenen Schnittflächen in diese Zeichnung, jedoch mit anderer Farbe eingetragen wurden. Auf diese Weise wurde ein Vergleichsmaterial geschaffen, das nicht nur der Struktur des Präparates entspricht, sondern auch technisch große Vorteile bietet. Der Zweck dieser röntgenologischen Vergleichsuntersuchungen und die dabei erzielten Ergebnisse werden später einer eingehenden Würdigung unterzogen werden.

3. Die Pneumatisationsbefunde im allgemeinen.

- a) bisherige Untersuchungen,
- b) eigene Ergebnisse.

Bei Durchsicht der einschlägigen Literatur fällt auf, daß die Erörterungen über die Pneumatisation des Warzenfortsatzes mehr und mehr in den Hintergrund getreten sind: die klinische Fragestellung befaßte sich mehr mit den nicht im eigentlichen Warzenteil gelegenen Zellgruppen, besonders seit es durch Anwendung der Röntgenaufnahmen nach *Stenvers* möglich war, die sogenannten Spitzenzellen zur Darstellung zu bringen. Die Bedeutung dieser Untersuchungen wurde schon frühzeitig erkannt, nachdem die einfache Aufmeißelung (*Schwarze*) nicht den gewünschten Erfolg hinsichtlich der intrakraniellen Komplikationen ergeben hatte. *Marx* hat daraus den Schluß gezogen, daß die meisten der heute letal endigenden Fälle von Meningitis infolge von Otitis media acuta, bei denen operativ die Überleitung nicht gefunden werden konnte, durch tiefliegende eitrige Herde der Pars petrosa verursacht werden. Diesen Untersuchungen folgten gerade in neuerer Zeit weitere Veröffentlichungen (*Belinoff-Balan-Toback*, *O. Mayer* u. a.), aus denen eindeutig hervorgeht, daß die besondere Erwähnung der Spitzenzellen über das anatomische Interesse hinaus gerade für die Klinik von größter Wichtigkeit ist. Man muß sich nur einmal vergegenwärtigen, in welcher nahe Berührung die Pyramiden spitze als Bestandteil der Schädelbasis zu den meisten Hirnnerven, den wichtigsten venösen Blutleitern, sowie zu der von einem Sinus umgebenen A. carotis interna tritt. Dementsprechend sind auch die Komplikationen, die daraus bei Eiterungen der Spitzenzellen entstehen können und deren klinische Erscheinungsformen klar und deutlich *Gradenigo* in seinem Syndrom der Pyramiden spitze — Zusammentreffen von Otitis media acuta, Kopfschmerzen, besonders in der Scheitel- und Schläfengegend sowie Abducensparese bzw. Paralyse — zum Ausdruck gebracht hat. *Toback* findet 13% teilweise bis völlig pneumatisierte Spitzen, während *Belinoff-Balan* 35 und *Tato* 34% nachweisen, letzterer

allerdings in bezug auf die ganze Pyramide. Überhaupt ist bei allen diesen Untersuchungen festzustellen, daß bei der Bezeichnung „Pyramiden spitze“ zum Teil recht erhebliche Unterschiede in der Abgrenzung bestehen; das fällt um so mehr ins Gewicht, als — wie später noch klargelegt werden soll — die perilabyrinthären Zellen, besonders die vor dem vertikalen oberen Bogengang gelegenen, die von manchen Autoren noch zum Teil mit zu den Zellenspitzen gerechnet werden, zahlenmäßig häufiger anzutreffen sind als solche in der Spitze. Schließlich sei noch das Ergebnis der neuesten Untersuchung (*O. Mayer*) angeführt, wonach Spitzenzellen in 25% aller Fälle anzutreffen sind.

Soweit die auf Grund anatomischer Untersuchungen ermittelten Ergebnisse, denen gegenüber *Kraus* an Lebenden mittels Röntgenuntersuchungen ganz ähnliche Resultate erzielt hat; er findet unter 604 Fällen 143 Fälle mit ausgedehnter bzw. einzelner Zellbildung in der Spitze; das sind etwa 23,7%.

Über das Vorkommen und die Häufigkeit von perilabyrinthären Zellen finden sich in der Literatur bedeutend weniger Angaben. *Brock* stellt auf Grund histologischer Untersuchungen fest, daß eine ausgedehnte Pneumatisation des perilabyrinthären Knochens in 11% der Fälle vorkomme. *O. Mayer* findet im Gebiet zwischen vorderem Rand der Schneckenkapsel und der Ebene des oberen Bogenganges unter 80 Fällen 14mal pneumatische Zellen. Über die Symmetrie beider Seiten sind die Meinungen geteilt. Auch hier können nur einige der zahlreichen Angaben angeführt werden. So findet *Kraus* bei seinen Röntgenuntersuchungen nur in $\frac{3}{4}$ der Fälle die Spitze symmetrisch, während $\frac{1}{4}$ weitgehendste Unterschiede aufweisen. *Toback* weist unter 100 Fällen 13mal pneumatisierte Felsenbeinspitzen nach, davon nur bei 3 Fällen Pneumatisation auf beiden Seiten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die letzteren Ergebnisse auf Grund anatomischer und nicht röntgenologischer Untersuchungen erzielt wurden.

Zusammenfassend sei noch die kurze Zusammenstellung von *O. Mayer* eingesetzt, die durch ihre übersichtliche Gestaltung gute Vergleichsmöglichkeiten bietet.

Belinoff-Balan.

Pneumatische Spitze	35 %
Diploetische Spitze	22,5%
Sklerotisch-diploetische Spitze	42,5%

Tato.

Pyramiden ohne pneumatische Zellen	65 %
„ mit pneumatischen „	10 %
„ „ bis in die Spitze reichenden Zellen	24,5%
daher Pyramiden ohne Zellen	65 %
Pyramiden mit Zellen	34 %

Bezüglich seiner eigenen Untersuchungen führt *O. Mayer* sodann aus, daß „pneumatische Zellen wohl perilabyrinthär häufig sind, daß ihr Vorkommen in der eigentlichen Pyramidenspitze aber selten ist“.

Was die eigenen Untersuchungen betrifft, so darf vorweggenommen werden, daß diese ebenerwähnten Seitenunterschiede der Pyramidenspitzenzellen in erheblicherem Maße festgestellt werden konnten, als dies bei den bisherigen Veröffentlichungen der Fall war: unter 50 untersuchten Felsenbeinpaaren finden sich 15 Fälle mit ausgedehnter Spitzenpneumatisation bzw. einzelnen Zellen in der Spitze; davon weisen 2 Paare mehr oder weniger starke Unterschiede in der Spitzenpneumatisation beider Seiten auf, während nur in einem Fall eindeutige Übereinstimmung beider Seiten vorgefunden wurde. Bei den übrigen 12 Fällen sind überhaupt nur auf einer Seite Spitzenzellen nachzuweisen. Dabei erscheint noch erwähnenswert, daß es sich bei diesen letzteren 12 Fällen um 6 mit ausgedehnten Zellzügen handelt; außerdem weisen 2 dieser 6 Fälle ausgedehnte peritubare Pneumatisation auf, wiederum nur einseitig, und zwar auf der durch Spitzenzellen gekennzeichneten Seite. Es handelt sich also hier um ganz erhebliche Seitenunterschiede.

Ähnlich, wenn auch nicht in so hohem Maße, liegen die Verhältnisse bei der perilabyrinthären Pneumatisation: diese ist bei 25 Fällen in mehr oder weniger starker Ausdehnung nachzuweisen; darunter finden sich 11 Paare mit weitgehender Übereinstimmung auf beiden Seiten. In 7 weiteren Fällen finden sich größere Unterschiede in Zahl und Ausdehnung der Zellen, während bei den übrigen 7 Paaren überhaupt nur auf einer Seite perilabyrinthäre Pneumatisation nachzuweisen ist. Unter diesen 14 Fällen mit ungleicher perilabyrinthärer Pneumatisation befinden sich 5, die eine mehr oder weniger stark ausgedehnte peritubare Pneumatisation aufweisen. Auch hier gilt die gleiche Beobachtung wie bei den Spitzenzellen: die Seite der stärkeren perilabyrinthären Pneumatisation ist gleichzeitig durch größere Ausdehnung der peritubaren Zellen gekennzeichnet. Nachzutragen ist noch, daß sich bei 14 dieser 25 Fälle Zellen in der Pyramidenspitze finden.

Peritubare Zellen finden sich insgesamt in 14 Fällen; allein — also ohne perilabyrinthäre bzw. Spitzenpneumatisation — treten sie in 2 Fällen auf; dabei besteht einmal weitgehende Übereinstimmung zwischen rechts und links; ein einseitig angelegter Zellzug findet sich nur einmal.

Bei allen bisher angeführten Fällen sei noch einmal auf die bereits obenerwähnte Feststellung hingewiesen, wonach alle Schläfenbeine, die eine mehr oder weniger starke peritubare, perilabyrinthäre bzw. Spitzenpneumatisation aufweisen, stets gleichzeitig durch eine gute bzw. sehr gute Pneumatisation des Warzenfortsatzes gekennzeichnet sind. Bemerkenswert erscheint noch die Feststellung, daß diese Seitenunterschiede sich nicht auf die Warzenfortsätze beziehen. Diese weisen vielmehr bei allen bisher angeführten Fällen weitgehende Übereinstimmung

in bezug auf den Pneumatisationszustand auf, eine Beobachtung, die auch für die Mehrzahl derjenigen Schläfenbeine gilt, bei denen nur der Warzenfortsatz pneumatisiert ist. Solche Warzenfortsätze mit guter bzw. sehr guter Zellentwicklung finden wir in 22 Fällen; von diesen weisen 7 größere Seitenunterschiede auf, während in 3 Fällen überhaupt nur eine Seite pneumatisiert ist. Schlecht bzw. gar nicht pneumatisierte Warzenfortsätze finden sich 6mal, davon 2 Fälle mit ganz geringer Differenz. Bei all diesen Angaben ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Schläfenbeine mit Pneumatisationshemmung, die auf chronische Otitis media zurückzuführen sind, nicht ausgeschaltet sind.

Eine übersichtliche Darstellung dieser Ergebnisse findet sich in einer Haupttabelle, die hier nicht abgedruckt werden kann, die aber auf Wunsch jederzeit vom Verfasser zu erhalten ist.

4. Pneumatisation und Konstitution.

- a) tabellarische Übersicht über die Schädel- und sonstige Maße,
- b) Verwertung der übrigen anatomischen Merkmale.

Der Wert konstitutioneller Reihenuntersuchung beruht nicht zuletzt auf dem Umfang des dabei verwerteten Materials. Das trifft natürlich auch auf diejenigen Untersuchungen zu, die der Klärung etwaiger Zusammenhänge zwischen Pneumatisation und Konstitution dienen. Die umfangreichsten Untersuchungen in dieser Richtung stammen meines Wissens von *Turner* und *Porter*, die durch Untersuchungen an 1000 Schädeln verschiedener Rassen festgestellt haben, daß der Hundertsatz des zellreichen Warzenfortsatzes am kleinsten bei Dolichocephalen, am größten bei Brachycephalen ist. Bezüglich der Breitenmaße und Schädelformen zueinander hat *Okada* einen sicheren Schluß nicht gezogen, da sich unter seinen 111 untersuchten Schädeln nur 6 Dolicho-, 25 Meso-, dagegen 80 Brachycephale befunden haben. Wenn nun trotzdem bei unserem verhältnismäßig geringen Material von 50 untersuchten Schädeln der Versuch unternommen wurde, zur Klärung dieser Fragen einen Beitrag zu liefern, so deshalb, weil unseren vergleichenden Untersuchungen nicht nur Körper- und Schädelmaße zugrunde gelegt sind, sondern auch andere — später noch näher zu erörternde — anatomische Merkmale besonderer Art festgehalten und verwertet wurden, die sich nur schwer in Schemen einordnen lassen, die aber deswegen nicht unwichtig sind, weil sie nur im anatomischen Präparat voll erkannt wurden, während sie das Röntgenbild entweder überhaupt nicht oder zum mindesten sehr mangelhaft wiedergibt.

Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten rein zahlenmäßigen Ergebnisse lassen sich ohne weiteres zur Erforschung von Durchschnittswerten in Gruppen zusammenfassen; bei den Pneumatisationsbefunden stößt man dagegen insofern auf große Schwierigkeiten, als das Zellsystem mit seiner außerordentlichen Variabilität und zahlreichen Übergängen,

dem unterschiedlichen Zellearakter und der stets wechselnden Ausdehnung der Zellgruppen bzw. -züge sich nicht immer ohne einen gewissen Zwang in Schemen einreihen läßt. Um nun trotzdem der Zellstruktur des Felsenbeins möglichst gerecht zu werden, sind die Pneumatisationsbefunde im Interesse einer möglichst übersichtlichen Darstellung in Gruppen aufgeteilt, denen folgende Werte zugrunde gelegt sind:

Gruppe I: Die Pneumatisation reicht mit einzelnen Zellen, Zellgruppen bzw. Zellzügen bis in die Pyramidenspitze.

Gruppe II: Umfaßt die perilabyrinthäre bzw. peritubare Pneumatisation.

Gruppe III: Die Pneumatisation bleibt mit mittlerer bzw. guter Zellzahl auf den Warzenfortsatz beschränkt.

Gruppe IV: Schlecht bzw. überhaupt nicht pneumatisierte Warzenfortsätze.

Bei Gruppe I und II muß auf die bereits erwähnte Feststellung verwiesen werden, wonach alle Felsenbeine, deren Zellen über den Warzenfortsatz hinausreichen, gleichzeitig durch gute Pneumatisation gekennzeichnet sind.

Tabelle 1. Geschlecht.

	I	II	III	IV
♂ = 22	10 = 45%	5 = 22,5%	5 = 22,5%	2 = 9%
♀ = 28	5 = 17,8%	8 = 28,5%	11 = 38,5%	4 = 14,2%
= 50	15 = 30%	12 = 26%	16 = 32%	6 = 12%

Das Ergebnis dieser Tabelle kann — in Worten ausgedrückt — etwa folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. Der überwiegenden Zahl gut pneumatisierter Felsenbeine bei Männern steht eine entsprechend kleinere Zahl bei Frauen gegenüber; dementsprechend ist bei den Frauen die Zahl der schlecht pneumatisierten Pyramiden größer als bei den Männern.

Der Pneumatisationszustand ist demnach bei Männern um annähernd 50% besser als bei Frauen.

2. Für die weiteren Untersuchungen dieser Art ergibt sich daraus insofern eine notwendige Folgerung, als stets die Aufstellungen für die männlichen und weiblichen Individuen getrennt werden müssen; denn sonst würden sich die Befunde gegenseitig wieder aufheben. Diese Tatsache ist meines Wissens bei keiner der bisherigen Arbeiten, die sich mit diesen Fragen beschäftigten, berücksichtigt worden. Man muß sich dabei allerdings darüber im klaren sein, daß das ohnehin verhältnismäßig geringe Material weiterhin so gekürzt wird, daß schon kleine Abweichungen von der Norm das jeweilige Ergebnis ganz wesentlich beeinflussen können.

Tabelle 2. Körpergröße.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
Klein = 9 ♂ x—162,9 ♀ x—150,9	—	16,5	66	16,5	—	33	33	—
Untermittelgroß = 8 ♂ 163—166,9 ♀ 154—154,9	40	33	20	33	20	—	20	33
Mittelgroß = 10 ♂ 167—169,9 ♀ 155—157,9	40	—	20	—	40	80	—	20
Übermittelgroß = 4 ♂ 170—172,9 ♀ 158—159,9	100	—	—	50	—	—	—	50
Groß = 19 ♂ 173—x ♀ 160—x	50	27	25	36	25	27	—	9
Durchschnittswerte: ♂ = 22, davon ♀ = 28, davon	45	17,8	22,5	28,5	22,5	38,5	9	14,2

Wenn diese Aufstellung auch nicht so deutlich wie die vorhergehende Aufschluß gibt über Zusammenhang zwischen Pneumatisation und einem bestimmten anatomischen Merkmal, so ist doch das Überwiegen der männlichen übermittelgroßen und großen Individuen mit ausgehnter Zellzahl doch nicht zu verkennen, während der größere Teil der weniger gut pneumatisierten Pyramiden auf die mittleren und kleineren entfällt. Im allgemeinen ist das auch bei den weiblichen Individuen festzustellen, jedoch nähern sich hier die Ergebnisse der einzelnen Größen mehr dem Durchschnittswert.

Tabelle 3. Längenbreitenindex des Kopfes.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
Dolicho-mesocephal: ♂ x—80,9 ♀ x—81,9	50	20	50	60	—	—	—	20
Brachycephal: ♂ 81—85,4 ♀ 82—86,4	46	16	27	22	18	46	9	16
Hyper-Ultrabrachycephal: ♂ 85,5—x ♀ 86,5—x	44	20	11	20	33	60	11	—
Durchschnittswerte: ♂ = 22, davon ♀ = 28, davon	45	17,8	22,5	28,5	22,5	38,5	9	14,2

Eine gleiche Aufstellung für das Körpergewicht wurde deshalb nicht vorgenommen, weil Alter und Krankheit doch zu sehr dasselbe beeinflussen. Die Krankheiten werden ja ohnehin noch einer näheren Würdigung unterzogen.

Eine Zusammenfassung der Lang- und Mittelschädel bzw. der Hyper- und Ultrabrachycephalen erschien insofern von Vorteil, als dadurch eine kleinere Zahl von Unterabteilungen und damit eine bessere Übersicht ermöglicht wurde. Damit deckt sich die Einteilung mit der von *Turner* und *Porter* angegebenen; deren Ergebnisse — Überwiegen der besseren Pneumatisation bei den Brachycephalen — sind jedoch mit denen der eigenen Untersuchung nicht in Einklang zu bringen. Vielmehr muß bei unserer Aufstellung von einem Überwiegen der zellreichen Pyramiden sowohl bezüglich der männlichen als auch weiblichen Individuen bei den Lang- und Mittelköpfigen gesprochen werden. Es dürfte jedoch infolge des einseitigen Vorherrschens der Kurzköpfe richtiger sein, eine endgültige Regel — wie ja auch *Okada* meint — noch nicht aufzustellen. Es ist immerhin bemerkenswert, daß auch nicht die extremen Kurzköpfe eine durchschnittlich bessere Pneumatisation aufzuweisen haben; man kann eher das Gegenteil behaupten.

Tabelle 4. Morphologischer GesichtsindeX.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
Eury- bis Mesoprosop: ♂ x—87,9 ♀ x—84,9	66	20	33	10	—	50	—	20
Leptoprosop: ♂ 88—92,9 ♀ 85—89,9	—	33	40	22	20	33	40	11
Hyperleptoprosop: ♂ 93—x ♀ 90—x	60	—	10	50	30	40	—	10
Durchschnittswerte: ♂ = 22, davon ♀ = 28, davon	45	17,8	22,5	28,5	22,5	38,5	9	14,2

Aus dem morphologischen GesichtsindeX Zusammenhänge abzuleiten, ist insofern nicht ohne weiteres möglich, weil dieser Index von Alter und Beschaffenheit des Gebisses — Kieferschwund und Zahnausfall im höheren Alter, dadurch unverwertbare Verschiebung und Änderung der Werte — zu sehr abhängig ist; das trifft für unser Material um so mehr zu, als das Durchschnittsalter verhältnismäßig hoch ist. Damit soll nicht zum Ausdruck gebracht werden, daß dieses Maß überhaupt nicht verwertbar ist; vielmehr dürfte es zweckmäßiger sein, derartige Maße bei Untersuchungen vorzunehmen, die beim Lebenden vorgenommen wurden und wobei derartige Abweichungen besser ausgeschaltet werden können.

Für den Längen- und Breitenohrhöhenindex sind eigene Tabellen nicht aufgestellt; denn hier trifft das bei Tabelle 3 — Längenbreitenindex — Gesagte in noch höherem Maße zu: einseitiges Überwiegen einzelner Indices, wodurch Vergleichsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Maßen und den Pneumatisationsgruppen so gut wie unmöglich sind. Diese Werte auf etwaige Beziehungen zur Pneumatisation zu prüfen, muß daher einer Arbeit mit umfangreichem Material vorbehalten bleiben.

Tabelle 5. Kopfumfang.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
♂ x—54	55		—		44		—	
♀ x—52,5		14		42		42		—
♂ 54,1—56	40		20		20		20	
♀ 52,6—54,5		11		22		44		22
♂ 56,1—x	36		50		—		14	
♀ 54,6—x		66		33		—		—
Durchschnittswerte:								
♂ = 22, davon	45		22,5		22,5		9	
♀ = 28, davon		17,8		28,5		38,5		14,2

Auf den ersten Blick scheint — wenigstens bei den männlichen Individuen — beim kleineren Schädel die Pyramide mit der zellreicheren Pneumatisation vorzuherrschen, doch gehen die Werte bei Gruppe II und III etwas durcheinander; dagegen ist das Bild bei den weiblichen Individuen in allen Gruppen ziemlich uneinheitlich.

Tabelle 6. Pyramidenwinkel.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
bis 90°: ♂ 5	60		20	—	—		20	
♀ 8		12,5		50		25		12,5
über 90°: ♂ 16	42,5		25		25		7,5	
♀ 21		19		19		48		14
Durchschnitt: ♂ 22	45		22,5		22,5		9	
♀ 28		17,8		28,5		38,5		14,2

Zunächst sei auf eine Literaturangabe hingewiesen, die sich allerdings nicht auf die Pneumatisationsverhältnisse bezieht: *Toldt* findet bei Dolichocephalen einen Winkel von durchschnittlich 90°, während bei Brachycephalen die Pyramiden quer liegen und nach vorne einen Winkel von etwa 105—130° bilden. Wie schon aus den Zahlen der Pyramiden bis 90° hervorgeht, finden sich bei den Brachycephalen genau so Winkel,

die 90° nicht überschreiten, wie umgekehrt bei den Langköpfen stumpfe Winkel anzutreffen sind. Auch in bezug auf die Pneumatisation läßt die Aufstellung keine sicheren Schlüsse zu.

Neben diesen rein zahlenmäßigen Werten, die bisher untersucht wurden, stehen uns eine Reihe anderer anatomische Merkmale zur Verfügung, über die in der Literatur nur teilweise Angaben gemacht sind. Unsere bisherige Methode der tabellarischen Gegenüberstellung läßt sich dabei nicht immer durchführen.

Tabelle 7. Schädeldachdurchmesser.

	I		II		III		IV	
	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %	♂ %	♀ %
Dünn: ♂ = 7 ♀ = 1	43	—	25	100	12	—	—	—
Mittel: ♂ = 8 ♀ = 12	25	25	25	17	38	50	12	8
Dick: ♂ = 7 ♀ = 15	43	12,5	12	33	12	33	12	20,5
Durchschnittswerte: ♂ = 22, davon ♀ = 28, davon	45	17,8	22,5	28,5	22,5	38,5	9	14,2

Betrachten wir zunächst die erste Reihe, so fällt sofort auf, daß die männlichen Schädel mit dünnem Durchmesser in größerer Zahl gut pneumatisierte, dagegen überhaupt keine schlecht pneumatisierten Pyramiden aufweisen. Als überraschend muß das Ergebnis bei den weiblichen Schädeln dieser Reihe angesprochen werden: Hier findet sich nur *ein* Fall, der gleichzeitig durch eine gut pneumatisierte Pyramide gekennzeichnet ist. Als Ergänzung, ja man möchte fast sagen als Bestätigung hierzu, finden wir beim dicken Schädeldach allein 4 der 6 Pyramidenpaare, die überhaupt keine Pneumatisation aufweisen. Vergegenwärtigen wir uns nun das Ergebnis der Tabelle 1 — annähernd 50% schlechtere Pneumatisation bei Frauen — so kann nicht ohne weiteres bestritten werden, daß hier ganz bestimmte Beziehungen vorzuliegen scheinen: wenn nämlich das weibliche Schädeldach um annähernd 50% dicker als das männliche ist, also kompakteren Knochen aufzuweisen hat, so muß doch zwangsläufig — nur unter der Voraussetzung, daß der dickere Schädelknochen eine schlechtere Pneumatisation bedingt — der weibliche Schädel um annähernd 50% schlechter pneumatisiert sein; und diese Voraussetzung scheint doch durch das Ergebnis unserer Untersuchung weitgehend erfüllt zu sein. Wenn nun auch bei den Männern diese Gesetzmäßigkeit nicht in dem Maße abzuleiten ist wie bei den Frauen, so ist doch die Abhängigkeit des Pneumatisationsgrades von der Knochenstruktur nicht zu verkennen. Durch welche Tatsachen die hier vorhandenen

Ausnahmen — also gute Pneumatisation trotz kompakten Schädelknochens — sich erklären lassen, muß weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiet vorbehalten bleiben. Es schien zwar auf den ersten Blick, als ob besonders tiefe und auffallende *Impressiones digitatae* beim dickeren Knochen auf größere Nachgiebigkeit desselben und damit auf größere Ausdehnungsmöglichkeit des Zellsystems schließen lassen, doch läßt die Unregelmäßigkeit im Auftreten der *Impressiones digitatae* einen sicheren Schluß in dieser Hinsicht nicht zu.

Einen verhältnismäßig breiten Raum nehmen in der Literatur die Untersuchungen über das Verhalten des Sinus transversus ein, der durch sein unterschiedliches Inerscheinungtreten und nicht zuletzt durch seine teilweise recht erheblichen Seitenunterschiede zu Untersuchungen anregt. So stellt *Wittmaack* Sinus-Vorlagerung fest nur bei kompakten bzw. schlecht pneumatisierten Warzenfortsätzen, wobei er es für möglich hält, daß dabei eine abnorme Nachgiebigkeit des Knochens eine Rolle spielt. Die gleiche Eigentümlichkeit — also Sinus-Vorlagerung — stellt *Ivanoff* bei Brachycephalen, *Okada* besonders bei den kleinen Warzenfortsätzen und nur ausnahmsweise bei den großen fest. Wesentlich zahlreicher sind die Untersuchungen bezüglich der Seitenunterschiede, wobei die Mehrzahl der Autoren (*Zuckerkanndl*, *Körner*, *Ivanoff* u. a.) übereinstimmend feststellen, daß diese Sinus-Vorlagerung im allgemeinen rechts häufiger anzutreffen ist. Dieses Untersuchungsergebnis deckt sich mit dem eigenen: wir fanden die Vorlagerung rechts um etwa 40% häufiger als links.

Es ist bereits mehrere Male auf die auffallenden Seitenunterschiede in der Pneumatisation hingewiesen worden; bevor wir jedoch auf die Frage bezüglich der Beziehungen zwischen Sinus-Vorlagerung und Pneumatisation des Felsenbeins näher eingehen, sollen zunächst einmal die Ursachen angeführt werden, die den bisherigen Untersuchungsergebnissen zufolge zur Vorlagerung des Sinus transversus überhaupt führen. So stellen *Bezold* und *Rüdinger* fest, daß der Sinus longitudinalis der *Dura mater* sich an der *Protuberantia occipitalis* gewöhnlich nicht in einen rechten und linken Sinus transversus teilt, sondern sich rechts in den Sinus transversus fortsetzt, während der linke als Fortsetzung der *Vena magna galeni* dient: dadurch enthält der rechte Sinus transversus eine größere Menge zirkulierenden Blutes und damit entsteht rechts ein größerer Druck auf den Knochen, wodurch an dieser Stelle eine größere Menge von Myeloplaxen sich ansammelt. Diese letzteren führen eine Resorption des Knochens herbei, ebenso wie die *Arteria meningea media* sich mit ihrer Hilfe tief in den Schädel hineingräbt. Nach *Meyer* ist rechts der venöse Abfluß zum Herzen kürzer und gerader; damit rechts größere Blutzufuhr und daher stärkere Entwicklung. *Trautmann* glaubt die Ursache darin sehen zu können, daß die rechte Schädelseite meist kleiner ist als die linke; als Beweis stellt er eine Reihe von Symptomen

zusammen, die sich gleichzeitig mit dieser Asymmetrie äußern in: Deviation der Nasenscheidewand und der entgegengesetzten Seite; die Nasenöffnung der betreffenden Seite ist kleiner; der harte Gaumen auf der vorliegenden Seite steht höher usw. Wenn nun *Ivanoff* meint, bei seinen eigenen Untersuchungen eine so große Reihe von Ausnahmen feststellen zu können, daß von einer Gesetzmäßigkeit nicht mehr die Rede sein kann, so haben doch die eigenen Untersuchungen eine ganze Reihe von Feststellungen ergeben, die sich im Sinne dieser von *Trautmann* angeführten Asymmetrie verwerten lassen.

Besonders eindrucksvoll sind in dieser Hinsicht die Ergebnisse, die sich bei der Messung des Sinus frontalis ergeben; als Grundlage dienen hierbei die Breite des Lumens (jeweils von der Mitte aus gemessen), die orbitale Tiefe sowie die frontale Höhe des Lumens. Das Ergebnis läßt sich kurz folgendermaßen zusammenfassen:

Von den 50 untersuchten Schädeln zeigen 37, also 75 vom Hundert, zum Teil ganz erhebliche Seitenunterschiede, während die übrigen annähernd gleiche Lumina auf beiden Seiten aufweisen. Wegen dieser doch immerhin ganz beträchtlichen Unterschiede mußte von tabellarischer Zusammenfassung, wie sie bisher angewandt wurde, Abstand genommen werden. Stellen wir nun bei jedem einzelnen Fall Sinus frontalis und Sinus transversus bzw. die bei ihnen vorgefundenen Seitenunterschiede bezüglich des Lumens bzw. der Vorlagerung und Ausdehnung gegenüber, so erscheint die Tatsache bemerkenswert, daß in 24 Fällen die Seite, die durch eine stärkere Vorwölbung bzw. Ausdehnung des Sinus transversus gekennzeichnet ist, gleichzeitig ein kleineres Lumen der Stirnhöhle aufweist; auf die Anschauung *Trautmanns* von der Asymmetrie des Schädels übertragen, würde das besagen, daß die kleinere Schädelseite nicht nur durch stärkere Vorlagerung des Sinus transversus gekennzeichnet ist, sondern auch gleichzeitig eine kleinere Ausbuchtung des Sinus frontalis aufzuweisen hat und umgekehrt. Eine besondere Bevorzugung einer Seite ist dabei nicht festzustellen.

Bei näherer Untersuchung des Felsenbeins selbst lassen sich noch weitere Seitenabweichungen erkennen, die schon bei bloßer Betrachtung auffallen, die sich aber nicht durch Messungen erfassen lassen; diese Merkmale sollen daher nur kurz gestreift werden. So tritt in 10 Fällen die *Eminentia arcuata* auf der einen Seite viel deutlicher in Erscheinung. Ferner lassen sich die *Foramina mastoidea* in 5 Fällen nur auf einer Seite feststellen, während sie in 4 weiteren Fällen unterschiedlich angelegt sind. 2 weitere Felsenbeine — wir werden sie bei den Erörterungen der Röntgenbilder wegen ihrer diagnostischen Bedeutung noch näher kennenlernen — zeigen auffallend tief eingegrabene Rinnen des Sinus petrosus superior.

Auch bei diesen anatomischen Besonderheiten darf kurz darauf hingewiesen werden, daß Beziehungen zwischen diesen Merkmalen und dem Sinus transversus bzw. frontalis durchaus im Bereich der Möglichkeit

liegen; denn 6 der Felsenbeinpaare mit einseitiger Betonung der Eminentia arcuata gehören der Seite an, die wir auf Grund der Gegenüberstellung von Sinus transversus und frontalis als die kleinere Schädelhälfte angenommen haben. Man könnte die Erklärung für dieses stärkere Hervortreten der Eminentia arcuata darin sehen, daß der kleineren Seite ein kleineres Felsenbein entspricht und demzufolge die Labyrinthkapsel bei ihrer Entwicklung das Relief der Pyramide stärker vortreten läßt.

Nehmen wir also einmal die Asymmetrie des Schädels als gegeben an, dann drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob und wieweit wir hier Beziehungen zur Pneumatisation der Pyramide ableiten können. Die Beantwortung dieser Frage erfährt allerdings eine Erschwerung dadurch, daß wir hier bei den Erörterungen über den Pneumatisationszustand überhaupt zu der Feststellung gelangt sind, daß Seitenunterschiede in größerem Maße im allgemeinen nur bei den über den Warzenfortsatz hinausreichenden Zellgruppen zu beobachten sind; dadurch erfährt naturgemäß das zu diesen vergleichenden Untersuchungen zur Verfügung stehende Material eine ganz beträchtliche Einschränkung, so daß etwaige Ausnahmen — wie wir bereits bei den tabellarischen Aufstellungen einschränkend feststellen mußten — das Bild ganz erheblich beeinflussen kann. Immerhin scheint es bemerkenswert, daß — auch hier wieder unter Voraussetzung der Asymmetrie des Schädels — in 9 Fällen auf der kleineren Seite eine bessere Pneumatisation des Felsenbeins anzutreffen ist, während nur 5 Pyramidenpaare eine größere Zellzahl der Seite erkennen lassen, die als die größere Schädelhälfte angenommen wurde. Das würde sich mit der Feststellung decken, daß gerade die großen und auffallend massiven Felsenbeine im allgemeinen wohl gut pneumatisierte Warzenfortsätze, aber nur wenige über diesen hinausreichende Zellen aufzuweisen vermögen.

Die Erörterungen über das häufige Vorkommen von Seitenunterschieden haben einen verhältnismäßig breiten Raum eingenommen. Wenn auch das Ergebnis der Untersuchungen keineswegs dazu berechtigt, irgendwelche sicheren Schlüsse über die Beziehungen der oben angeführten anatomischen Befunde zur Pneumatisation des Felsenbeins zu ziehen, so lassen doch die letzteren Ergebnisse in Übereinstimmung der übrigen vergleichenden Untersuchungen — also Schädel- und Körpermaße, Schädeldurchmesser usw. — erkennen, welche Untersuchungen — unter Voraussetzung einer entsprechenden Ausgestaltung und Erweiterung — die meiste Gewähr dafür bieten, daß diese Fragen doch noch zu einem auch die Klinik befriedigenden Resultat geführt werden. Eine derartige Ausgestaltung — also Bereitstellung eines zahlenmäßig umfangreichen Materials — scheint allerdings ohne Zuhilfenahme des Röntgenbildes nicht möglich. Wohl liegt die Hauptaufgabe der Röntgenuntersuchungen darin, einzelne Fälle zu klären und die klinische Diagnosenstellung weitgehendst zu unterstützen; darüber hinaus darf aber nicht verkannt

werden, daß gerade den röntgenologischen Reihenuntersuchungen, wie sie beispielsweise *Kraus* vorgenommen hat, bei der Erforschung von Durchschnittswerten größte Bedeutung zukommt. Diese Notwendigkeit schien uns eine Berechtigung dafür zu sein, unser Material auch nach dieser Richtung hin zu untersuchen und auf folgende Frage hin zu prüfen:

Wieweit besteht bezüglich des Pneumatisationszustandes des Felsenbeins Übereinstimmung zwischen Röntgenaufnahme einerseits und den tatsächlichen anatomischen Verhältnissen andererseits?

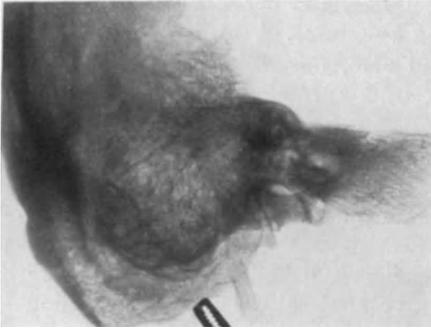
5. Vergleich zwischen Röntgenaufnahme und dem anatomischen Präparat.

Das Ergebnis, das der Vergleich der anatomischen Bilder mit den Röntgenaufnahmen ergab, möchte ich als positiv bzw. negativ bezeichnen, d. h. die im anatomischen Präparat nachgewiesenen Zellen werden im Röntgenbild erkannt bzw. nicht erkannt.

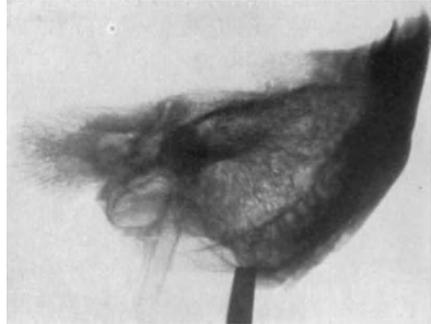
Als positiv in diesem Sinne darf das Ergebnis hinsichtlich der Pneumatisation des Warzenfortsatzes angesprochen werden; lediglich in einem Falle — Protokoll Nr. 31 — ließ das Röntgenbild Spongiosa erwarten, während tatsächlich ausgedehnte klein- bis mittelzellige Pneumatisation vorlag. In allen übrigen Fällen stimmten anatomisches und Röntgenbild mit ganz geringfügigen Ausnahmen überein. Dies trifft auch für die 6 gut bis sehr gut pneumatisierten Warzenfortsätze zu, die durch eine sehr massive Struktur der betreffenden Felsenbeine gekennzeichnet waren. Ähnlich verhält es sich mit den über das Labyrinthmassiv hinausreichenden Zellen, allerdings auch hier mit der Einschränkung daß kleinzellige Pneumatisation in der Mehrzahl der Fälle entweder gar nicht oder nicht genügend zu erkennen sind. Das stimmt mit den Beobachtungen von *O. Meyer* überein; wenn er dabei feststellt, daß „die an der medialen Pyramidenfläche liegenden perilabyrinthären Zellen eigentlich durch keine Methode (also auch nicht mit der *Stenverschen* Aufnahme richtung) genau darzustellen sind“, so möchte ich nicht so sehr die Verdeckung durch die Labyrinthkapsel als Ursache ansehen, als vielmehr die Tatsache, daß die perilabyrinthäre Pneumatisation in der Mehrzahl der Fälle kleinzelligen Charakter aufweist. Dieser Befund bezüglich der kleinzelligen Pneumatisation im Bereich der Labyrinthkapsel deckt sich mit den Angaben von *Toback*, wonach die dem Ausgangsherd der Pneumatisation im Antrum, Epitympanum und Hypotypanum naheliegenden Zellen in der Regel ziemlich klein sind; er erklärt dies damit, daß in den lateralen Abschnitten der Pyramide der für eine eventuelle Pneumatisation zur Verfügung stehende Raum durch das Labyrinthmassiv und durch das Knochenmassiv des inneren Gehörganges beschränkt ist.

Bei diesen vergleichenden Untersuchungen muß allerdings zugunsten des Röntgenbildes berücksichtigt werden, daß es auch makroskopisch

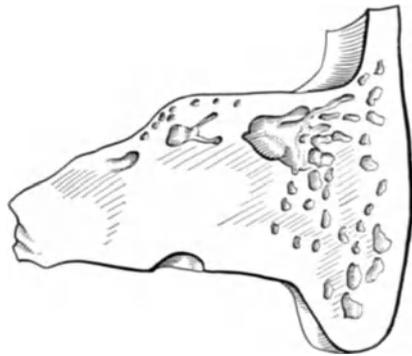
Prot.-Nr 7 (Linkes Felsenbein)



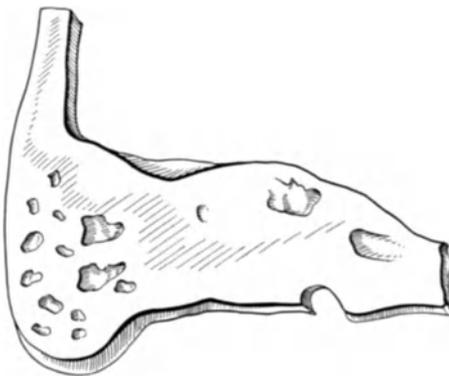
Prot.-Nr. 7 (Rechtes Felsenbein)



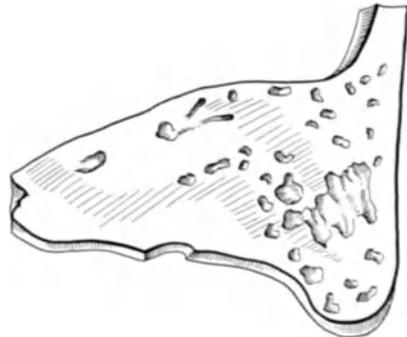
Vordere Schnittfläche



Vordere Schnittfläche



Hintere Schnittfläche

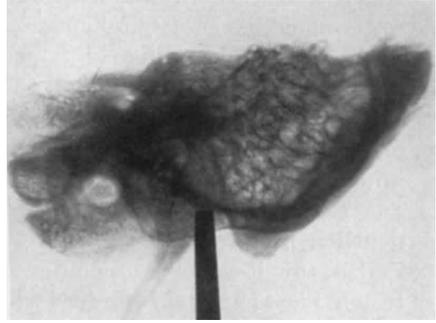
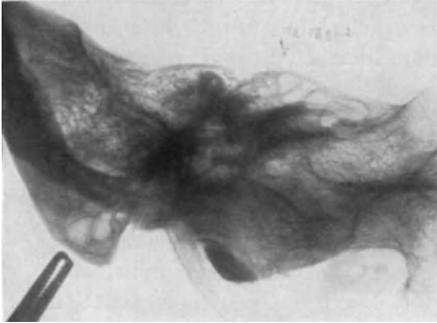


Hintere Schnittfläche

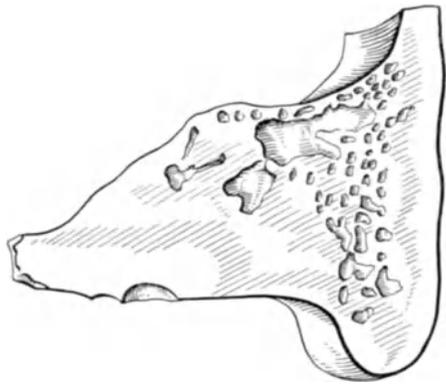
Abb. 1. Prot.-Nr. 7: Das Röntgenbild zeigt beiderseits sehr ausgedehnte kleinzellige Pneumatisation, die beiderseits auch über das Labyrinthmassiv in die Spitze reicht. Hier sind die Zellen nicht von Spongiosastruktur abzugrenzen.

Prot.-Nr. 22 (Linkes Felsenbein)

Prot.-Nr. 22 (Rechtes Felsenbein)



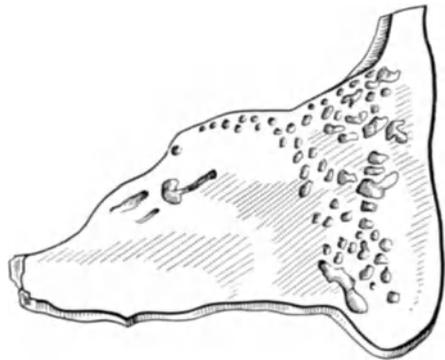
Vordere Schnittfläche



Vordere Schnittfläche



Hintere Schnittfläche



Hintere Schnittfläche

Abb. 2. Prot.-Nr. 22: Das Röntgenbild zeigt rechts eine stärkere Pneumatisation des Warzenfortsatzes, während links zahlreiche birnenförmige Spitzenzellen vorhanden sind.

bzw. im histologischen Präparat unter Umständen Schwierigkeiten bereiten kann, derartige kleinzellige Pneumatisierungen von Spongiosa zu unterscheiden. Dies gilt sinngemäß natürlich auch umgekehrt, so daß auch einmal kleinzellige Pneumatisation der Pyramide vorgetäuscht werden kann, wo tatsächlich spongiöse Beschaffenheit vorliegt. Sehr eindrucksvoll zeigt sich das bei Felsenbein Nr. 3, bei dem man auf Grund des Röntgenbefundes beiderseits kleinzellige Pneumatisation der Pyramidenspitze annehmen mußte, während das anatomische Kontrollbild auf beiden Seiten spongiöse Struktur erkennen ließ. Daraus dürfte deutlich hervorgehen, daß das Röntgenbild die kleinen und kleinsten Zellen, soweit sie im Bereich der Labyrinthkapsel und in der Spitze auftreten, nicht immer einwandfrei wiedergibt. Bezüglich der Pneumatisation der Pyramidenspitze ist noch ein weiteres Präparat — Nr. 43 — zu erwähnen, das in der rechten Spitze einen ausgedehnten Zellzug aufwies, der aber im Röntgenbild nicht zu erkennen war. Irgendwelche anatomische Besonderheiten dieses Felsenbeines konnten nicht als Ursache dieses Befundes angesprochen werden. In der Mehrzahl der Fälle, d. h. etwa 70% aller mehr oder weniger gut pneumatisierten Spitzen, ergab die Röntgenaufnahme ein einwandfreies Bild der anatomischen Verhältnisse.

Bisher noch nicht berücksichtigt sind die oben als peritubar bezeichneten pneumatischen Zellen, die in der Literatur ebenso häufig (*Mouret, Girard, Voss* u. a.) wie unterschiedlich beschrieben werden. Wegen der Schwierigkeit der röntgenologischen Verhältnisse darf dieser Zellzug näher beschrieben werden. *Tobeck* bezeichnet ihn als „vorderen“ und schreibt diesem Zellzug folgenden Weg vor: er pneumatisiert zunächst die Unterwand der knöchernen Tube, senkt sich dann in die Vorderwand des aufsteigenden und horizontalen Teils des Carotiskanals ein, gelangt von dort in die Unterwand des horizontalen Teils des Carotiskanals und kann schließlich bis in die hinter dem *Canalis caroticus* liegenden Felsenbeinabschnitte vordringen. Das vergleichende Ergebnis bezüglich dieses Zellzuges muß als durchaus negativ bezeichnet werden; es war in keinem Falle möglich, die im anatomischen Präparat nachgewiesenen peritubaren bzw. pericarotidealen Zellen im Röntgenbild zu erkennen. Man ist bei diesen negativen Befunden — wie übrigens auch bei denen der anderen bisher beschriebenen Zellgruppen — geneigt, die Röntgenbilder beider Seiten gleichzeitig zu verwerten, um daraus etwaige Schlüsse auf die Pneumatisation der einen oder anderen Seite zu ziehen, wird aber infolge der oben beschriebenen Seitenunterschiede dabei großen Schwierigkeiten begegnen.

Ein weiterer Befund, der sich zwar nicht auf die Pneumatisation des Felsenbeins bezieht, der aber doch klinisch von Bedeutung sein kann, verdient bei näherer Untersuchung der Röntgenaufnahmen Beachtung: der vertikale Bogengang des linken Felsenbeins Nr. 23 erscheint wie durch eine Kerbe frakturiert; ebenso zeigt das Präparat Nr. 29 —

ebenfalls nur auf der linken Seite — eine typische Aufhellungslinie, die durch die Eminentia arcuata horizontalwärts zieht. In keinem Falle konnten Frakturlinien gefunden werden, dagegen traten in den betreffenden Präparaten einmal Gefäße im Hiatus subarcuatus, so dann eine sehr tiefe und deutliche Rinne des Sinus petrosus superior in Erscheinung, der sich tief ins Bogengangmassiv eingrub. Weder Röntgenbild noch anatomisches Präparat der entsprechenden anderen Seiten wiesen einen ähnlichen Befund auf.

6. *Schlußfolgerungen.*

1. Ausgehend von einer kurzen Zusammenfassung der bisherigen Veröffentlichungen, die das Zustandekommen der normalen Pneumatisation und der Pneumatisationshemmung behandeln, werden die Methoden der Gewinnung und Bearbeitung des Materials geschildert.

2. Die eingehenden Untersuchungen von 50 Felsenbeinpaaren ergeben bei weitgehender Übereinstimmung der eigenen absoluten Pneumatisationsbefunde mit denen der Literatur ein auffallendes Abweichen der Seiten voneinander; diese Seitenunterschiede betreffen am stärksten die Zellen der Pyramidenspitze; weniger stark die perilabyrinthären Zellen und am geringsten die Pneumatisation des Warzenfortsatzes.

3. Die Gegenüberstellungen der konstitutionellen Merkmale einerseits und der Pneumatisationswerte andererseits lassen zum Teil in sehr anschaulicher Weise wichtige Zusammenhänge erkennen, deren bedeutendste sind:

a) Die Pneumatisation der männlichen Individuen ist um annähernd 50% besser als bei den Frauen, woraus sich die Notwendigkeit einer scharfen Trennung bei allen weiteren Untersuchungen ergibt.

b) Die größeren Individuen zeigen — insbesondere bei den Männern — einen größeren Zellreichtum als die mittleren und kleineren.

c) Morphologischer GesichtsindeX, Kopfumfang, Pyramidenwinkel und Längenbreitenindex geben bei der Gegenüberstellung ein zu einheitliches Bild, als daß sich sichere Schlüsse daraus ableiten ließen.

d) Der Durchmesser des Schädeldachs erweist sich bei Frauen um annähernd 50% stärker als bei Männern; da wir bei den weiblichen Individuen eine um annähernd 50% schlechtere Pneumatisation gefunden haben, liegt die Vermutung nahe, daß die Schädel mit dickerem, kompakterem Knochen eine geringere Pneumatisation bedingen.

4. Die Unterschiede in der Vorlagerung des Sinus transversus bzw. die Seitenabweichungen beim Sinus frontalis werden — ebenso wie die übrigen einseitig auftretenden anatomischen Merkmale — eingehend auf etwaige Zusammenhänge zu der von *Trautmann* vermuteten Asymmetrie des Schädels geprüft; es treten Ergebnisse zutage, die Beziehungen zwischen diesen Seitenunterschieden des Schädels und der Pneumatisation als durchaus im Bereich der Möglichkeit liegend erscheinen lassen.

5. Die vergleichenden Untersuchungen der anatomischen und Röntgenbilder bringen klar zum Ausdruck, in welchem Maße die *Stenverssche* Aufnahme-richtung Spitzenzellen darzustellen vermag: zu unrichtiger bzw. unklarer Bewertung kann lediglich die klein- und kleinstzellige Pneumatisation Anlaß geben. Das gleiche gilt im allgemeinen für die perilabyrinthäre Pneumatisation, die in der Mehrzahl der Fälle als kleinzellig angesprochen werden muß, eine Tatsache, die die weniger genaue Darstellung gerade dieser Zellen im Röntgenbild bedingt. Es gelingt so gut wie gar nicht, die peritubaren Zellen zur Darstellung zu bringen, während die Mastoidzellen mit unbedeutenden Ausnahmen klar zu erkennen sind.

Das Ausmaß der bei unseren Untersuchungen angeführten und werteten konstitutionellen Erscheinungsformen kann natürlich nicht als erschöpfend bezeichnet werden. Wohl bietet uns bei Untersuchungen an Leichen die Todesursache manchen wertvollen Hinweis für weitere Untersuchungen, die auch diese Richtung des konstitutionellen Faktors in die Forschung einbeziehen, doch dürfte es — wenigstens vorläufig — über theoretisches Interesse nicht hinausgehen, wenn wir bei unserem Material ein Überwiegen der guten Pneumatisation bei Tuberkulose bzw. eine größere Zahl schlecht pneumatisierter Pyramiden bei Hypertonie oder allgemeiner Sklerose feststellen konnten. Einen wertvollen Beitrag hat zu diesen Fragen in neuester Zeit *Schwarz* durch seine röntgenologischen Stammbaumuntersuchungen bezüglich des Erbfaktors bei der Pneumatisation des Warzenfortsatzes geliefert. Man darf wohl hoffen, daß weitere derartige Forschungen, die den lebenden Organismus mit allen seinen konstitutionellen Merkmalen einbeziehen, die Bedeutung des Anlagefaktors bei der Pneumatisation in einer auch für die Klinik wertvollen Darstellung klar zum Ausdruck bringen; es darf daher in diesem Zusammenhang noch einmal auf die bereits angeschnittene Frage der Notwendigkeit und Bedeutung der röntgenologischen Reihenuntersuchungen hingewiesen werden.

Die Röntgenaufnahmen wurden in der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik unter Leitung des Herrn Oberarzt Dozent Dr. *Greifenstein* ausgeführt.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Dr. *Greifenstein* für sein der Arbeit entgegengebrachtes Interesse meinen verbindlichsten Dank zum Ausdruck bringen.

Literaturnachweis.

Albrecht u. *Schwarz*: Arch. Ohrenheilk. 134. — *Belinoff-Balan*: Mschr. Ohrenheilk. 1934, H. 10 (Sonderdruck). — *Beneke*: Sektionstechnik des Gehörganges in *Denker-Kahlers* Handbuch der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Bd. 6. Berlin: Julius Springer 1926. — *Bezold*: Mschr. Ohrenheilk. 7/8. — *Brock*: Mschr. Hals-Nasen-Ohrenheilk. 6 u. 19. — *Eckert-Moebius*: Die pathologisch-anatomische Untersuchungstechnik und die normal-histologischen Grundlagen. In *Henke-Lubarschs* Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie,

Bd. 12. Berlin: Julius Springer 1926. — Arch. Ohrenheilk. 142, H. 1. — Girard: Soc. laryng. etc. Paris, Sitzg 9. Dez. 1911. Ref. Internat. Zbl. Ohrenheilk. 10, 156 (1912). — Ivanoff: Arch. Ohrenheilk. 61 (1904). — Knick: Verh. Ges. dtsh. Hals- usw. Ärzte 8 u. 11 (1922). — Körner: Z. Ohrenheilk. 16 (1886); 19 (1889). — Krainz: Mschr. Hals-Nasen-Ohrenheilk. 8 u. 11. — Kraus: Arch. Ohrenheilk. 128 u. 142. — Marx: Passow-Schaefers Beitr. — Mayer, E. G.: Handbuch der Röntgenkunde. Bd. 2: Otologische Röntgendiagnostik. Berlin: Julius Springer 1930. — Mayer, O.: Z. Hals- usw. Heilk. 42. — Mayer, H. v.: Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1877. — Mouret: Ber. 7. internat. Otologenkongr. Bordeaux. Ref. internat. Zbl. Ohrenheilk. 3. — Okada: Arch. klin. Chir. 58. — Preysing: Otitis media der Säuglinge. Wiesbaden: J. F. Bergmann 1904. — Ruedi: Acta oto-laryng. (Helsingfors) 12 (1937). — Rüdinger: Mschr. Ohrenheilk. 1875, Nr 1. — Saller: Leitfaden der Anthropologie. Berlin: Julius Springer 1930. — Schalle: Zit. nach Beneke. — Schwarz: Dtsch. Ärztebl. 20/37. — Singer: Z. Hals- usw. Heilk. 32. — Stenvers: Zit. nach E. G. Mayer. — Tato: Syndrome de Gradenigo. Buenos Aires: Frascoli 1935. — Tobeck: Z. Hals- usw. Heilk. 36, 37, 38 u. 42. — Toldt: Zit. nach Martin: Lehrbuch der Anthropologie. Jena: Gustav Fischer 1914. — Toynbee: Zit. nach Beneke. — Trautmann: Chirurgische Anatomie des Schläfenbeins. Berlin 1898. — Tröltzsch, v.: Arch. Ohrenheilk. 4 (1868). — Lehrbuch der Ohrenheilkunde, 1881. — Turner u. Porter: J. Laryng. a. Otol. 37. Ref. Zbl. Hals- usw. Heilk. 2 (1923). — Voss: Acta oto-laryng. (Stockh.) 15 (1931). — Wendt-Pollitzer-Nauwerk: Zit. nach Beneke. — Wittmaack: Die normale und die pathologische Pneumatisation des Schläfenbeins. Jena: Gustav Fischer 1918. — Die entzündlichen Erkrankungsprozesse des Gehörorganes. In Henke-Lubarschs Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie. Berlin: Julius Springer 1926. — Zuckerkandl: Makroskopische Anatomie. Handbuch der Ohrenheilkunde, Bd. 1. 1892.

Aufnahmebedingungen.

I. Sachliche Anforderungen.

1. Der Inhalt der Arbeit muß dem Gebiet der Zeitschrift angehören.
2. Die Arbeit muß wissenschaftlich wertvoll sein und Neues bringen. Bloße Bestätigungen bereits anerkannter Befunde können, wenn überhaupt, nur in kürzester Form aufgenommen werden. Dasselbe gilt von Versuchen und Beobachtungen, die ein positives Resultat nicht ergeben haben. Arbeiten rein referierenden Inhalts werden abgelehnt, vorläufige Mitteilungen nur ausnahmsweise aufgenommen. Polemiken sind zu vermeiden, kurze Richtigstellung der Tatbestände ist zulässig. Aufsätze spekulativen Inhalts sind nur dann geeignet, wenn sie durch neue Gesichtspunkte die Forschung anregen.

II. Formelle Anforderungen.

1. Das Manuskript muß leicht leserlich geschrieben sein. Die Abbildungsvorlagen sind auf besonderen Blättern einzuliefern. Diktierte Arbeiten bedürfen der stilistischen Durcharbeitung zwecks Vermeidung von weitschweifiger und unsorgfältiger Darstellung. Absätze sind nur zulässig, wenn sie neue Gedankengänge bezeichnen.
2. Die Arbeiten müssen *kurz* und in gutem Deutsch geschrieben sein. Ausführliche historische Einleitungen sind zu vermeiden. Die Fragestellung kann durch wenige Sätze klargelegt werden. Der Anschluß an frühere Behandlungen des Themas ist durch Hinweis auf die letzten Literaturzusammenstellungen (in Monographien, „Ergebnissen“, Handbüchern) herzustellen.
3. Der Weg, auf dem die Resultate gewonnen wurden, muß klar erkennbar sein; jedoch hat eine ausführliche Darstellung der Methodik nur dann Wert, wenn sie wesentlich Neues enthält.
4. Jeder Arbeit ist eine kurze Zusammenstellung (höchstens 1 Seite) der wesentlichen Ergebnisse anzufügen, hingegen können besondere Inhaltsverzeichnisse für einzelne Arbeiten nicht abgedruckt werden.
5. Von jeder Versuchsart bzw. jedem Tatsachenbestand ist in der Regel nur *ein* Protokoll (Krankengeschichte, Sektionsbericht, Versuch) im Telegrammstil als Beispiel in knappster Form mitzuteilen. Das übrige Beweismaterial kann im Text oder, wenn dies nicht zu umgehen ist, in Tabellenform gebracht werden; dabei müssen aber umfangreiche tabellarische Zusammenstellungen unbedingt vermieden werden¹.
6. Die Abbildungen sind auf das Notwendigste zu beschränken. Entscheidend für die Frage, ob Bild oder Text, ist im Zweifelsfall die Platzersparnis. Kurze, aber erschöpfende Figurenunterschrift erübrigt nochmalige Beschreibung im Text. Für jede Versuchsart, jede Krankenbeschreibung, jedes Präparat ist nur *ein* gleichartiges Bild, Kurve u. ä. zulässig. Unzulässig ist die *doppelte* Darstellung in Tabelle und Kurve. *Farbige* Bilder können nur in seltenen Ausnahmefällen Aufnahme finden, auch wenn sie wichtig sind. Didaktische Gesichtspunkte bleiben hierbei außer Betracht, da die Aufsätze in den Archiven nicht von Anfängern gelesen werden.
7. Literaturangaben, die nur im Text berücksichtigte Arbeiten enthalten dürfen erfolgen ohne Titel der Arbeit nur mit Band-, Seiten-, Jahreszahl. Titelangabe nur bei Büchern.
8. Die Beschreibung von Methodik, Protokollen und anderen weniger wichtigen Teilen ist für *Kleindruck* vorzumerken. Die Lesbarkeit des Wesentlichen wird hierdurch gehoben.
9. Das Zerlegen einer Arbeit in mehrere Mitteilungen zwecks Erweckung des Anscheins größerer Kürze ist unzulässig.
10. Doppeltitel sind aus bibliographischen Gründen unerwünscht. Das gilt insbesondere, wenn die Autoren in Ober- und Untertitel einer Arbeit nicht die gleichen sind.
11. An *Dissertationen*, soweit deren Aufnahme überhaupt zulässig erscheint, werden nach Form und Inhalt dieselben Anforderungen gestellt wie an andere Arbeiten. *Dank*sagungen an Institutsleiter, Dozenten usw. werden nicht abgedruckt. Zulässig hingegen sind einzelne Fußnoten mit der Mitteilung, wer die Arbeit angeregt und geleitet oder wer die Mittel dazu gegeben hat. *Festschriften*, *Habilitationsschriften* und *Monographien* gehören nicht in den Rahmen einer Zeitschrift.

¹ Es wird empfohlen, durch eine Fußnote darauf hinzuweisen, in welchem Institut das gesamte Beweismaterial eingesehen oder angefordert werden kann.