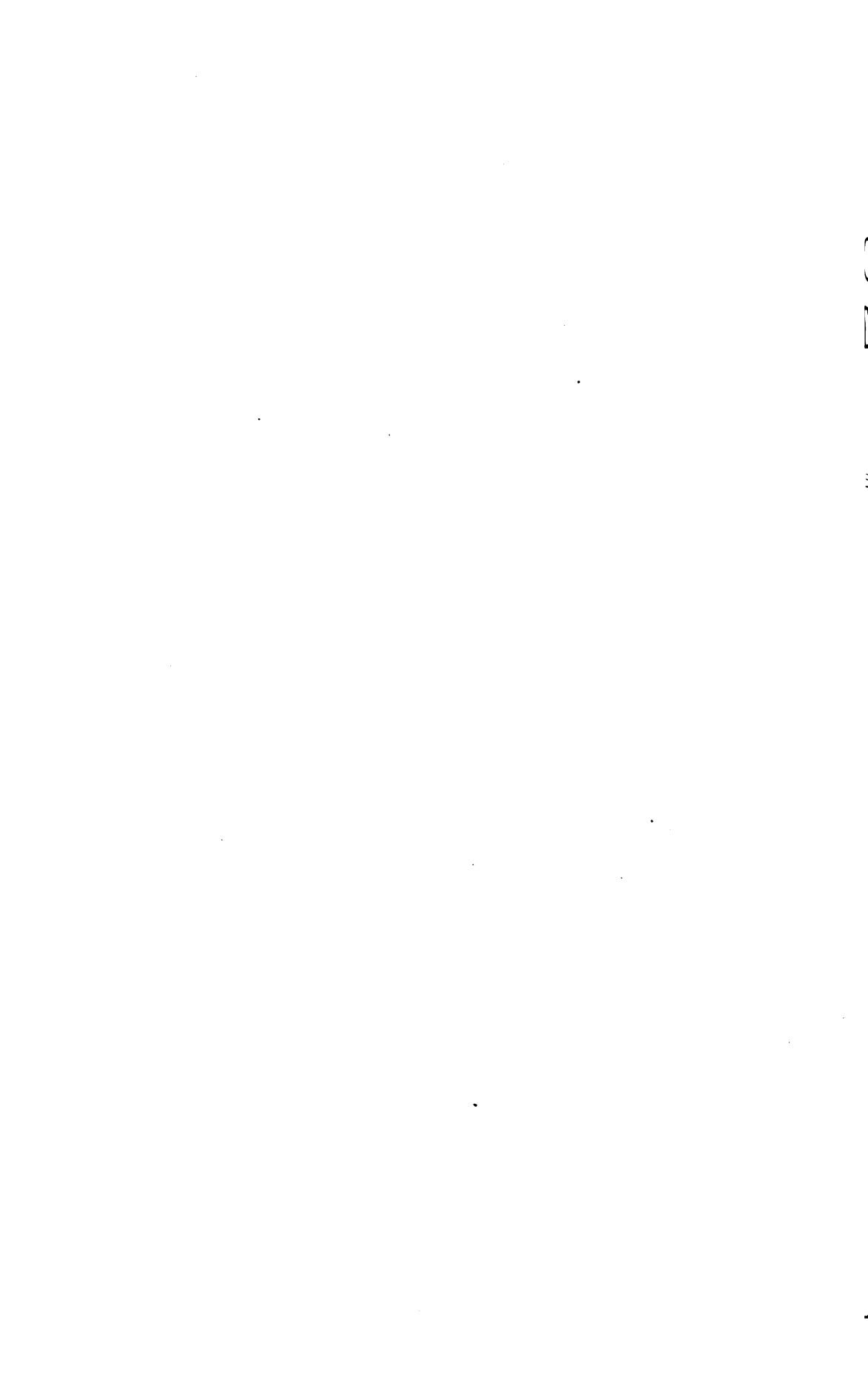


THE LIBRARY  
OF THE



CLASS B590.5  
BOOK Z14

June 20, 1917  
The [unclear] [unclear]





**ZEITSCHRIFT**  
FÜR  
**ANGEWANDTE ANATOMIE**  
**UND KONSTITUTIONSLEHRE**

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG VON

**A. FREIHERRN V. EISELSBERG**  
WIEN

**A. KOLISKO**  
WIEN

**F. MARTIUS**  
BOSTOCK

VON

**J. TANDLER**  
WIEN

ZWEITER BAND

MIT 68 TEXTFIGUREN UND 17 TAFELN



**BERLIN**  
**VERLAG VON JULIUS SPRINGER**  
1918

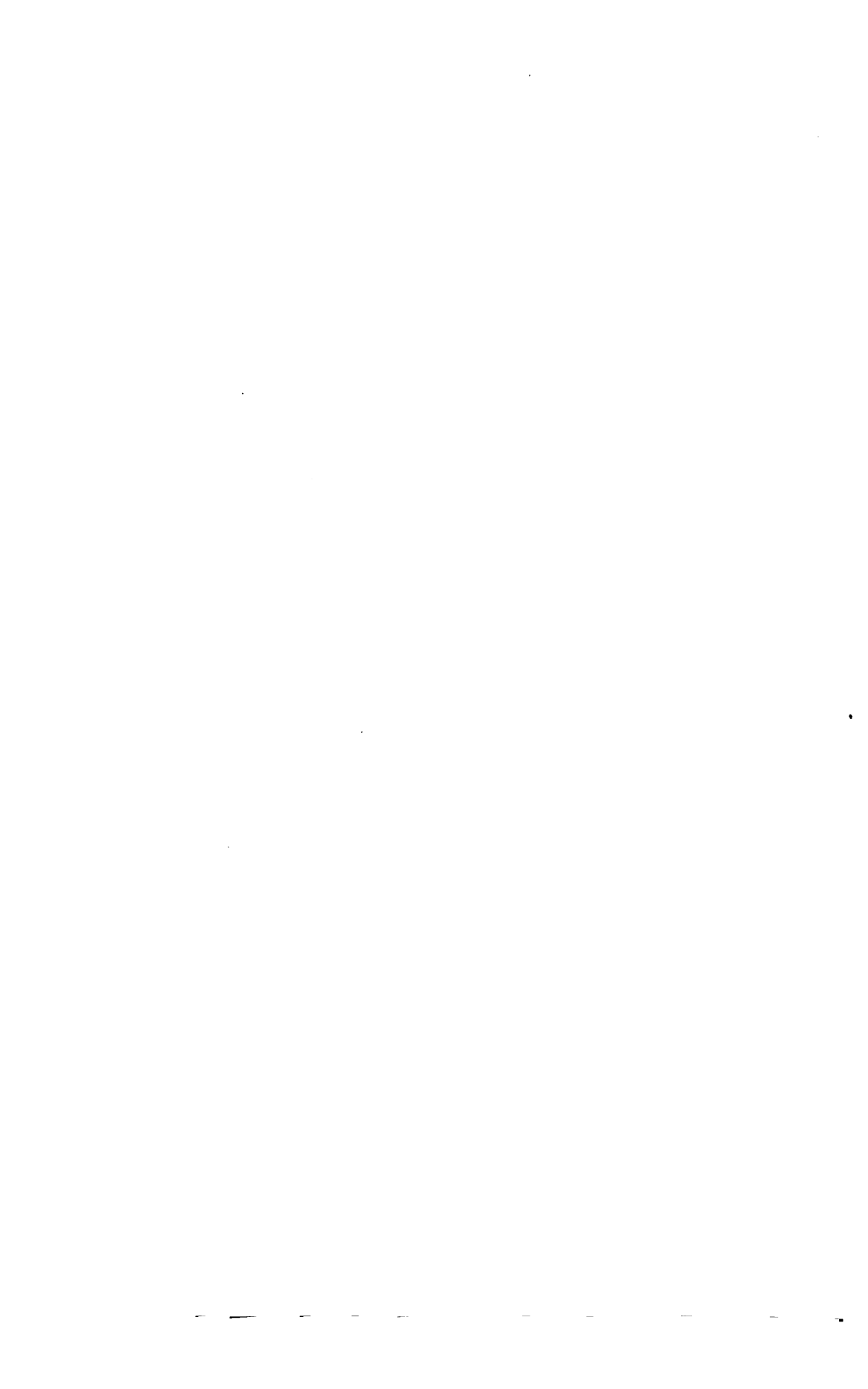
R. VITSEVALL  
AIDZEMER  
VFAHLL

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

## Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite
<b>Strahl, Prof. Dr. H.</b> Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von <i>Tatusia novemcincta</i> L. (Mit 6 Tafeln) . . . . .	1
<b>Hofmann, Prof. Dr. F. B.</b> Zur Theorie und Technik der Golgi-Methode .	41
<b>Korschelt, Prof. Dr. E.</b> Beobachtungen und Versuche an <i>Ctenodrilus</i> ( <i>Zeppelinia</i> ) <i>monostylos</i> . (Mit 14 Textfiguren) . . . . .	50
<b>Schmidtman, Dr. Martha.</b> Zur Kenntnis des braunen Pigments von Leber und Herz . . . . .	75
<b>Vogt, Dr. Walther.</b> Morphologische und kausal-analytische Untersuchungen über die Lageentwicklung des menschlichen Darmes. (Mit 16 Textfiguren und 7 Tafeln) . . . . .	87
<b>Wetzel, Prof. Dr. G.</b> Die quere Oberschenkelfurche des Neugeborenen und ihre Entstehungsbedingungen. (Mit 1 Textfigur) . . . . .	209
<b>Ruge, Prof. Dr. Georg.</b> Der breite Rückenmuskel der Primaten . . . .	233
<b>Triepel, Prof. Dr. Hermann.</b> Gastrulation und Chordulation. (Mit 2 Textfiguren) . . . . .	285
<b>Beuter, Dr. med. Carl.</b> Über die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik. (Mit 15 Textfiguren) . . . . .	297
<b>Schridde, Prof. Dr. Hermann.</b> Weitere Untersuchungen über die Lymphocyten und ihre Zellkörner. (Mit 2 Textfiguren) . . . . .	329
<b>Henneberg, Prof. Dr. B.</b> Zur Kenntnis der Entwicklung und der morphologischen Bedeutung der Hautdrüsenorgane. (Mit 3 Tafeln) . . . .	338
<b>Lehn, Dr. Charlotte.</b> Beitrag zur Kenntnis des Primordialschädels von <i>Polypterus</i> . (Mit 18 Textfiguren und 1 Tafel) . . . . .	349





## Autorenverzeichnis.

- Henneberg, B. Zur Kenntnis der Entwicklung und der morphologischen Bedeutung der Hautdrüsenorgane. S. 338.
- Hofmann, F. B. Zur Theorie und Technik der Golgi-Methode. (Aus dem physiologischen Institute zu Marburg). S. 41.
- Korschelt, E. Beobachtungen und Versuche an *Ctenodrilus* (*Zeppelinia*) *monostylos*. S. 50.
- Lehn, Charlotte. Beitrag zur Kenntnis des Primordialschädels von *Polyp-terus*. S. 349.
- Reuter, Carl. Über die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik. S. 297.
- Ruge, Georg. Der breite Rückenmuskel der Primaten. S. 233.
- Strahl, H. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Tatusia novemcincta* L. S. 1.
- Schmidtman, Martha. Zur Kenntnis des braunen Pigments von Leber und Herz. (Aus dem Pathologischen Institut der Universität Kiel). S. 75.
- Schridde, Hermann. Weitere Untersuchungen über die Lymphocyten und ihre Zellkörner. S. 329.
- Triepel, Hermann. Gastrulation und Chordulation. (Aus der Entwicklungsgeschichtlichen Abteilung des Anatomischen Institutes in Breslau. S. 285.
- Vogt, Walther. Morphologische und kausal-analytische Untersuchungen über die Lageentwicklung des menschlichen Darmes. (Aus den Anatomischen Instituten der Universitäten Rostock und Marburg.) S. 87.
- Wetzel, G. Die quere Oberschenkel-furche des Neugeborenen und ihre Entstehungsbedingungen. (Aus dem Anatomischen Institut zu Marburg.) S. 209.



## Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Tatusia novemcincta* L.

Von  
Prof. H. Strahl, Gießen.

Mit 6 Tafeln.

Die Embryologie der Gürteltiere hat in den letzten Jahren eine recht ausgiebige Bearbeitung gefunden. In erster Linie sind es die ausgezeichneten Arbeiten von Miguel Fernandez gewesen, die uns mit einer großen Reihe neuer Tatsachen über den eigenartigen Entwicklungsgang der *Mulita* und des *Peludo* bekannt gemacht haben. Ferner sind Beobachtungen nordamerikanischer Autoren zu nennen, die ebenfalls wertvolle Beiträge lieferten.

Fernandez hat schon vor einigen Jahren eine kürzere Mitteilung über die höchst eigenartigen Entwicklungsvorgänge der Keimblase der *Mulita* veröffentlicht (vgl. Literaturverz. Nr. 1) und dann neuerdings den gleichen Gegenstand in einem großen und ausführlichen Werk (Nr. 2) behandelt.

In letzterem gibt Fernandez da, wo er über die Embryonalhüllen handelt, vielfach Hinweise auch auf die Anlage der Placenta, insbesondere auf die Entwicklung der Zotten und der Umbilicalgefäße. Auch früheste Verklebungen der Fruchtblase mit dem Uterus bildet er ab (l. c. Tafel 6).

Im ganzen hat er dabei aber seine Studien wesentlich den Formen der Fruchtblase gelten lassen und den Entwicklungsgang der Placenten und insbesondere die Veränderungen der Uteruswand nicht genauer dargestellt.

Die Abweichungen in der Placentarbildung von *Tatusia hybrida* und *Tatusia novemcincta* können bei der großen Verschiedenheit im Bau der Fruchtblasen wohl keine ganz geringen sein; immerhin sind auch mancherlei Übereinstimmungen vorhanden. So ist z. B. der von Fernandez auf Tafel 1, Fig. 4 abgebildete, längsdurchschnittene Uterus mit Fruchtblase einzelnen unserer Objekte nicht unähnlich.

Auch insoweit scheint eine Übereinstimmung zu herrschen, als bei der *Mulita* die Placenta wie bei *Tatusia nov.* zeitweilig ausgesprochen gürtelförmig und für eine Anzahl der Embryonen gemeinsam ist.

Genauere Angaben über den Entwicklungsgang der ganzen Placenta gibt Fernandez aber an dieser Stelle nicht.

Eine eingehendere Darstellung der ersten Placentarbildung liefert Fernandez auch in seiner Arbeit über den *Peludo* nicht (Nr. 4), die sonst sehr viel des Interessanten bringt. Immerhin möchte ich im Hinblick auf unten mitgeteilte Beobachtungen über die Placenta von *Tatusia novemcincta* darauf hinweisen, daß Fernandez hier freies mütterliches Blut um die Fruchtblase beschreibt und abbildet. Er hält das Extravasat für entstanden durch Risse in der Uteruswand.

Bei dem eigentümlichen Bau des mütterlichen Gefäßsystems, wie ich ihn im *Uterus gravidus* von *Tatusia novemcincta* (und auch bei *Cabassous unicinctus*) finde und unten beschreibe, möchte ich nicht für unmöglich halten, daß hier ein physiologisches Extravasat vorliegt, kann etwas Genaueres aber mangels Kenntnis der Präparate natürlich nicht sagen.

Soweit Fernandez die Bilder von Schnitten durch die Uteruswand beschreibt (l. c. p. 315) muß man annehmen, daß deren Bau sowohl von dem von *Tatusia hybrida* als von *Tatusia novemcincta* abweicht, daß also die erste Placentaranlage ihre Besonderheiten haben wird. Fernandez weist S. 316 auch selbst hierauf hin.

Sehr bemerkenswert ist in bezug auf die Beurteilung der von Fernandez gefundenen überaus eigenartigen Polyembryonie der *Mulita*, daß der Autor für *Dasypus villosus* nachweisen kann, daß hier zwar auch in vorgeschrittener Graviditätszeit zwei Feten mit je dem zugehörigen Amnion in einem gemeinsamen Fruchtsack liegen, daß aber dieser Zustand erst während des Entwicklungsganges sich aus zwei ursprünglich getrennten Fruchtblasen herausbildet.

Eine Mitteilung von Fernandez über die Placenta von *Tatusia novemcincta* (Nr. 3) behandelt im wesentlichen die Formen der Placenta und anscheinend voneinander abweichende Angaben in der Literatur. Ich habe auf diese bereits früher an anderer Stelle geantwortet und glaube die vermeintlichen Differenzen aufgeklärt zu haben (Lit.-Verz. Nr. 8).

Fernandez hat bei seinen Untersuchungen über den Entwicklungsgang der Fruchtblase der *Mulita* nachgewiesen, daß hier in ganz früher Entwicklungszeit ein Inversionsvorgang sich abspielt, der in vieler Beziehung mit dem übereinstimmt, was von der Inversion der Keimblätter bei Nagern bekannt ist, diesen gegenüber allerdings wieder eine Reihe von durchaus charakteristischen Besonderheiten aufweist.

Für unsere Darstellung vom Aufbau der Placenta ist die Kenntnis dieser Stadien wesentlich, und ich verweise bereits jetzt auf die sehr klaren Schemata, die Fernandez (l. c. Nr. 2, S. 13 und 117) von ihnen gibt; insbesondere darauf, daß schon sehr früh ein überwiegender Teil der Außenwand der Fruchtblase vom Entoderm gebildet wird.

Von den Arbeiten der amerikanischen Autoren nenne ich zunächst die kurze, aber inhaltreiche Mitteilung von Lane (5), über die ich mich auch bereits an anderer Stelle ausgesprochen habe.

Lane nennt die Placenta des Tatu eine *Placenta zono-discoidalis indistincta*. Nach seinen eigenen schematischen Abbildungen läßt sich darüber streiten, ob diese Terminologie zweckmäßig ist; ich würde nach den Laneschen Figuren die Placenta lieber als eine sehr große *Placenta zonaria* mit verschieden starken Abschnitten bezeichnen; ich komme unten auf die Frage der Terminologie zurück.

Newman und Patterson (6) behandeln bei ihren Untersuchungen über die Entwicklung des Armadillo die Frage nach der Entstehung der Placenta in erster Linie vom Gesichtspunkt der Form der Placenta, über die sie sich orientieren, indem sie die Fruchtsäcke durch Abnahme der Uteruswand von außen frei legen.

Sie scheiden eine primäre (Träger-) Placenta, die im wesentlichen die Verbindung zwischen Fruchtblase und Uterus herstellen und weniger der Ernährungsfunktion dienen soll, von einer endgültigen ernährenden, sekundären Placenta.

Für die Entstehung der sekundären Placenta geben sie schematische Figuren der Außenseite der Fruchtblase, an welcher letzterer sie einen im Fundus belegenen Trägerabschnitt von einem in der unteren Uterushälfte gelegenen Dottersacksabschnitt scheiden.

Das jüngste Stadium, das sie schildern (l. c. S. 389, Fig. 3) zeigt eine Fruchtblase, die im ganzen Fundusteil mit kurzen, weitstehenden Trägerzotten bedeckt ist. Inmitten dieser finden sich hier zunächst voneinander getrennte Placentarscheiben, von denen je eine zu einem der vier Embryonen gehört. Sie sind durch eine dichtere Stellung ihrer Zotten gekennzeichnet.

Dieser Entwicklungszustand soll sich dann so verändern, daß die Placentaranlage im Trägerteil sich relativ vergrößert, der Dottersacksanteil kleiner wird. Gleichzeitig verbinden sich die Placentarscheiben zu einem Ring, an dem aber die Verbindungsbrücken von je zweien der Scheiben breiter sind als die beiden anderen, so daß der Ring aus zwei Stücken besteht, die selbst wieder zweiteilig und untereinander durch schmale Brücken verbunden sind.

Die Brücken entwickeln sich auch weiter ungleichmäßig, und als endgültige Form bilden die beiden Autoren einen von außen frei präparierten Fruchtsack ab, der 210 mm lange Feten einschließt und eine Placenta aufweist, bei der sich zwei Lappen unterscheiden lassen, die durch ganz schmale Brücken verbunden sind, selbst aber wieder durch Einkerbungen am Rande zweiteilig erscheinen. Der untere Abschnitt des Fruchtsackes ist in größerer Ausdehnung zottenfrei; die Zotten, die in ihm ursprünglich vorhanden waren, sollen degeneriert sein.

Newman und Patterson polemisieren auch — wie mir scheint, nicht mit Recht — gegen die Form der zottenfreien Pole der Fruchtblasen in dem Schema von Lane.

Zum Schluß ihrer Mitteilungen über den Placentarbau des Armadillo stellen Newman und Patterson die Angaben der älteren Autoren über die Form der Placenta zusammen: Nach Kölliker ist sie discoidal, nach Milne Edwards zonar, nach Beddard „dome-shaped“, nach Lane eine zono-discoidalis indistincta.

Die Placenta von *Tatu hybridum* sei nach von Ihering eine „annularis composita“, die vom „six-banded armadillo“ nach Chapman krikoid.

Nach ihrer eigenen Meinung ist diejenige von *Dasypus novemcinctus* zuerst einfach discoidal, dann gürtelförmig, dann tetra-discoidal, später eine annularis composita und endlich „incompletely doubly discoidal“.

Die Arbeiten der älteren Zeit von Milne Edwards, Kölliker, Ihering sind so vielfach in der Literatur angeführt und so bekannt, daß es eines besonderen Hinweises auf diese kaum bedarf.

In bezug auf die neueren Arbeiten soweit sie hier nicht unmittelbar zitiert sind, kann ich auf das sehr vollständige Verzeichnis von Fernandez verweisen.

Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, ein ziemlich umfangreiches Material von graviden und nicht graviden Uteris von *Tatusia novemcincta* zu untersuchen und habe mich in erster Linie mit dem Aufbau der Placenta dieses Tieres beschäftigt. Es handelte sich dabei für mich insbesondere um Feststellung der Beziehungen der Fruchtblase zum Uterus, die bei den genannten Autoren im ganzen weniger Berücksichtigung erfahren haben.

Ich habe einiges aus der Placentarentwicklung bereits in einer Anzahl kleinerer Mitteilungen berichtet (Lit.-Verz. Nr. 7, 8, 9).

Ich glaube jetzt in der Lage zu sein, eine Übersicht über so ziemlich den ganzen Entwicklungsgang der Placenta geben zu können und möchte das im nachstehenden versuchen. Kleine Lücken im Material, die sich auch heute noch an dieser oder jener Stelle finden, lassen sich dann wohl bei Lieferung neuer Uteri ergänzen.

Ich darf für unsere Darstellung ganz kurz daran erinnern, daß es seit langem bekannt ist, daß *Tatusia novemcincta* bei seltenen Ausnahmen jeweils vier gleichgeschlechtliche Junge entwickelt, die in einem gemeinsamen Fruchtsack liegen, deren jeder aber ein eigenes Amnion besitzt. Ich füge hinzu, daß dem gemeinsamen Fruchtsack auch eine bis zum gewissen Grade gemeinsame, für alle vier Feten einheitliche Placenta entspricht. Diese füllt den ganzen mittleren Teil des Uterus aus, läßt jedoch den Abschnitt über dem inneren Muttermund und dessen Umgebung, desgleichen ein Feld im Fundus frei, ist also im strengeren Sinne eine ringförmige.

Vielleicht ist es zweckmäßig, ebenfalls gleich vorzuschicken, daß

die fertige Placenta aus einem großen intervillösen Raum besteht, in welchen die Zotten frei hineinhängen, so daß an Schnitten ein Gesamtbild entsteht, das man wohl mit dem der menschlichen Placenta vergleichen kann, das aber im einzelnen freilich so weit abweicht, daß man (abgesehen von den makroskopischen Unterschieden und denen der Größenverhältnisse, die ja sehr ausgiebig sind) auch im feineren Bau die beiden Placenten leicht unterscheiden kann. Dazu kommt, daß, wie die nachstehenden Betrachtungen erläutern sollen, der Entwicklungsgang der beiden Placentarformen ein durchaus verschiedener ist.

Kölliker hat die Tatsache, daß die vier Feten bei *Tatusia novemcincta* in einem gemeinsamen Fruchtsack liegen, in seiner „Entwicklungsgeschichte“ (S. 362) erwähnt. Er nennt dabei die Außenhülle des Fruchtsackes, dem damaligen Stand der Kenntnisse entsprechend, Chorion. Der Terminus Chorion für die äußere Hülle der Fruchtblase ist aber für die Säuger mit Inversion der Blätter nicht recht angebracht; was hier in einem größeren Abschnitte der Fruchtblasenwand bei einigermaßen entwickelter Fruchtblase außen liegt, ist die parietale Platte der Dotterackswand, deren Entodermschicht dann die Außenwand Fruchtblase bildet.

Sobotta nennt deshalb Chorion bei der Fruchtblase der weißen Maus auch folgerichtig die Platte, die sich mit der Bildung der Amnion dorsal von der Amnionfalte abspaltet und hier natürlich im Innern der Fruchtblase liegt.

Für unsere Zwecke ist bei Darstellung der Placentarentwicklung von *Tatusia novemcincta* der Terminus Chorion entbehrlich. Ich möchte ihn, um die Terminologie nicht unnötigerweise unübersichtlich zu machen, vermeiden; unter allen Umständen darf man die an die Uteruswand anschließende Fruchthülle, die vom Entoderm überzogen ist, nicht mit diesem Terminus bezeichnen.

#### Der nichtgravide Uterus.

Der nichtgravide Uterus von *Tatusia novemcincta* ist ein kleiner Uterus simplex, der in einem breiten Ligamentum latum sitzt. Er geht nach oben in eine kleine Spitze aus, die in einem Falle mehr, im anderen minder vorspringt, was ich bemerke, da die nichtgraviden Uteri einzelner anderer Gürteltierformen in ihrem Fundus breiter sind und viel mehr als der von *Tatusia novemcincta* einem stark verkleinerten menschlichen Uterus gleichen. Ein senkrecht durchschnittener Uterus zeigt in einem mikroskopischen Schnitt bei schwacher Vergrößerung, wie auf der Muskulatur des Corpus uteri eine dicke Schleimhaut aufsitzt, die von einem ausgiebigen Komplex zusammengesetzter tubulöser Drüsen vollkommen durchsetzt ist.

Nach unten wird die Schleimhaut dünner, die Drüsen sind minder stark verzweigt und schräg in die Mucosa eingelassen. Wir möchten auf

diesen Unterschied in dem Aufbau der Schleimhaut oben und unten, in der Anordnung der Drüsen bereits hier aufmerksam machen, da es sich aus der folgenden Darstellung ergeben wird, daß der untere Abschnitt des Uterus mit den schräggestellten Drüsen zur Anlage bestimmter Abschnitte der Placenta verwendet wird. Auf die in der Literatur ventilirte Frage nach den Beziehungen von Uterus und Scheide zueinander will ich an dieser Stelle nicht eingehen.

Auch bei ganz geringer Vergrößerung lassen unsere Schnittpräparate an der Muskulatur vielfach eine ausgesprochene Lückenbildung erkennen. Wie Untersuchung mit starker Vergrößerung lehrt, ist das der Ausdruck einer eigenartigen Anordnung des Gefäßsystemes, wie sie im Uterus von Tatusia, Cabassous, Tamandua vorkommt. Ich habe früher an anderer Stelle über dieselbe berichtet (Lit.-Verz. Nr. 9) und werde im nachstehenden mich vielfach mit ihr zu beschäftigen haben. Es handelt sich um eine ganz eigenartige Auflösung der venösen Gefäße vermutlich innerhalb derjenigen Lagen der Muskulatur, die an die Schleimhaut anschließen, in ein weit kalibriertes Netzwerk von Stämmen, zwischen welchen die Muskulatur schließlich nur in Gestalt von kleinen Bälkchen liegenbleibt. Eine Anordnung, die ich sowohl im nichtgraviden wie im graviden Uterus finde, bei letzterem sowohl in dem placentaren als in dem nichtplacentaren Teil.

Ich habe geglaubt, sie in mancher Beziehung einem Corpus cavernosum vergleichen zu können und sie auch als Corpus cavernosum uteri bezeichnet.

Die Bilder, die man von diesem im Schnitt bekommt, sind ungemein wechselnde, je nach dem Füllungszustand der Gefäße, auch je nachdem bei entleerten Gefäßen diese klaffen oder in ihren Wandungen zusammenklappen. Auch in letzterem Falle kann man sie, wenn man die ganze Erscheinung kennt, immer leicht nachweisen. Wir kommen im folgenden vielfach auf diese Gefäße zurück, insbesondere auf ihre Beziehungen zur Placenta und zum intervillösen Raum.

#### Uterus aus der Brunst.

Ein Uterus lag vor, der sich äußerlich von dem nichtgraviden dadurch unterschied, daß er eine ganz geringe Vergrößerung über den Durchschnitt aufwies.

Ich habe den Uterus, wie viele andere, längs durchschnitten und fand in ihm eine gegenüber der spaltförmigen Lichtung des nichtgraviden Uterus nicht zu verkennende Erweiterung des Cavum uteri; eine Fruchtblase war nicht nachzuweisen.

Ich nehme nach den gewonnenen Schnittbildern an, daß es sich hier um ein Stadium der Brunst handelt, kann aber auch eine allerfrüheste Gravidität, etwa im Tubenstadium, nicht sicher ausschließen.



Jedenfalls zeigt der Uterus auf Schnitten, die gemacht wurden, ein Bild, das durchaus zu dem paßt, das man von der Vorbereitung auf die Gravidität erwarten darf.

Die Schleimhaut ist gegenüber der des nichtgraviden Uterus verdickt und weist eine ausgesprochene Entwicklung der Drüsen auf. Diese sind verlängert und verdickt und lassen wohl auch eine Scheidung in einen oberen und unteren Abschnitt erkennen. Die unteren blinden Enden der Drüsen reichen, was mir für Erklärung der Schnittbilder aus späteren Stadien wesentlich erscheint, vielfach bis in die Muskulatur hinein. Das Corpus cavernosum in dieser ist gut entwickelt.

Aus einer sehr großen Zahl graviden Uteri aller Entwicklungsstadien, über die ich verfüge, nehme ich für die Darstellung eine kleinere Reihe heraus, welche ausreicht, um den Entwicklungsgang der Placenta klarzulegen.

Das jüngste Graviditätsstadium, welches sich in meinem Materiale findet, ist ein Uterus, dessen Embryonen auf einem Stadium mit eben angelegter Medullar- und primitiver Rinne stehen und noch keine Urwirbel besitzen.

#### Uterus gravidus Nr. 1.

Das jüngste Stadium meiner Uteri, die ich für Untersuchung der Placentarbildung verwenden konnte, enthielt Embryonen kurz vor Anlage der ersten Urwirbel.

Ich habe den Uterus durch einen glatten Längsschnitt eröffnet; die eine Hälfte dieses zeigt Fig. 1. Das abgebildete Stück ist in natura 32 mm lang, die Vergrößerung also ungefähr dreifach linear. Der ganze Uterus ist gegenüber dem nichtgraviden, insbesondere in seinen unteren Abschnitten, verdickt; in dem erweiterten Cavum uteri liegt auf der hier dünneren Uteruswand in einer von dieser begrenzten ovalen Höhle eine birnförmige Fruchtblase. Der Hohlraum läßt in der Figur einen oberen, etwas kürzeren und einen unteren längeren zugespitzten Abschnitt unterscheiden, die durch eine ringförmig verlaufende Furche voneinander getrennt sind. Der untere Teil der Fruchtblase enthält die zu erwartenden vier Embryonen als verhältnismäßig lange, schmale Streifen. Unsere Figur zeigt deren zwei, einen gerade am linken Rand, der anderen etwas rechts von der Mitte.

Die Embryonen stehen noch vor Anlage der ersten Urwirbel; sie haben eine ganz flache Medullarrinne entwickelt, hinter dieser eine ausgesprochene Primitivrinne. Sie sind im Verhältnis zu anderen Säugetierembryonen gleichen Entwicklungsgrades verhältnismäßig lang und schmal.

In bezug auf den ersten Entwicklungsgang von Gürteltierfruchtblase

kann ich auf die ausführlichen Darstellungen von Fernandez verweisen und für unsere Zwecke nur vermerken, daß die verschiedenen Gürtelformen sich offenbar recht ungleichmäßig entwickeln. *Tatusia novemcincta* macht wie die *Mulita* jedenfalls eine Inversion der Keimblätter durch, ähnlich der, wie sie für eine Anzahl von Nagern bekannt ist, aber doch wieder mit mancherlei Eigenart.

Es findet dabei ein sehr frühzeitiger Schwund der äußeren Teile der Wand der Fruchtblase statt, nach deren Beendigung die obere Wand der Nabelblase die Außenfläche der Blase bildet. Es liegt dann, wie wir zeigen werden, auf weite Strecken das Entoderm an der Oberfläche der Fruchtblase. Ich bitte, für diese Verhältnisse nochmals die Textfigur 41, S. 117 (Nr. 2) von Fernandez zu vergleichen, ebenso meine eigene Abbildung s. Tafel VI aus einem etwas älteren Stadium.

Das von Fernandez abgebildete Entwicklungsstadium ist etwas älter als das vorliegende — etwa mein Präparat von Uterus 3 würde diesem entsprechen —, aber es orientiert rasch über die Anordnung der Embryonalhüllen.

Es muß dabei hervorgehoben werden, daß *Tatusia hybrida* natürlich in Einzelheiten ihre besonderen Formen gegenüber *Tatusia novemcincta* aufweist. Die allgemeine Anordnung ist aber wohl die gleiche; insbesondere, daß in dem hier von mir beschriebenen Stadium die ursprüngliche, hinfällige Außenwand der Fruchtblase schon geschwunden ist; die Außenwand wird nunmehr in überwiegendem Teil von der dorsalen Wand der Nabelblase gebildet. Die äußerste Lage ist somit entodermal. Das gilt jedenfalls für die ganzen unteren Abschnitt der Fruchtblase; ob auch für die im Fundus uteri gelegene Kuppe, lasse ich dahingestellt; ich kann es nach meinen Präparaten nicht entscheiden, es kommt auch zunächst für meine Untersuchungen über die Placentarbildung nicht so sehr in Frage als das Verhalten des unteren Teiles der Fruchtblase.

Bei unserem Präparat hat sich am rechten Rande des Stückes die sonst der Innenfläche des Uterus dicht anliegende Fruchtblase etwas abgehoben, so daß sich Uteruswand und Fruchtblase deutlich voneinander scheiden. Aus der gegenüberliegenden Uterushälfte wurde die Fruchtblase herausgenommen und zeigte sich dann ein auffälliger Unterschied in der Anordnung der Innenfläche der Uterusschleimhaut oben und unten. Entsprechend der schon in Fig. 1 beschriebenen Furche ist auch hier oberer und unterer Abschnitt durch eine solche geschieden. Der untere, stärkere ist auf der freien Fläche ganz ausgesprochen glatter, der obere in kleine unregelmäßige Felder geschieden.

Ein Schnittpräparat durch oberen und mittleren Abschnitt der Uterushälfte (Fig. 2) zeigt, daß an der erweiterten Partie einem unteren Teil mit stark verdickter Muskulatur und Schleimhaut ein oberer, dünnerer Teil

gegenübersteht. Wir können bereits jetzt vorausschicken, daß in beiden sich Placenta bildet, in dem unteren aber in ganz anderer Form und Ausdehnung als im oberen. Ich bezeichne die verdickte Schleimhaut des unteren Teiles als „Placentarpolster“; eine „Placentarrinne“ setzt den oberen Rand des Placentarpolsters gegen den dünneren Abschnitt in der Kuppe des Uterus ab.

Die Schleimhaut des Placentarpolsters ist in ihrer Bindegewebsunterlage überaus verstärkt, und in das Bindegewebe ist ein ungemein entwickelter Drüsenapparat eingelagert.

Die Drüsen sind, wie das die Figur trotz ganz schwacher Vergrößerung erkennen läßt, in ihren tieferen Teilen so angeordnet, daß sie schräg in der Richtung von oberflächlich an der Fundusseite nach tief an der Muttermundsseite ziehen. Man kann das auch an kleineren Spalten im Bindegewebe kontrollieren, die sich an einzelnen Stellen zu größeren Lücken erweitern, und auf welche ich im Hinblick auf die Art und Weise der späteren Placentarbildung jetzt schon aufmerksam machen will. Das eigentümlich Fleckige in dem oberflächlichen Teil der Muskelschicht ist bedingt durch die oben beschriebene Anordnung des Gefäßapparates, durch das *Corpus cavernosum uteri*, das auch bei Betrachtung der Figur mit der Lupe gut erscheint.

In der Kuppe des Uterus ist die Schleimhaut, die sich dort auch in der Figur als etwas Besonderes nicht absetzt, ungemein dünn; wie stärkere Vergrößerung lehrt, ist sie an einzelnen Stellen sogar in ihrer Kontinuität unterbrochen, so daß die Muskulatur frei an der Oberfläche liegt. Neben solchen von Schleimhaut freien Abschnitten der Uteruswand finden sich solche, in denen kleine Wülstchen von etwas stärkerer Schleimhaut vorhanden sind, die wohl die Durchschnitte von Schleimhautleisten bilden, welche das makroskopisch sichtbare Oberflächenrelief bedingen.

Auch die Muskulatur in der Kuppe ist nicht stark; sie ist von einem gleichen Netz von Gefäßen durchsetzt, wie wir es oben beschrieben haben, ist zum Teil in ein Balkenwerk von feinsten Muskelfäden aufgelöst.

Die Fruchtblase liegt der Innenwand des Uterus im ganzen locker auf; an der Placentarrinne zwischen oberem und unterem Uterusabschnitt, und in deren Nachbarschaft ist bereits eine Verklebung der beiden Teile eingetreten. Über die Natur dieser gibt das folgende Entwicklungsstadium besseren Aufschluß, als das vorliegende.

#### Uterus gravidus Nr. 2.

Ein in der Entwicklung ein wenig weiter vorgeschrittener Uterus ist von mir bereits früher in einer kurzen Mitteilung im Anatomischen Anzeiger (Lit.-Verz. Nr. 7) erwähnt; ich kann ihn der Vollständigkeit der Darstellung halber hier nicht übergehen, habe auch seit meiner ersten

Veröffentlichung noch eine Reihe sehr instruktiver Präparate von ihm gewonnen.

Das Bild des ganzen, uneröffneten Uterus zeigte, wie sich der Fundus rasch über den oberen Rand des Ligamentum latum erhoben hat; es ist die ursprünglich vorhandene Spitze verstrichen und der ganze Uterus ausgesprochener als früher birnförmig geworden.

In dem frontal eröffneten Uterus liegen auch hier die vier Embryonen in einem gemeinsamen großen Fruchtsack (Fig. 3). Die abgebildete Hälfte zeigt ihrer zwei, die mit dem Kopfe etwas schräg nach unten einwärts liegen, mit dem Hinterende den oberen Rand des Placentarpolsters erreichen.

Die kleinen Embryonen haben einen ähnlichen Bau, wie ihn Fernandez von entsprechenden Stadien der *Mulita* (Nr. 2, S. 117) im Schema abbildet. Bei unserem Präparat läßt sich unter der Doppellupe bei Beleuchtung mit der für solche Zwecke besonders empfehlenswerten Leitzschen Liliputbogenlampe leicht feststellen, daß vom hinteren Embryonalende Stränge, die auch in unserer Figur hervortreten, zur Uteruswand ziehen und beide Teile miteinander verbinden. Es sind mesodermale Abschnitte der Allantois, die in ähnlicher Form wie bei Nagern mit invertierten Blättern, bei denen sie freilich einheitlicher sind, als starke Straßen die Umbilicalgefäße auf die Uteruswand überleiten.

Vielleicht kann ich an dieser Stelle schon vermerken, daß außer den in der Figur sichtbaren Abschnitten des Allantoiswulstes, die nach oben gegen den Kuppelteil des Uterus ziehen, ein nur an Schnitten nachweisbares anderes Stück desselben sich vom Boden der Placentarrinne aus zwischen Muskulatur und Schleimhaut nach abwärts schiebt.

Der Embryo ist auch in diesem Stadium sehr langgestreckt. Sein Medullarrohr im größten Teil geschlossen, nur hinten noch klaffend.

Herzanlage als kleiner Schlauch in der ventralen Wand des kurzen Kopfdarmes ist vorhanden; der Kopfdarm geht dann in eine flache Darmrinne über, die wieder gegen einen kurzen Enddarm ausläuft. Eine Reihe von Urwirbelpaaren ist entwickelt; neben ihnen geht auf Querschnitten stellenweise die Anlage für die Leibeswand so ausgesprochen steil in die Höhe, wie man das auch bei einzelnen Nagern mit invertierten Blättern in entsprechenden Stadien findet.

Das geschlossene Amnion läuft nach vorn in die von Fernandez beschriebene Röhre aus, die auch in unserer Figur als heller Faden sichtbar ist.

Die Länge des kleinen Embryonalkörpers beträgt am erhärteten Objekt etwa 4 mm.

Der Unterschied zwischen dem unteren Abschnitt des Uterus mit seinem Placentarpolster und dem oberen, dünneren, placentarfremen Teil ist jetzt noch ausgesprochener als im vorigen Stadium; der Rand des

Polsters springt sehr viel stärker heraus; die Rinne, welche beide Abschnitte trennt, ist erheblich tiefer.

Schnittpräparate lehren, daß die Fruchtblase der verdickten Schleimhaut im allgemeinen locker aufliegt, die Schleimhaut des Placentarpolsters läßt die Wucherung der Drüsen erkennen, in deren Anordnung insofern etwas Änderung eingetreten ist, als die Drüsen sich noch ausgesprochener als vorher in Gruppen stellen, die schräg von oben nach unten sich in die bindegewebige Unterlage einsenken, was am Präparat vielfach noch deutlicher als in der Figur hervortritt.

Die bereits im vorigen Stadium sichtbaren Lücken in der Schleimhaut zwischen den Drüsenpaketen haben sich reichlicher erweitert, namentlich am Boden der Schleimhautschicht so stark, daß es auf Strecken zu breiter und vollkommener Abhebung der Schleimhaut von der Muskulatur kommt. Pfeiler von Schleimhaut verbinden beide Teile miteinander. Untersuchung mit stärkerer Vergrößerung lehrt, daß es sich um mit Endothel ausgekleidete Räume handelt, in denen sich mütterliches Blut nachweisen läßt. An dieser oder jener Stelle kann man den unmittelbaren Zusammenhang dieser Räume mit den gerade an diesem Präparat durch natürliche Injektion besonders deutlich hervortretenden Gefäßnetzen in der Muskulatur nachweisen, und der weitere Entwicklungsgang macht es unzweifelhaft, daß wir in diesen erweiterten mütterlichen Bluträumen die Vorläufer von Teilen eines intervillösen Raumes vor uns haben, in die dann weiterhin die Zotten einwachsen.

Ganz ungemein übersichtliche Präparate gewährten solche Schnitte, welche durch Embryo und Uteruswand gleichzeitig gelegt sind. Es wurde der Uterus in Quadranten mit je einem Embryo zerschnitten und dann einer der Embryonen quer, ein anderer in Längsschnitte zerlegt.

In Fig. 4 bilde ich eines der Schnittpräparate ab, welches von der Querschnittserie einen Schnitt mitten durch den Embryonalkörper enthält, zugleich die unter diesem liegende Uteruswand. Für die Beziehungen von Uteruswand und Embryo zueinander scheint mir besonders bemerkenswert, daß auf der Oberfläche des uterinen Placentarpolsters ein sehr wohlerhaltenes Uterusepithel vorhanden ist. An dieses lagert sich der Embryo mit seiner Entodermseite an, die flache Darmrinne liegt frei über diesem Epithel. Drüsenmündungen, die auf die Uterusoberfläche ausgehen, werden vom Entoderm überdeckt.

Die Beziehungen der einwachsenden Allantois zur Uteruswand zeigen besser die Längsschnitte, von denen einer in Fig. 5 dargestellt ist.

Die Figur zeigt den leicht gebogenen Embryonalkörper annähernd längs getroffen. Er liegt in seinem vorderen Abschnitt der Uteruswand mit der Entodermseite nicht fest auf. Am hinteren Ende biegen die Embryonnhüllen über dem Rande des Placentarpolsters nach unten ab, und hier findet sich an allen Schnitten eine Brücke, an der Uterusepithel

und Entoderm des Embryos in schmalen Streifen fest miteinander verbunden sind. Es ist an dieser Stelle unmöglich, eine Grenze zwischen den beiden Lagen festzustellen. Immerhin kann man aber sehen, wie von dieser Brücke aus die Zellen auf den Embryonalhüllen, also Entodermzellen, weiter gehen, während die Lage des Uterusepithels nicht kontinuierlich weiterzieht, sondern von der Verschmelzungsstelle ab gegen den Fundus hin vielfach unterbrochen ist.

Am hinteren Ende des Embryonalkörpers sproßt die Allantois aus. Sie besteht aus einem kurzen Entoderm-säckchen, das von einer dichten Lage von visceralem Mesoderm gedeckt ist. Und an dieses schließt sich ein Allantoiszapfen, der nach hinten in den Cölo-raum sich vorschiebt und von einem lockeren embryonalen Bindegewebe, dem Träger für die Umbilicalgefäße, gebildet wird, ganz ähnlich dem, was man von dem Allantoiszapfen von Nagerembryonen mit invertierten Blättern kennt.

Dieser Allantoiszapfen stellt dann die Verbindung des hinteren Embryonalendes mit den äußeren Hüllen der Fruchtblase her. Er ist mit seiner Spitze an deren Innenwand angelegt und hat sich mit ihr verbunden. Von der Spitze aus schieben sich die ersten Zotten, deren Durchschnitte unsere Figur als kleine Felder unter dem Allantoiszapfen zeigt, gegen die Uteruswand vor. Sie bestehen aus einem von der Allantois mit den Umbilicalgefäßen gelieferten Kern und einem Überzug der Hüllen. In ihrem inneren mesodermalen Teil ist ein Unterschied in dem von den Hüllen abstammenden und einem allantoiden Abschnitt nicht festzustellen.

Der Längsschnitt zeigt, daß die Zotten an dieser Stelle im wesentlichen gegen den Fundus zwischen Hüllen und Uteruswand sich einschieben. Aus den Querschnitten folgt aber, daß jetzt schon ein anderer Teil derselben in die Räume einwächst, die sich durch Abhebung der Schleimhaut von der Muskelhaut im unteren Placentarabschnitt bilden.

Der Überzug der vorsprossenden Zotten ist ein Syncytium, das ich seiner Herkunft nach für entodermal halte.

Ich tue das, weil ich in diesem Stadium, in dem ich die ersten Zotten sich entwickeln sehe, an der ventralen Seite des Embryos eine sichere Entoderm-lage nachweisen kann, die sich hinter dem caudalen Ende des Embryos als äußere Wand der Fruchtblase an die Uteruswand verfolgen läßt; und da, wo die Zotten entstehen, kann man die gleiche Lage auch auf diese übergehen sehen.

Ein Zweifel an der Richtigkeit dieser Deutung, den ich meinerseits nicht unerwähnt lassen möchte, könnte nur bestehen, wenn auch für *Tatusia novemcincta* etwa ein dem vorliegenden vorausgehendes Stadium existierte, das dem Schema der *Mulita*, wie es Fernandez (Nr. 2, S. 117) gibt, entspräche, d. h. wenn auch hier eine der Struktur, nicht etwa der Topographie nach besondere Trägerplacenta vorkäme.

Den Mitteilungen von Newman und Patterson, die bisher allein die in Frage kommenden Stadien beschrieben haben, kann ich eine Entscheidung nicht entnehmen, und so möchte ich einstweilen bei der oben gegebenen Deutung bleiben.

In der oberen Uterushälfte ist die Schleimhaut stark verdünnt; sie dehnt sich offenbar, der reichlichen Flächenvergrößerung des Uterus folgend, sehr beträchtlich aus, ohne gleichzeitig an Masse zuzunehmen. Die letzte Folge hiervon ist, daß noch deutlicher als im Stadium 2 die Schleimhaut schließlich auf einzelne Stränge reduziert erscheint, zwischen denen Embryonalhüllen und Muskulatur einander berühren.

Nach den Abbildungen von Newman und Patterson reicht der mit Zotten besetzte Teil der Fruchtblase durch den ganzen Fundus. Ich kann nach meinen Präparaten einstweilen nicht entscheiden, ob das richtig ist und ob nicht im Fundus auch jetzt — wie in späteren Stadien sicher — ein zottenfreies Feld vorhanden ist.

Jedenfalls kann man nach den Präparaten des vorliegenden Stadiums aber schon sagen, daß hier die erste Anlage von zwei ganz verschiedenen Abschnitten der Placenta vorhanden ist: Einer derselben, im unteren Teil des Cavum uteri liegend, bildet sich so, daß sein intervillöser Raum nach dem Cavum uteri hin durch mütterliche Schleimhaut abgeschlossen wird, der andere, im Fundus liegend — die Trägerplacenta von Fernandez — so, daß das Dach des intervillösen Raumes nur von den Embryonalhüllen geliefert wird.

Ich habe in der ferneren Darstellung den ersteren als Pars tecta von dem zweiten, der Pars aperta der Placenta, unterschieden.

### Uterus gravidus Nr. 3.

Das nächstfolgende Stadium ist ein Uterus von nicht ganz 30 mm Länge. Er wurde, wie die vorhergehenden, frontal eröffnet und zeigte alsdann vier Embryonen von ungefähr 6 mm Länge, vom Nackenhöcker zur Kuppe der Schwanzkrümmung gemessen. Die Embryonen liegen (Fig. 6), wie die vorigen, alle vier mit dem Kopfende nach unten, mit dem Hinterteil gegen den Fundus.

Die Gesichtskopfbeuge ist vollendet, ein Visceralapparat angelegt, ein deutlicher Herzwulst vorhanden. Der allgemeine Entwicklungszustand der Embryonen ergibt sich ohne weiteres aus unserer Figur.

Die Embryonen liegen in einem einfachen Fruchtsack, in dieser Entwicklungszeit noch alle vier in ungefähr gleicher Höhe, jeder in seinem eigenen, knapp anliegenden Amnion. Vom Nabel sieht man auch in unserer ganz schwach vergrößerten Figur bei einem der Embryonen zwei Stränge auslaufen, die den Embryo an seiner ventralen Seite mit der Uteruswand verbinden.

Der vordere ist, wie Schnitte lehren, ein ganz ungewöhnlich stark

entwickelter Darmnabelstrang, wie ihn Fernandez auch für die *Mulita* beschrieben hat; in ihm laufen ausgiebig entwickelte *Vasa omphalomeseraica*. Der andere enthält die zur *Placenta* ziehenden *Umbilicalgefäße*.

Die Scheidung des *Placentarpolsters* gegen den *Fundusraum* ist hier nicht so ausgesprochen als im vorigen Stadium, aber immerhin deutlich; die *Placentarrinne*, die sie bildet, geht im weiteren Verlauf der Entwicklung mehr und mehr verloren.

Ogleich der Unterschied im Entwicklungsgrad der Embryonen gegen das vorige Stadium ja kein so sehr beträchtlicher ist, so ist der in der *Placentaranlage* ein unerwartet bedeutender. Es ist jetzt in größter Ausdehnung zur Bildung einer *Placenta* gekommen. Aus der einen *Uterushälfte* wurde ein queres Stück mit zwei anhaftenden Embryonen herausgenommen und in Schnitte zerlegt, und ich finde in diesen (Fig. 7) bereits eine ganz vollkommen ausgebildete kleine *Placenta* vor.

Der Schnitt geht mitten durch die beiden nebeneinander gelegenen *Embryonalkörper* und deren *Amnion* durch; er trifft beide in der Höhe der unteren *Extremität*.

Die *Uteruswand* baut sich aus einer *Muskellage* auf, die in diesem Präparat sehr stark aufgefasert erscheint; die Spalten zwischen den feineren Muskelbündelchen sind hier wie in den früheren Stadien bedingt durch die Anordnung der Blutgefäße, die weite Lichtungen besitzen. Die Gefäßlücken sind leer und klaffen zum Teil vielleicht stärker als natürlich; die Lücken sind aber kein Kunstprodukt, und das Bild ist nicht etwa auf *Maceration* der Muskulatur zurückzuführen, sondern ergibt sich ohne weiteres als Fortbildung der jüngeren Entwicklungsstadien. Insbesondere zeigen stärkere Vergrößerungen in den Außenabschnitten der Muskulatur ohne weiteres die Gefäßwandungen mit ihrem *Endothel*. Ein solches ist an geeigneten Objekten auch an den Bälkchen sichtbar, welche die Gefäßräume in den oberen Muskelpartien begrenzen.

Die auf der Muskulatur aufliegende Anlage der *Placenta* (Fig. 8) enthält jetzt einen größeren intervillösen Raum. Dieser ist, wie die Fig. 7 lehrt, im vorliegenden Stadium und in der gewählten Schnitthöhe mindestens den beiden im Schnitt getroffenen Embryonen gemeinsam; später ist er — ob schon in diesem Stadium, kann ich nicht sagen — für alle vier Feten auf große Strecken einheitlich.

Der Raum ist entstanden durch Vergrößerung der für das vorige Stadium beschriebenen Spalten; er bildet sich an dieser Stelle, indem sich die ganze Schleimhaut mehr und mehr von der Muskelhaut abhebt. Der ganz überwiegende Teil der Schleimhaut kommt dabei in das Dach des intervillösen Raumes zu liegen; den Boden bildet auf weite Strecken unmittelbar die Muskulatur; an anderen Stellen liegen auf ihm noch



kleine Buckelchen von Schleimhaut. Indem Boden und Dach durch Schleimhautpfeiler — Placentarpfeiler — mit Drüsen und Gefäßen verbunden bleiben, kommen Bilder zustande, wie ich solche in einer früheren kurzen Mitteilung im Anatomischen Anzeiger (7) beschrieben und in schematischer Figur abgebildet habe.

Eine Schleimhautdeckschicht des intervillösen Raumes schließt diesen in der Höhe unseres Schnittes nach oben ab; auf ihrer Oberfläche ist das Uterusepithel für lange erhalten, und ihm lagert sich das Entoderm der Fruchtblase, wie im vorausgehenden Stadium, unmittelbar an.

Der intervillöse Raum enthält in unserem Präparat, wie auch vielfach in älteren Stadien, offenbar in Abhängigkeit von der Behandlung, sehr wenig mütterliches Blut. Immerhin ist solches an einzelnen Stellen meiner Schnitte nachweisbar, wenn es auch in unserer Figur nicht erscheint. Im intervillösen Raum liegen Zottendurchschnitte aller möglichen Form. Die einzelne Zotte besteht aus einer Grundlage von embryonalem Bindegewebe, die von einer dünnen, sich etwas dunkler färbenden syncytialen Lage überzogen ist. Ich muß diese nach dem vorausgehenden Entwicklungsstadium als entodermal ansehen, ebenso wie die Klumpen von kleinen stark färbbaren Zellen, die sich auch in allen späteren Stadien an dieser oder jener Stelle an den Zotten anliegend finden. Fernandez und Newman und Patterson haben diese Knoten bereits gesehen und als Trophodermknoten beschrieben.

Die fetalen Gefäße in der Zotte bilden ein dichtes Netzwerk von sehr weiten Capillaren unmittelbar unter der Oberfläche.

Einige der Schnitte zeigen sehr schön den oben bereits erwähnten Darmnabelstrang. In Fig. 7 ist ein solcher an dem linken Embryo in seiner ganzen Länge im Schnitte getroffen, von seinem Ursprung an der ventralen Darmwand an bis zu seinem Ansatz auf der Placentaroberfläche. Er besteht aus einem lockeren Gewebe mit Gefäßen und beherbergt in seinem Innern eine Fortsetzung des Darmepithels, die mit einem offenen Trichter gegen die Placenta endet (Fig. 9). Die dunkle Epithelschicht im Innern des Stranges ist sicheres Entoderm, und man erkennt ohne weiteres, wie dieses unmittelbar auf die Innenwand des Uterus übergeht; da, wie unsere Figur zeigt, derjenige Teil der Uterusschleimhaut, der das Dach des intervillösen Raumes bildet, an seiner freien Oberfläche noch von einem deutlichen Epithel überzogen ist, so liegen denn hier Entoderm und Uterusepithel, wie im vorigen so auch in diesem Stadium leicht nachweisbar, unmittelbar aneinander; an das Entoderm schließt eine Lage embryonalen Bindegewebes, die von dem Darmnabelstrang ausgeht und die Vasa omphalo-meseraica enthält, wie man unserer Fig. 9 unmittelbar entnehmen kann. Ferner findet man, daß sich das Entoderm in kleinen Vorsprüngen in die Uterusschleimhaut einsenkt, es ist also nicht auszuschließen, daß hier im vorliegenden und dem diesen

vorausgehenden Stadien eine Dottersacksplacenta nicht nur vorhanden ist, sondern auch sogar funktioniert. Gleichzeitig haben aber jetzt auch die Vasa umbilicalia eine sehr erhebliche Ausdehnung erreicht. Man kann sie an unserer Schnittreihe neben den Vasa omphalo-meseraica vom Embryonalkörper aus nach der Oberfläche der Placentaranlage verfolgen und dann in diese eintreten sehen.

An den Stellen, an denen sie die Placenta erreichen, also an der Placentarrinne, fehlt, wie sich aus dem vorausgehenden Entwicklungsstadium ergibt, im Dach des intervillösen Raumes natürlich die Schlußschicht der mütterlichen Schleimhaut. Hier wird das Dach des intervillösen Raumes von dem Allantoisbindegewebe nebst dessen entodermalem Überzug gebildet, und von hier aus gehen die Zotten und mit ihnen die Verzweigungen der Umbilicalgefäße in den Placentarraum nach allen Richtungen ein. Der eine Abschnitt wächst nach unten zwischen Schleimhaut und Muskelhaut ein, der andere nach oben gegen den Fundus teil, frei zwischen Embryonalhüllen und Uteruswand sich ausbreitend.

Die Zotten haben größte Ähnlichkeit mit denen der menschlichen Placenta der späteren Stadien dieser. Sie bestehen aus einem Grundstock von embryonalem Bindegewebe, das die Verzweigungen der Allantoisgefäße enthält; dies ist von einer niedrigen Lage von Syncytium überdeckt, das ich nach dem oben Gesagten ebenso wie den Überzug der in die Placenta eintretenden Stämme für entodermal halte.

Entsprechend dem Entwicklungsgang finde ich jetzt oberen und unteren Placentarrand ganz verschieden gebaut. Unten verläuft der intervillöse Raum inmitten der verdickten Schleimhaut aus, die den Abschluß auch in seinem Dach bildet. Nach dem oberen Rand zu ist der Raum nur durch Verklebung der Embryonalhüllen mit der Uteruswand abgeschlossen.

#### Uterus gravidus Nr. 4.

Um eine Übersicht über die allgemeinen Bauverhältnisse des Corpus cavernosum uteri zu geben, habe ich an einem Uterus gravidus die Muskelwand in ihrer äußersten Lage abpräpariert. Damit kann man das Corpus cavernosum wundervoll klar darstellen. Die Einzelräume desselben erscheinen dann (Fig. 10) als rundliche oder ovale Lücken; größere und kleinere sind übereinander gelagert, schmälere und breitere Bänder von glatter Muskulatur ziehen durch dieselben hindurch.

Mir scheint, daß man sich aus der Abbildung leicht und jedenfalls viel besser als aus den Schnitten allein eine Vorstellung von der Art und Weise des Aufbaues der Bluträume des Corpus cavernosum machen kann. Es kommt dabei sogar an einzelnen Stellen die Übereinstimmung mit dem Flächenbilde der natürlichen Injektion, das ich unten in Fig. 19 gebe, heraus.

Es kann sich dabei nur um ein ganz unregelmäßig angeordnetes System von großen und kleinen Gefäßlücken handeln. Die kleinen liegen stellenweise wie Sieblöcher über den großen. Die Kontraktionsverhältnisse der Muskulatur müssen jedenfalls bei der Zirkulation des Blutes hier eine sehr wesentliche Rolle spielen.

#### Uterus gravidus Nr. 5.

Um eine möglichst zuverlässige Übersicht über die Beziehungen der einzelnen Placenten zueinander zu bekommen, ist ein Uterus mittlerer Graviditätszeit an der Kuppe eröffnet, so daß der Inhalt sich nicht verlagerte, in Celloidin eingebettet und dann in quere Scheiben zerlegt, von denen Schnitte angefertigt werden konnten.

Diese geben gute Übersichtsbilder (Fig. 11) über die Lage der vier, je in ein eigenes Amnion eingeschlossenen Feten, zwischen denen in dem gemeinsamen Fruchtsack in dieser Zeit noch ein weiter Raum übrig ist; dann aber auch über die zu den Feten zugehörigen Placenten, die jetzt in dieser Zeit unzweifelhaft einheitlich sind, alle vier miteinander einen Ring bilden, der einen einzigen großen intervillösen Raum enthält. In diesem (Fig. 12) finden sich an der abgebildeten Stelle, also im Bereich einer Pars tecta, neben den Massen der Zottendurchschnitte noch einzelne Decidualpfeiler und — allerdings nicht überall gleichmäßig stark — über ihm ein deciduales Dach. Der dunkle Streifen unserer Figur enthält dieses und zugleich, ihm fest aufgelagert, das Entoderm der Fruchtblase.

Ein überwiegender Teil der Decidualdecke des Placentarraumes wird in späterer Graviditätszeit — übrigens mehr histologisch als topographisch — rückgebildet. In den vorliegenden mittleren Stadien sind aber die Zellen sowohl der Decidualdeckplatte, wie man sie nennen könnte, als auch der Decidualpfeiler, so wohl erhalten, daß man von einer Rückbildung noch nicht reden darf. Im Gegenteil ist wohl anzunehmen, daß die Drüsen in diesem Teil der Uteruswand noch funktionieren; man sieht stellenweise noch das geronnene Sekret in ihren Lichtungen, ferner Stellen an der Oberfläche, an denen Ausmündungen der Drüsen nachweisbar sind.

Diese werden vom Entoderm überbrückt, so daß man schließen darf, daß ähnlich wie ich das früher zuerst für die Placenta von *Talpa* zeigen konnte und wie es später bei einer ganzen Anzahl von anderen Placenten gefunden wurde, auch hier Drüsen innerhalb der Placentarwand sezernieren und daß ihr Sekret für den Fetus nutzbar gemacht werden kann, indem es von den Zellen der Embryonalhüllen aufgenommen wird. Wobei allerdings hervorzuheben ist, daß die Zellen der Hüllen hier nicht, wie man das bei vielen anderen Placenten findet, die Aufnahme des Sekretes beobachten lassen. Während man sonst die fetalen

Zellen, welche Drüsenmündungen zudecken, meist viel höher findet als diejenigen, an welchen neben den Drüsenmündungen die Zellen des Chorionepithels mit ihrer Unterlage verklebt sind, lassen sich bei *Tatusia nov.* besondere Eigentümlichkeiten an den Entodermzellen, welche die Drüsenmündungen überlagern, im mikroskopischen Bilde nicht nachweisen.

#### Uterus gravidus Nr. 6.

Ein Uterus, der vier Feten von 15 mm größter Länge, vom Scheitelhöcker bis zur Schwanzwurzel in gerader Linie gemessen, trug, wurde durch einen Frontalschnitt eröffnet. Die Feten verschieben sich in diesen mittleren Stadien aus ihrer ursprünglichen Lage in gleicher Höhe nebeneinander etwas, so daß einzelne mehr oben, andere tiefer liegen (Fig. 13). Dabei bleibt aber die Lage immer so, daß der Kopf nach unten gegen den Muttermund sieht, der Schwanz gegen den Fundus. Später gleicht sich die Verschiedenheit im Höhenstand etwas, aber nicht absolut wieder aus. Die Ansätze des Nabelstranges an der Placentaroberfläche bleiben natürlich die gleichen; sie stehen dauernd ungefähr in einer Höhe.

Der Entwicklungsgrad der kleinen Feten ergibt sich aus unserer Figur ausreichend. Ich bemerke noch, daß, was man bei den im Amnion photographierten Feten im Bilde nicht sieht, jetzt die erste Anlage des Gürtels in Gestalt feiner Leistchen mit der Lupe festzustellen ist. Die kleinen Feten liegen in ihrem Amnionsack; die Amnionsäcke füllen den gesamten Fruchtsack jetzt noch immer nicht vollkommen aus.

Ich habe nun aus der einen Hälfte die beiden Embryonen aus dem Amnionsack gelöst und am Nabelstrang kurz abgeschnitten und herausgenommen. Es ließ sich dann feststellen, daß der untere Abschnitt des Cavum uteri von Placenta ausgefüllt ist, die nach unten abflachend allmählich gegen den Muttermund ausläuft; eine ganz scharfe Grenze ist dabei makroskopisch nicht festzustellen. Nach oben gegen den placenta-freien Fundusteil ist die Grenze hier noch leidlich scharf, was in späteren Stadien nicht immer der Fall.

Wenn man jetzt die Form der Gesamtplacenta bestimmen will, so wird man sagen müssen, die Placenta ist ein Gürtel, der oben in weiterem, unten in schmalerem Ring ausläuft; sein unterer, kleinerer Rand läge nicht weit vom Muttermund, der andere, viel weitere nach oben gegen den Fundus, jetzt etwa auf der Grenze des dritten gegen das vierte Viertel des Cavum uteri.

An dem Stück, aus welchem die beiden Embryonen herausgenommen waren, ließ sich die Wand der Fruchtblase in ihrem unteren Abschnitt über etwa zwei Drittel der Placenta ohne weiteres und leicht abheben. Sie besteht nach den vorausgehenden Stadien aus Entoderm und den im Mesoderm

gelegenen Verzweigungen der *Vasa omphalo-meseraica*. Damit wird dann frei gelegt der Teil der Placentaroberfläche, der aus Uterusschleimhaut besteht und die in den vorausgehenden Stadien beschriebene deciduale Deckschicht der Placenta bildet. Sie erscheint bei guter Beleuchtung unter Lupenbetrachtung als ein überaus zierliches Felderwerk, in welchem man sogar die Anordnung der in der Schleimhaut gelegenen Drüsen, innerhalb gewisser Grenzen erkennen kann.

Dann folgt eine ringförmige Zone, in welcher die Ansätze der Nabelstränge auf der Placentaroberfläche, die Embryonalhüllen ganz fest auf der Placenta liegen. Es ist das der tiefste Teil desjenigen Abschnittes der Placenta, in welchem das Dach des intervillösen Raumes nicht von Uterusschleimhaut, sondern von Embryohüllen gebildet wird und von dem aus auch die Umbilicalgefäße in die Placenta gehen. Hier sitzen die Hüllen so fest, daß man sie ohne Verletzung der Placenta nicht loslösen kann; man bleibt somit auch über die genauere Anordnung des Oberflächenreliefs im unklaren.

Ein Längsschnitt von diesem Uterus (Fig. 14) geht durch die Placenta an der Stelle, an welcher der überdachte Teil (rechts in der Figur als dunkler Streifen noch in einem kurzen Stück getroffen) an den nur von dem Allantoisbindegewebe überlagerten (links) anstößt. Der letztere ist durch seinen hellen oberen Rand ohne weiteres kenntlich. Die Grenze der beiden Teile gegeneinander liegt an der Stelle, an welcher die rechts losgelösten Hüllen an der Placenta ansitzen. Diese Hüllen gehören nach der rechten Seite als Decke herüber.

Stärkere Vergrößerungen lehren, daß an der mit dem Pfeil bezeichneten Stelle die uterine Deckschicht der Placenta aufhört. An dieser Stelle sind uterine Deckschicht und Entoderm der Hüllen fest miteinander verbunden. Schnitt und makroskopische Präparation stimmen hierin überein.

An dem tiefen Teil des Schnittes hatte sich der ganze intervillöse Raum mit seinem gesamten Inhalt von der unterliegenden Uteruswand etwas abgehoben. An der *Muscularis* sind dadurch die Muskelbälkchen des *Corpus cavernosum uteri* deutlich voneinander getrennt, so daß man trotz der ganz geringen Vergrößerung die Spalten der Uterusgefäße erkennt. Man kann sich hier ohne weiteres ein Bild davon machen, daß die Spalten zwischen den Muskelbälkchen unmittelbar in den intervillösen Raum einmünden.

Die Zotten dieser Schnitte enthielten auch eine sehr gute natürliche Infektion der fötalen Gefäße, aus der man mit stärkerer Vergrößerung entnehmen konnte, daß unmittelbar unter der Zottenoberfläche ein Netz von ungemein stark erweiterten Capillaren gelegen ist; ihre Wand besteht lediglich aus einem dünnen Endothelrohr, die Lichtung ist hier vollgepfropft mit Massen fetaler Blutkörper.

Um mehr Auskunft über die Anordnung der glatten Muskulatur in ihrer obersten aufgefaserten Schicht zu bekommen, als sie der Schnitt geben kann, habe ich ein Stück Placenta vorliegender Entwicklungszeit nebst Unterlage zerzupft. Man kann die Muskelbalken auf größere Strecken in der Fläche isolieren und auch auf diesem Wege zeigen, daß das eigentümliche Maschenwerk des Schnittes kein Kunstprodukt, sondern der Ausdruck der eigentümlichen Anordnung der Muskulatur ist. Diese bildet in der Fläche ein Balkenwerk mit sehr regelmäßigen, ovalen Lücken, deren ganz kontinuierliche Endothelauskleidung diese Präparate viel besser zeigen als der Schnitt. Die Präparate bilden eine wesentliche Ergänzung des Schnittbildes. Ich habe das Balkenwerk der Muskulatur in einem Aufsatz im Anatomischen Anzeiger (9) nach einem dicken Flächenschnitt durch die Uteruswand abgebildet (l. c. Fig. 3) und verweise auf diese Figur.

#### Uterus gravidus Nr. 7.

Bei einem Uterus, dessen Feten eine größte Länge von etwa 20 mm besitzen, wurde zunächst der ganze Uterus photographiert, der in diesem Falle ausgesprochen kugelig war, während er in der Mehrzahl der Objekte sonst mehr eiförmig erscheint. Ein Fenster in der Hinterwand zeigt dann die Lage der vier Feten zueinander sowie die Ausdehnung der Placenten im Durchschnitt (Fig. 15). Noch besser trat diese hervor, als die Feten entfernt wurden und nur die leeren Amnionsäcke im Uterus blieben. Und endlich wurden dann auch die Embryonalhüllen über Uteruswand und Placenta fortgenommen und auf diese Weise ein Flächenbild von der Placenta gewonnen (Fig. 16). Dabei zeigte sich auch hier, wie in den vorausgehenden Stadien, daß sich im unteren Teil des Uterus die Embryonalhüllen, Entoderm und viscerales Mesoderm, leicht abnehmen ließen. Es erscheint unter ihnen eine ziemlich glatte Fläche, die Oberfläche der uterinen Deckschicht der Placenta. Die Flecke, die auf dieser in der Photographie erscheinen, könnten Ausmündungsstellen von Drüsen sein.

Dann kam nach oben die Verwachsungszone, an welcher die Embryonalhüllen festsitzen; bei stärkerem Zug löst sich dann hier das ganze Dach des intervillösen Raumes, so daß dieser von oben her eröffnet wird. Die Figur zeigt infolgedessen an dieser Stelle die mäandrischen Figuren der Zottenbüschel, die frei gelegt sind. Am Präparat besser als an der Figur sieht man von den Ansätzen der Nabelstränge aus an diesen Stellen die größeren Stämme der Umbilicalgefäße in den intervillösen Raum eintreten.

Nach oben schließt der Kuppenteil an, der in der Flächenansicht glatt erscheint, über dem aber die Embryonalhüllen an den Schnitten bis oben hin kleine Zotten nachweisen lassen.

Von den Schnittpräparaten, die auch von diesem Stadium vorliegen, bemerke ich, daß sie gegenüber den vorausgehenden keine wesentlichen Unterschiede zeigen. Im Kuppenteil finden sich bis hoch hinauf kleine spärliche Zöttchen, ganz vereinzelt und, wie mir scheint, zum Teil in Rückbildung begriffen; wenigstens zeigt die Grundsubstanz viel weniger Kerne als in den Zotten innerhalb der eigentlichen Placenta und außerdem suche ich vergeblich nach Durchschnitten von fetalen Gefäßen in denselben. Ganz auszuschließen sind solche ja insofern schwer, als sie, wenn sie nicht mit Blutkörpern gefüllt und in ihren Wandungen zusammengeklappt sind, sich der Beobachtung leicht entziehen könnten. Jedenfalls kann ich aber sagen, daß ich auch bei sorgfältigem Suchen nichts von ihnen sehe.

#### Uterus gravidus Nr. 8.

Im ganzen verändert sich jetzt im weiteren Fortschreiten der Entwicklung der Placentarbau nicht sehr erheblich. Ich kann daher alsbald zur Darstellung älterer und weiter vorgeschrittener Entwicklungsstadien übergehen.

Der Vollständigkeit der Übersicht halber soll von solchen an dieser Stelle zunächst ein Präparat erwähnt werden, das bereits früher im Anatomischen Anzeiger (8) veröffentlicht ist. Es illustriert die Lage der vier Embryonen und der vier Placenten zueinander, wie sie sich auf dem Querschnitt durch den ganzen Uterus zeigen.

Die Feten hatten eine ungefähre größte Länge — vom Scheitel zur Schwanzwurzel gemessen — von etwa 60 mm. Der Schnitt zeigt, daß die Placenten hier in dieser Schnittebene noch einen vollkommenen Ring bilden, der allerdings in seinen einzelnen Abschnitten verschieden stark ist. Es wurden später am Präparat die Feten aus dem Amnion herausgenommen und der entleerte Uterus noch einmal photographiert. Das Bild (Fig. 17) zeigt insbesondere, daß, wie das auch von früheren Autoren beschrieben und wie ich seinerzeit im Anatomischen Anzeiger abgebildet habe, in den älteren Stadien, wenn die Amnien einander berühren, die Nabelstränge an den Septen zwischen den einzelnen Amnionsäcken laufen.

Ich habe dabei in einer Auseinandersetzung mit Miguel Fernandez bereits darauf hingewiesen, daß die Ausbreitungsgebiete der Umbilicalgefäße sich nicht in Feldern finden, welche auf den dem Nabelstrang zugehörigen Amnionsack beschränkt sind, sondern daß sie vielmehr, wie man an geeignet hergerichteten Präparaten leicht feststellen kann, von der Stelle, an welcher je ein Amnionseptum auf die Placenta stößt, nach beiden, an dies Septum anschließenden Seiten sich in den Fruchtkammern ausbreiten.

Eine früher veröffentlichte schematische Figur, auf die ich verweise (7), gibt Auskunft über diese Verhältnisse.

Als nächst in der Reihe anschließenden möchte ich auf einen erheblich weiter entwickelten Uterus verweisen, bei welchem ganz besonders schön die natürliche Injektion der Blutgefäße sich erhalten hatte. Ich habe ihn als Fig. 1 im Anatomischen Anzeiger (9) abgebildet, und zwar in annähernd natürlicher Größe von der Vorderfläche her. Die Figur zeigt die stark mit Blut gefüllten, unmittelbar unter der Oberfläche gelegenen großen venösen Stämme als breite dunkle Streifen, die untereinander durch Anastomosen ausgiebig verbunden sind. Sie laufen im ganzen gegen die Seitenwände des Uterus radiär zusammen, anastomosieren zum Teil aber auch in der Medianlinie und sind jedenfalls im Verhältnis zur Größe des ganzen Uterus außerordentlich weit im Kaliber.

Newman und Patterson geben in Fig. 42 ein Bild eines Uterus von außen, der die eigentümliche Anordnung der Gefäße wenigstens andeutet, sie machen (l. c. S. 391) auch darauf aufmerksam, daß man aus der Anordnung der Gefäße von außen die Lappenbildung der Placenta im Innern kontrollieren kann. Da ich auf die Art der Anordnung der Gefäße für das Verständnis des Placentaraufbaues hier besonderen Wert legen muß, so gebe ich in Fig. 19 noch ein Gefäßbild, welches diese besonders deutlich und besser als die Figur der amerikanischen Autoren zeigt.

#### Uterus gravidus Nr. 9.

Bei einem Uterus gravidus aus mittlerer Graviditätszeit habe ich, ohne ihn zu eröffnen, die Muskelwand von außen abgenommen und dadurch Placenta und Eihäute von außen her frei gelegt. Das Präparat zeigt nun sehr schön die Form der Placenta (Fig. 18). Es kann einem Zweifel nicht unterliegen, daß es sich in dieser Zeit der Entwicklung um einen ganz breiten Gürtel handelt. Dieser läßt nach oben eine kleine Kuppe placentarfrei, nach unten ein größeres Feld. Während die Kuppe rund erscheint, ist das untere Feld eingekerbt und damit eine Gliederung des Placentargürtels in bilaterale Abschnitte angedeutet. Es würde das Bild in gewissem Sinne an die Abbildungen von Lane erinnern, nur daß diese schematisiert sind.

Ich möchte aber nicht verfehlen, ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß meine Fig. 18 die Verhältnisse nur für die mittleren Entwicklungsstadien wiedergibt; die äußeren Formen der Placenta wechseln während der Ausbildung nicht unerheblich.

#### Uterus gravidus Nr. 10.

Ein weiterer Uterus aus mittlerer Graviditätszeit, älter wie der im Anatomischen Anzeiger (9) abgebildete, zeigte ähnlich wie dieser die natürliche Injektion der oberflächlichen Gefäße, besonders vollständig



von der Fläche her, weshalb ich auch von ihm ein Photogramm wiedergeben möchte (Fig. 19).

Auch hier handelt es sich um breite, dunkle Straßen, die untereinander ausgiebig anastomosieren und dann helle Felder zwischen sich lassen; auch hier ist im ganzen die Anordnung so, daß die Gefäße von der Medianlinie aus nach den Rändern konvergieren, wie das besonders an der rechten Seite der Figur hervortritt, an welcher die Venen oben und außen wie in einen Strudel zusammenlaufen. Im übrigen spricht die Abbildung wohl so für sich selbst, daß sie eine weitere Erläuterung nicht braucht.

Immerhin weisen aber die Figuren darauf hin, wie an den Seitenwänden des Uterus die größeren Gefäße reichlicher sind als in den mittleren ventralen und dorsalen Abschnitten. Wir kommen unten noch auf die Lagerung der einzelnen Placentarbezirke im Uterus zurück; ich möchte aber doch jetzt schon darauf aufmerksam machen, daß man nach der Gefäßversorgung die vier Placenten in je zwei seitlich gelegene Gruppen scheiden kann, deren Gefäße in gemeinsame Abflußgebiete geleitet werden. Auf die bilaterale Anordnung der Placentarsysteme weisen auch die Untersuchungen von Lane und von Newman und Patterson bereits hin.

#### Uterus gravidus Nr. 11.

Der Uterus, welcher Feten von etwa 7 cm Länge enthielt, war von der Hinterfläche eröffnet; die Figur 20 (deren Muttermundsteil hier nach oben gestellt ist, Fundus nach unten, weil das in diesen Stadien die Bilder der Feten besser wiedergibt) soll die Lage der vier Feten zueinander in der Seitenansicht darstellen. Sie zeigt zugleich auf beiden Seiten den Durchschnitt der Placenta, zeigt, daß diese in ihren mittleren Teilen an Stärke ziemlich beträchtlich zugenommen hat. Schnitte, welche hier von den mittleren Teilen der Placenta angefertigt wurden, wiesen im ganzen in bezug auf den intervillösen Raum einen ähnlichen Bau auf wie die vorhergehenden Stadien, der Raum ist, dem makroskopischen Bild entsprechend, tiefer als auf den vorausgehenden Stadien.

#### Uterus gravidus Nr. 12.

Ein Uterus mit Feten von 9 cm Länge wurde verwendet, um über die Umwandlung der Placentarform in den älteren Entwicklungsstadien Aufschluß zu bekommen. Er ist im ganzen quer durchgeschnitten, dann sind aus beiden Hälften die Feten herausgenommen, so daß man die Grenzen der Placenta in den Kuppen übersehen konnte.

Zunächst war festzustellen, daß im mittleren Teil des Uterus, aber makroskopisch auch nur in diesem, noch ein vollkommener Placentargürtel vorhanden ist. Er ist, soweit er einen vollständigen Gürtel dar-

stellt, nicht sehr breit und erscheint als dunkles (also dickeres) Stück im Flächenbild. Er ist nach unten gegen den Muttermund in einer etwas unregelmäßigen welligen Linie gegen den unteren Uterinabschnitt abgesetzt, der als jetzt sehr großer Trichter viel heller, also dünner ist und wohl keine Placenta mehr enthält. In dem ganzen Bezirk finden sich jetzt aber kleine unregelmäßig gestaltete Tüpfel, die wie Extravasate aussehen.

Der obere Rand der Placenta erscheint makroskopisch viel unregelmäßiger als der untere. Einmal läuft er, wie in den früheren Stadien, erheblich flacher aus als der untere, der sich schärfer absetzt; er fasert sich vielfach auf ohne einen ganz scharfen Rand zu zeigen; außerdem sind hier die makroskopisch als solche kenntlichen Teile der vier Placenten gegen die Kuppe mit vier Bogen vorgeschoben. Die Einschnitte zwischen diesen reichen in der dorsalen und ventralen Mitte weiter nach unten als in den beiden Seitenrändern, das heißt, man findet zwei breite zusammenhängende Placenten in den Seitenabschnitten und diese Abschnitte in der Mitte bis auf eine kleine Brücke voneinander getrennt. Die vier Nabelstränge sitzen nahe an den funduswärts gelegenen Rändern, jedenfalls sehr hoch.

Die ganze Kuppe des Uterus ist wieder ausgesprochen verdünnt, um so dünner, je weiter nach oben; auch hier liegen kleine dunkle Flecke verstreut, aber viel weniger als in dem unteren Abschnitt.

#### Uterus gravidus Nr. 13.

Der in der Entwicklung am weitesten vorgeschrittene Uterus gravidus meines Materiales enthielt vier Feten von 132, 133, 135 und 142 mm größter Länge.

Ich kann nicht sagen, wie weit diese noch bis zur vollen Reife in utero sich hätten weiter entwickeln müssen, immerhin wird man doch wohl annehmen können, daß die Placenten auf der Höhe ihrer Entwicklung stehen.

Der Uterus wurde zunächst durch einen glatten Querschnitt in ungefähr seiner Mitte eröffnet. Ein Photogramm des Präparates habe ich bereits im Anatomischen Anzeiger (8) veröffentlicht, wo ich mich mit Fernandez wegen der Form der Dasypusplacenta auseinandergesetzt habe.

Bei der Wichtigkeit des Präparates für die Entscheidung der Frage nach der Anordnung der Placenten und ihren Beziehungen zueinander will ich auf die Figur an dieser Stelle noch einmal ganz besonders hinweisen. Der Schnitt zeigt rechts und links am Rande die Stellen, an denen das breite Mutterband angesessen hat, als kleinen Vorsprung; er ist im übrigen dorso-ventral orientiert und bezeichnet. Die Feten liegen, wie auch Fernandez für seine Objekte beschrieben hat, je einer

dorsal, ventral, rechts und links. Vier verdickte Stellen zeigen vier Placentarbezirke an. Sie sind durch dünnere Stellen unterbrochen, von denen die oben und unten immer noch etwas schwächer sind als die rechts und links. Die Grenzen der vier Amnionsäcke stoßen ungefähr auf die mittleren verdickten Placentarabschnitte.

An dem Präparat wurden später die Feten aus dem Uterus herausgenommen und nun festgestellt, daß auch jetzt noch die Nabelstränge am Rande je ihres Amnionsackes nach der Placenta laufen; sie sitzen immer noch verhältnismäßig hoch im Uterus fest. An der Oberfläche der Placenta teilen sich die Umbilicalgefäße und laufen, gerade an diesem Präparat an ihrer natürlichen Injektion sehr schön zu verfolgen, nach je zwei Placenten herüber, wie ich das früher beschrieben habe. Ich kann in dieser Beziehung auf meine schematische Figur (7) verweisen.

Sodann wurde versucht, die Form der Placenten zu bestimmen, soweit das makroskopisch an den erhärteten Objekten zu machen ist. Dabei ist zunächst festzustellen, daß die Placenten, wie ja auch nach dem Querschnitt zu erwarten war, in ihrem mittleren Abschnitt einen Gürtel darstellen. Nach oben und unten ist dieser freilich nicht sicher abzugrenzen, da der Placentarbezirk hier nicht scharf, sondern ganz allmählich ausläuft. Immerhin kann man auch hier, wie in den vorausgegangenen Stadien, in der Uteruswand dunklere (dickere) und hellere (dünnere) Teile voneinander unterscheiden. In dieser Beziehung ist zu sehen:

1. Die Kuppen des Uterus sind oben und unten hell und ganz dünn, werden also wesentliche Placentarteile nicht enthalten, placentar frei sein.
2. Die Placenten sind je in den beiden Seitenhälften am stärksten; in der dorsalen und in der ventralen Mittellinie sind hellere, dünnere Streifen.
3. Auch die Seitenteile gliedern sich wieder in je zwei Abschnitte, die dicker und durch dünnere Teile geschieden sind.

Es kommt also, dem Querschnitt entsprechend, auch in der Fläche zur Bildung von vier Placentarfeldern, die jedoch wenigstens teilweise durch Brücken miteinander verbunden sind.

Dabei ist aber die Grenze der einzelnen Felder keine scharfe, und die Umbilicalgefäße kann man vielfach auch in die dünneren Teile der Uteruswand verfolgen. Bessere Bilder werden voraussichtlich frische Präparate oder Injektionspräparate liefern, die mir beide leider nicht zur Verfügung stehen.

Daß auch die älteren Autoren unter der Schwierigkeit der Bestimmung der Placentarform gelitten haben, zeigen die obern erwähnten, sehr verschiedenen Bezeichnungen, welche sie gefunden hat.

Immerhin möchte ich nach den Abbildungen von Lane und von Newman und Patterson sowie nach den Präparaten, die ich von

meinen jüngeren Stadien erhalten habe, annehmen, daß auch in den helleren, dünneren Teilen des Uterus, die an die sicher als solche bestimm-  
baren Placentarabschnitte anschließen, noch auf weitere Strecken hin  
intervillöser Raum und kleine Zotten vorhanden sind. Ganz placentar-  
frei wären nur obere und untere Kuppe des Uterus.

#### Uterus gravidus Nr. 14.

Ein Schnitt durch den mittleren stärkeren Teil einer reifen Placenta  
(Fig. 21) zeigt bereits bei ganz schwacher Vergrößerung, daß ein über  
den ganzen Bereich des Schnittes gehender, einheitlicher, ungeheuer  
großer intervillöser Raum vorhanden ist. Er ist an dem vorliegenden  
Präparat reichlich mit mütterlichem Blut gefüllt, in das die Zotten  
eintauchen. Das Bild desselben kommt im wesentlichen auf eine  
beträchtliche Vergrößerung des für jüngere Stadien beschriebenen  
hinaus.

Der Boden wird somit nahezu vollständig unmittelbar von der Mus-  
kulatur gebildet, auf der sich jetzt auf weiteste Strecken hin nicht die  
kleinsten Reste von Schleimhaut mehr nachweisen lassen. Dagegen sind  
inmitten der Muskelwand nicht nur die Massen der venösen Gefäßspalten  
vorhanden, man kann auch leicht zahlreiche Gefäßlücken finden, die  
wohl zumeist venöser Natur sind und die Abflußwege für den inter-  
villösen Raum gegen die mütterlichen Stämme bilden.

Viel schwieriger sind die arteriellen Zuflußkanäle des intervillösen  
Raumes festzustellen. Ich finde an meinen Schnitten hier und da Durch-  
schnitte von arteriellen Stämmen mütterlicher Herkunft fast frei auf  
der Oberfläche der Muskellage liegen, welche die Basis für den intervillösen  
Raum bildet. Ich muß diese für Teile der Zuflußwege halten, wenn ich auch  
einstweilen die Öffnungen in den intervillösen Raum nicht nachweisen kann.

Desgleichen finden sich dieselben Zuflußwege auch, wie in früheren  
Stadien, in den wenigen Placentarpeilern, die auch jetzt noch durch  
den intervillösen Raum durchziehen. In diesem liegen neben zugrunde  
gehenden Drüsen sehr wohlerhaltene mütterliche Gefäße.

Im Dach des intervillösen Raumes lassen sich an geeigneter Stelle  
d. h. an Schnitten aus dem oberen Abschnitt der Placenten, in aus-  
giebigstem Maße die Reste der mütterlichen Schleimhaut nachweisen.  
Es sind im Schnitt breite Streifen mütterlicher Zellen, die unter den  
Embryonalhüllen liegen und mit diesen fest verbunden sind. Eine Lage  
von großen blasigen Epithelzellen an dieser Stelle verbindet die fetalen  
und die mütterlichen Teile, feine, dünne, dunkle Zellstreifen an diesen,  
die aber nicht kontinuierlich sind, deute ich als Reste des Uterusepithels.  
Denn daß die unter diesen liegende Schicht mütterlicher Herkunft ist,  
läßt sich aus den in ihr vorhandenen Resten der Uterindrüsen und außer-

dem durch einen Vergleich mit den früheren Stadien ohne weiteres und mit aller Sicherheit nachweisen.

Dazu kommen, wie eben erwähnt, im Verhältnis zu dem großen intervillösen Raum spärliche, aber ganz unverkennbare Reste von Placentarpfeilern, welche den Raum durchziehen; man kann an geeigneten Stellen ihren Zusammenhang sowohl mit dem Dach als mit der Basis des Placentarraumes nachweisen. An den basalen Haftstellen liegt dann um diese wohl auch noch ein kleiner anderweitiger Schleimhautrest.

Ich möchte übrigens nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, daß bereits Kölliker in seinem Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte (S. 362) bei einer kurzen Erwähnung der *Dasyplacenta* des Schleimhautabschlusses im Dache der Placenta und der Placentarpfeiler Erwähnung tut, ohne sich allerdings des genaueren über ihren Bau und namentlich ihren Entwicklungsgang auszulassen.

Gegen den Placentarrand hin flacht sich der intervillöse Raum ganz allmählich ab, ohne im übrigen zunächst im wesentlichen dabei seine Struktur zu ändern. Etwas mehr als in den mittleren Abschnitten finden sich in den Schnitten kleine Felder blasiger Zellen ohne Gefäße, die aussehen wie im Absterben begriffene Zotten. Ein solches Absterben von Zotten vor dem Ende der Gravidität kommt ja auch an anderen Placenten vor.

Seinen Abschluß am Rande findet der intervillöse Raum nach unten gegen den Muttermund wie bisher in einem Spalt der Schleimhaut, in welchem die letzten Zottendurchschnitte sich verlieren.

Eine Fig. 22 mag bei mittlerer Vergrößerung den Boden des intervillösen Raumes, Fig. 23 bei stärkerer den zentralen Teil desselben von der reifen Placenta wiedergeben. Die erstere Figur zeigt an ihrem unteren Rande den muskulösen Abschluß des Placentarraumes; zeigt insbesondere deutlich die venösen Gefäße des *Corpus cavernosum uteri* und gegenüber dem Pfeil deren Zusammenhang mit dem intervillösen Raum. Die Fig. 23 soll bei starker Vergrößerung den Bau der Zotten erläutern, ihren Aufbau aus embryonalem Bindegewebe, in dem die zum Teil prall gefüllten hellen fetalen Gefäße, liegen und den schmalen syncytialen Überzug der Zotten.

Im vorstehenden habe ich wesentlich und in erster Linie die Tatsachen der Beobachtung besprochen, die sich bei der Untersuchung des Entwicklungsganges und des Baues der Placenta von *Tatusia novemcincta* ergaben. Ich möchte nun versuchen, die immerhin nicht ganz leicht zu beurteilenden Vorgänge im Zusammenhang darzustellen und die grundlegenden Erscheinungen an der Hand einer Reihe von schematischen Figuren zu besprechen, die sie erläutern sollen.

1. Wie entsteht die Placenta von *Tatusia novemcincta*?

Der Entwicklungsgang der *Tatusiaplacenta* ist eigenartiger als der fertige Bau.

Die Schleimhaut des Uterus bereitet sich für die Aufnahme der Fruchtblase durch Bildung eines Placentarpolsters vor, das sich in der unteren Hälfte der Uterinhöhle als Verdickung der Schleimhaut anlegt, während zugleich der am nichtgraviden Uterus spaltförmige Binnenraum sich anfängt zu erweitern. In diesen erweiterten Raum tritt, wie man nach den Untersuchungen von Fernandez annehmen muß, eine einzige Fruchtblase ein, auf der sich die vier Embryonen entwickeln oder eben entwickelt haben. Die Embryonen machen einen Inversionsvorgang durch, der in vielen Zügen mit den Erscheinungen übereinstimmt, die für die Inversion einer Reihe von Nagerfruchtblasen bekannt sind, der aber daneben doch seine Eigenheiten hat.

Als Endprodukt gewissermaßen bildet sich bei *Tatusia novemcincta* unter rascher Rückbildung der ursprünglichen Außenwand eine Form der Fruchtblase ähnlich der, wie sie Fernandez (Nr. 2, S. 117) von der *Mulita* abbildet; die Außenwand der Fruchtblase wird dann in großer Ausdehnung vom Entoderm geliefert, die Ektodermseite sieht in das Innere der Fruchtblase hinein. Die Fruchtblase fügt sich dabei so in die Uterinhöhle ein, daß ihre vier Embryonen mit den Köpfenden nach unten derart in die vier Quadranten eingelagert sind, daß man je einen dorsalen rechten und dorsalen linken und einen ventralen rechten und desgleichen linken unterscheiden kann. Sie liegen also je um  $45^\circ$  von der Frontal- und Sagittalebene verschoben.

Die Stellen, an denen die erste Embryonalanlage im Uterus sich findet, sind zugleich die bleibenden Ansatzstellen der Allantois, also auch der Umbilicalgefäße und auch des Nabelstranges. Da dieser, wie ich vorausgreifend bemerke, bei *Tatusia novemcincta*, wenn die Amnien so groß sind, daß sie sich in der Mitte berühren, in der Seitenwand des Amnion zur Placenta läuft, so müssen, wie Fernandez richtig betont hat, später die Feten selbst so gelagert sein, daß man einen dorsalen, einen ventralen, einen rechten und einen linken unterscheiden kann.

Sobald die Embryonalkörper als solche unterscheidbar sind, liegt ihr hinteres Körperende etwa dem oberen Rande des Placentarpolsters entsprechend. An dieser Stelle legt sich eine sehr früh entwickelte Allantois an die Innenseite der Fruchtblasenwand und mit dieser an die Innenfläche des Uterus, mit dieser die erste Anlage der Placenta bildend.

Diese ist in der Tat höchst eigenartig und stimmt trotz der gleichen Inversion der Fruchtblase in keiner Beziehung mit derjenigen der bisher untersuchten Formen von Nagern mit Inversion der Blätter auch

nur annähernd überein. Bei Meerschwein, Maus und Ratte setzt sich die Fruchtblase exzentrisch an in einem Divertikel des Uterus, in welchem keine Epithelauskleidung nachweisbar ist.

Bei *Tatusia novemcincta* sitzt die Fruchtblase zentral in der erweiterten Uterinhöhle. An der Innenfläche des Uterus ist dann auf dem Placentarpolster ein wohlerhaltenes Epithel vorhanden. Die erste Verbindung von Fruchtblase und Uterus geschieht so, daß am Rande des Placentarpolsters in einer ringförmigen Zone Entoderm und Uterusepithel miteinander verschmelzen; ich kenne das in keiner annähernd ähnlichen Weise von auch nur einer der vielen Placenten, die ich untersucht habe. Das muß aber für den weiteren Entwicklungsgang der Placenta von einschneidender Bedeutung sein.

Den Sitz der Fruchtblase im Uterus, etwa in dem Stadium des Uterus gravidus Nr. 3, soll die Figur 1, Taf. VI erläutern; zugleich soll sie die ersten Umwandlungen in der Uterusschleimhaut zeigen, die zur Bildung des intervillösen Raumes führen.

Sie gibt den Querschnitt des graviden Uterus wieder; äußere Muskelschicht gleichmäßig grau, innere mit dem Corpus cavernosum uteri gestrichelt. Über der Muskulatur die verdickte Schleimhaut mit ihrem großen Drüsenkörper. Die Schleimhaut ist von der Muskelhaut abgehoben, nur durch schmale Placentarpeiler mit ihr verbunden. Die Räume zwischen Corpus cavernosum und Schleimhaut stellen die erste Anlage des intervillösen Raumes dar, dessen Inhalt gegen die Muskelschicht in die Lücken des Corpus cavernosum abläuft.

Die Uteruswand hat eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit derjenigen aus entsprechendem Stadium des Uterus einzelner Raubtiere, etwa Hund, Fuchs (vgl. z. B. Strahl, Untersuchungen über den Bau der Placenta. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1890. Tafel 18, Fig. 1); nur daß die erweiterten Räume bei diesen Uterindrüsen sind, hier Gefäßräume. Der Binnenraum des Cavum uteri füllt die Fruchtblase mit den Durchschnitten durch die vier je im geschlossenen Amnion liegenden Embryonen aus. Die Entodermlage (rot) der Fruchtblase schließt an das Oberflächenepithel des Uterus (grau) an.

Die Figur 2, Taf. VI gibt in schematischer Darstellung eine Übersicht darüber, wie sich in etwa gleichem Stadium das Bild im Längsschnitt gestaltet, wenn sich die Allantois an die Innenwand der Fruchtblase und durch deren Vermittlung an den Uterus anlagert.

Sie enthält die Uteruswand mit ihrem Placentarpolster links, nach rechts den dünnwandigen Fundusteil. Die Muskelwand zeigt außen als gleichmäßig graue Lage die Schicht der kompakten Muskulatur  $M_1$  mit den gröberen Gefäßen, innen  $M_2$  das Corpus cavernosum.

Das Placentarpolster  $P$  ist von einem wohlerhaltenen Epithel überzogen, die Kuppe des Uterus, rechtes Drittel der Figur, besitzt keinen

zusammenhängenden Schleimhautüberzug mehr, Schleimhaut findet sich auf deren Oberfläche nur in Gestalt von kleinen Inseln *I*.

Der längsgeschnittene Embryo *E* liegt im geschlossenen Amnion, das sich nach vorn in einen langen Amniongang auszieht, Kopf nach links, Schwanzende nach rechts. Er besitzt einen kurzen Kopf- und einen ebensolchen Enddarm, zwischen beiden liegt eine breite, offene Darmrinne. Das Entoderm (rot) dieser liegt unmittelbar über dem uterinen Epithel des Placentarpolsters; desgleichen das Entoderm der Fruchtblase auf der Uteruswand des Fundusteiles.

Am hinteren Ende des Embryonalkörpers findet sich eine kleine vom Entoderm ausgekleidete Allantois, von deren mesodermales Außenwand ein langer Allantoiszapfen *A* gegen die Innenseite der Fruchtblasenwand gerade auf den rinnenförmigen Rand des Placentarpolsters vorgewachsen ist. Der legt sich mit seiner Spitze fest gegen die Innenseite der Fruchtblasenwand und fängt von dieser Stelle an, Zotten zu treiben. Die Zotten bekommen einen Grundstock aus embryonalem Bindegewebe mit den Umbilicalgefäßen und, wenn sie weiter vorstoßen, nach dem eben Gesagten natürlich einen Überzug von Entoderm. Es entwickelt sich sehr rasch ein Astwerk kleiner Zotten, die im Schnittpräparat eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit der menschlichen Zotte aufweisen. Während es für diese ja auch heute durch die Beobachtung nicht festgestellt ist, woher der ursprünglich doppelte, späterhin einfach-syncytiale Überzug des Zottenbindegewebes kommt, wir vielmehr nur auf Vermutungen angewiesen sind, die sich der Unsicherheit in der Kenntnis der Tatsachen entsprechend in der Literatur in größter Variationsbreite finden, läßt sich hier zeigen, daß die ersten Zotten einen Überzug von Entoderm an ihrer Oberfläche entwickeln.

Auf ein Bedenken gegen diese Auffassung möchte ich allerdings selbst hinweisen. Wenn der erste Entwicklungsgang von *Tatusia novemcincta*, den ich nicht beobachtet habe, der grundsätzlich gleiche wäre, wie ihn Fernandez für *Tatusia hybrida* beschreibt, so ist ein Teil der äußeren Wand der Fruchtblase nicht vom Dottersack, sondern von dem Träger gebildet, der nicht entodermal ist.

Zotten, die gegen den Träger wachsen, Fernandez und Newman und Patterson reden von einer Trägerplacenta, würden dann auch außen keinen Entodermüberzug haben.

Ich sehe an meinen Präparaten von der ersten Entwicklung der Zotten einen so unmittelbaren Übergang des Entoderms auf deren Oberfläche, wie ihn auch unser Schema wiedergibt, daß ich einstweilen meine Auffassung für ausreichend begründet halte.

#### Wo kommt der intervillöse Raum her?

Die gleiche Frage ist für den Menschen auch heute noch unbeantwortet, soweit es sich um sichere Tatsachen der Beobachtung handelt, ist auch für die bisher untersuchten Formen von Affenplacenten in der



Diskussion. Für *Tatusia novemcincta* läßt sie sich entscheiden. Unsere Figur zeigt, wie der topographisch einheitliche intervillöse Raum aus zwei der Genese nach verschiedenen Stücken sich bildet, die am Rande des Placentarpolsters aneinanderstoßen. Von diesem aus wachsen die Zotten so gegen den Uterus vor, daß sie sowohl in der Fundusrichtung als in der Richtung gegen den Muttermund sich ausbreiten. Der letztere Teil der Zotten schiebt sich dabei in neu gebildete Räume der Schleimhaut, die entstehen, indem ein großer Teil der Schleimhaut des Placentarpolsters sich von der Muscularis abhebt; nur einzelne Schleimhautpfeiler erhalten die Verbindung der beiden Teile.

Die so neu sich bildenden Räume sind sicher in ihrem Dach von mütterlichem Endothel ausgekleidet und laufen nach oben in Fortsätze aus; sie stehen mit den in der Muskulatur des Uterus liegenden mütterlichen Gefäßen in ausgiebigem Zusammenhang, der insbesondere bei den ungeheuren venösen Netzen leicht nachweisbar ist. In diese Räume wachsen vom Rande des Placentarpolsters Zotten in der Richtung gegen den Muttermund ein, so mit dem neu gebildeten, intervillösen Raum die Anlage des unteren, gegen den Muttermund zu liegenden Abschnittes der Placenta bildend, Pars tecta.

Desgleichen wächst ein anderer Teil der Zotten in der Richtung gegen den Fundus uteri vor. Diese Zotten liegen dann eigentlich frei zwischen Embryonalhüllen und Uteruswand und bilden den zweiten Abschnitt des intervillösen Raumes, Pars aperta. Auch in diesem Teil liegt die Muskulatur an vielen Stellen nach oben nahezu ohne Schleimhautbekleidung frei, den Boden des intervillösen Raumes bildend; an anderen Stellen finden sich in ihm auch noch kleine Polster von Schleimhaut mit deutlich kenntlichen Drüsen vor.

Das Dach des intervillösen Raumes in diesem oberen Abschnitt liefern die Embryonalhüllen, und der unmittelbare Abschluß wird auch hier von einer Schicht geleistet, die ich einstweilen für das Entoderm der Fruchtblase halte.

Die Grenze des letzteren Placentarteiles gegen den Abschnitt des Uterus, der im Fundus nicht zur Placentarbildung verwendet wird, placentarfrei bleibt, kann wohl nur durch eine festere stärkere Verklebung der Embryonalhüllen mit der Uteruswand im Fundus bewirkt werden.

Aus der so angelegten kleinen Placenta entwickeln sich nun verhältnismäßig rasch die grundlegenden Verhältnisse des bleibenden Placentaraufbaues, soweit es sich um die Beziehungen der fetalen zu den mütterlichen Teile handelt; erst nachdem diese vollkommen fertig sind, bildet sich die endgültige äußere Form der Placenta aus.

Zunächst nimmt die Anlage des submukösen Teiles des intervillösen Raumes, der Pars tecta, sehr rasch an Ausdehnung zu. Es hebt sich

die Schleimhaut von der Muskellage mehr und mehr ab, so daß bald ein sehr großer, für alle vier Placenten gemeinsamer intervillöser Raum entsteht. Dieser wird in seiner Lichtung von dicken Schleimhautpfeilern durchsetzt, welche das Schleimhautdach mit dem muskulösen Boden des intervillösen Raumes verbinden. Sie führen Mengen gut erhaltener Drüsen, die auf der Oberfläche ausmünden, und mütterliche Blutgefäße mit reichlichem Blut, deren Ausmündung in den intervillösen Raum man hier und da feststellen kann. Ich halte sie für die Zuflußwege des mütterlichen Blutes. Die Abflußbahnen sind wohl gegeben durch die Anordnung der Gefäße am Placentarboden, der siebförmig durchlöchert erscheint und das oben mehrfach beschriebene Lückensystem enthält, das ich als *Corpus cavernosum uteri* bezeichnet habe. Auch der Fundusteil der Placenta wächst erheblich; der ursprünglich schmale Spalt vertieft sich und nimmt Zotten in größeren Mengen auf. Letztere zeigen von erster Anlage an ihre bleibende Form: eine Unterlage von embryonalem Bindegewebe, an deren Oberfläche sich Netze von weiten fetalen Gefäßen finden und die überdeckt ist von einer Lage von entodermalem Syncytium.

Eine Übersicht über den Aufbau der eben fertig gewordenen Placenta gibt Figur 3, Taf. VI, zugleich ein Schema für den ganzen Uterus.

Sie ist gedacht nach einem Schnitt, wie ihn ein Uterus in seinem Entwicklungsgrad etwa der Nr. 3 entsprechend aufweisen würde, wenn man ihn schräg, im Winkel von  $45^\circ$  zur Frontal- oder Sagittalebene durchschneidet. Nur dann würden die Ansatzstellen der Nabelstränge von zweien der vier Embryonen im Schnitt erscheinen können.

Vom Uterus ist die Muskulatur wieder in zwei Schichten *M* und *M*<sub>1</sub>, dargestellt; die äußere enthält bei im ganzen fester gefügtem Verlauf der Muskelbündel die großen Gefäße, die innere, in der Figur gestrichelte, das *Corpus cavernosum uteri*; die genauere Anordnung der Muskulatur in ganz feinen Bälkchen, zwischen denen die netzförmig angeordneten Bluträume des *Corpus cavernosum* liegen, ist aus der schematisierten Figur nicht zu entnehmen.

Auf der Muskulatur findet sich, jederseits von *P* zu *P*<sub>1</sub> reichend, die große Placenta, an der man den unteren, gegen den Muttermund liegenden stärkeren und den im Fundus liegenden, dünneren Abschnitt unterscheiden kann, *Pars tecta* und *Pars aperta*. Der in beiden Abschnitten vorhandene intervillöse Raum ist im einen in seinem Dach von mütterlichem Gewebe gedeckt, im anderen ohne solches Dach gebaut, also, vom Gesichtspunkt der Topographie der mütterlichen Schleimhaut aus betrachtet, nach oben offen.

Der mütterliche Gefäßbezirk der Placenta besteht jetzt aus einem ungeheuren, allen vier Feten gemeinsamen intervillösen Raum, in welchen die fetalen Zotten hineinhängen. Dieser liegt in der *Pars tecta* der Pla-

centa zwischen einem Dach, das von der von der Muskulatur abgehobenen mütterlichen Schleimhaut gebildet wird, und einem Boden, den die Muskulatur liefert.

Durch den intervillösen Raum gehen, Boden und Dach verbindend, Schleimhautpfeiler, Placentarpfeiler; in der Abbildung scheinen sie einzelne Abteilungen des intervillösen Raumes zu scheiden; das ist natürlich scheinbar, da sie tatsächlich eben nur Stäbe im intervillösen Raum darstellen.

Der intervillöse Raum bekommt sein mütterliches Blut durch in der Figur nicht angegebene arterielle Zuflußwege und leitet es durch ein Sieb von Abflußkanälen ab, das in der Muskelwand des Bodens gelegen ist. Er ist erfüllt von den Durchschnitten der baumförmig verzweigten Zotten, die aus einer (gelb gehaltenen) Unterlage von fetalem Bindegewebe mit fetalen Gefäßen bestehen und von einem roten Überzug entodermalen Syncytiums überkleidet sind.

Das Schleimhautdach der Pars tecta wird von den Embryonalhüllen überlagert, und zwar von der frei liegenden Oberwand der Nabelblase, so daß deren Entoderm sich an das wohlerhaltene Uterusepithel anlegt. Bei  $\times$  hört das Schleimhautdach der Pars tecta auf; hier sind an deren oberem Rande Entoderm und Uterusepithel fest verbunden.

An dieser Stelle sitzt der Nabelstrang an und sendet von hier aus die Zotten in den intervillösen Raum; diese bestehen überall aus der gleichen Grundlage von embryonalem Bindegewebe und dem entodermalen Überzug. Diejenigen von ihnen, die nach oben gegen den Fundusteil ziehen, bilden den Inhalt des intervillösen Raumes der Pars aperta.

Sie sind viel weniger reichlich an Zahl und liegen in einem schmalen Spalt; dieser wird nach unten wieder von Muskulatur begrenzt, die sich auch hier in die Bälkchen des Corpus cavernosum auflöst, während er nach oben sein Dach durch die Embryonalhüllen bekommt, unmittelbar durch das Entoderm der Fruchtblase, der dann das (in der Figur gelbe) viscerele Mesoderm anliegt.

Den Abschluß gegen den Fundus findet der intervillöse Raum gegenüber *F* indem sich die Embryonalhüllen an die Uteruswand anlegen, deren Schleimhautüberzug an der ganzen Muskeloberfläche der Pars aperta aus spärlichen Resten von Bindegewebe mit etwas Drüsen besteht. Die placentarefreie Kuppe von *P* über *F* zu *P* ist in der Figur innen schwarz getüpfelt.

Die Gesamtform der Placenta muß man sich in dieser Zeit der Entwicklung als einen sehr breiten Gürtel mit unterem dicken und oberem dünnen Abschnitt vorstellen.

Neben dem allantoiden entwickelt sich auch noch ein ausgesprochener Dottersackskreislauf. Durch Vermittlung eines stark ausgebildeten Darmnabelstranges *D* bleibt in einem deutlichen Epithelstrang das

Darmentoderm des Embryos mit dem Entoderm der Oberfläche des Fruchtsackes lange verbunden, und in dem Darmnabelstrang laufen die Vasa omphalo-meseraica gegen das Dach des intervillösen Raumes. Das Entoderm sendet sogar in die offenen Drüsenmündungen kleine, allerdings gefäßlose Zöttchen hinein.

So entsteht allmählich das Bild einer kleinen, aber wohlentwickelten Placenta.

#### Wie bildet sich die Placenta endgültig weiter?

Sie verändert sich im ganzen wenig: im wesentlichen so, daß zunächst mit der allgemeinen Vergrößerung der Placenta die mütterliche Schleimhaut im Dach der Pars tecta sich mehr und mehr abflacht; sie wächst offenbar nicht nur nicht weiter, sondern geht schließlich ausgesprochene Rückbildungsvorgänge ein, ohne aber wenigstens bis in die Stadien hinein, die ich selbst beobachten konnte, ganz zu schwinden. Die Rückbildung findet in erster Linie in der bindegewebigen Grundlage der Schleimhaut und in den Drüsen statt, während die Gefäße einstweilen erhalten bleiben. Desgleichen werden die Placentarpfeiler schmäler und rücken meist weiter auseinander, machen außerdem ebenfalls Rückbildungsvorgänge durch, bis die endgültige Form der Placenta erreicht ist.

Den Bau der fertigen Placenta möchte ich ebenfalls an einem Schema erläutern, das ich für die Pars tecta gebe (Figur 4, Tafel VI).

Einem Zweifel kann es nicht unterliegen, daß die fertige Tatusiaplacenta nach der früher von mir vorgeschlagenen Terminologie unter die Topfplacenten zu rechnen ist, als Placenta olliformis bezeichnet werden muß. Das heißt, sie baut sich ähnlich wie die Placenten der Menschen und diejenigen der bisher untersuchten Affen auf aus einem großen intervillösen mütterlichen Blutraum, in den die fetalen Zotten als Büschel und Bäumchen hineinhängen.

Der intervillöse Raum wird im Bereich der Pars tecta noch von Resten mütterlicher Schleimhaut abgeschlossen, die als uterine Deckschicht unter den Eihäuten, hier speziell unter dem in der Figur roten Entoderm der Fruchtblase liegt. Beide diese Lagen sind fest aufeinander gelegt. Der intervillöse Placentarraum *I R* ist von uterinen Placentarpfeilern durchsetzt, die zugrunde gehende Drüsen, aber gut erhaltene mütterliche Gefäße *G* aufweisen. Den Boden des gesamten Placentarraumes bildet nahezu vollkommen die Muskulatur, auf der eigentlich nur an den Abgangsstellen der Placentarpfeiler noch Reste von Schleimhaut sitzen. Die Muskulatur ist in äußere feste Lage *M* und innere kavernöse *M*<sub>1</sub> angeordnet. Das Corpus cavernosum endet gegen den intervillösen Raum in ein vollkommenes Sieb, das im wesentlichen die venösen Abflußwege der Placenta enthält. Die Arterien treten als an Zahl sehr viel geringere Einzelstämme mit deutlich kennbarer Wand gegen den

Placentarraum; ich kann ihr Ende nicht verfolgen und habe sie deshalb auch in unser Schema nicht eingetragen. In dem intervillösen Raum liegen, wie beim Menschen, die Zotten, deren Durchschnitte in der Figur wiedergegeben sind. Sie bestehen aus einem Grundstock von fetalem Bindegewebe, das von syncytialem Entoderm (rot) überzogen ist, mit Entodermklumpen an einzelnen Stellen. Im Bindegewebe liegen nahe der Oberfläche der Zotten die fetalen Gefäße (gelb).

Die Pars aperta der späteren Stadien unterscheidet sich von den früheren grundsätzlich nicht, nimmt nur etwas an Tiefe zu. Ebenso würden sich die Placentarränder dieser Zeit noch so verhalten, wie sie Schema 2 wiedergibt; der untere endet inmitten der Schleimhaut, der obere, indem Boden und Dach des intervillösen Raumes miteinander verkleben.

Hervorgehoben möge nochmals werden, daß der intervillöse Raum für die Placenta der vier Feten, die man gewöhnlich in dem Uterus gravidus von *Tatusia novemcincta* findet, dauernd einheitlich ist. Die Placenten gehen nicht nur in ihren mittleren Abschnitten mit starken Brücken äußerlich ineinander über, sondern hängen im Innern in ihrem mütterlichen Abschnitt vollkommen untereinander zusammen.

Über die äußere Form der Gürteltierplacenta lauten die Angaben in der älteren Literatur verschieden, ich habe oben auf die Terminologie bereits hingewiesen.

Der Unterschied in den Angaben mag daher kommen, daß die Placenta im ganzen nicht einheitlich gebaut ist und daß einzelne Autoren nur Teile der Placenta, aber nicht deren ganze Ausdehnung erkannt haben; und das lag wohl wieder daran, daß einzelne Abschnitte der Placenta so dünn sind, insbesondere die Ränder, daß sie sich der Beobachtung leicht entziehen; und endlich an der Besonderheit, daß in einer einzigen Placenta vier Feten das Material für Wachstum und Stoffwechsel finden.

Ferner kommt wohl auch in Betracht, daß die Form der Placenta während des Entwicklungsganges wechselt, eine Eigentümlichkeit, die sie übrigens mit den Placenten einiger anderer Tiere teilt.

Der Umstand, daß die Placenta für die vier Feten gemeinsam ist, wäre denn für eine Schilderung der Form der Placenta auch an die Spitze der Darstellung zu setzen. Die vier Feten werden von einer Placenta aus ernährt, die unzweifelhaft so weit einheitlich gebaut ist, daß man sie eben auch nur als eine einzige betrachten kann. Es sind also für die Feten bei fertig ausgebildeter Placenta nicht vier solche, sondern nur eine einzige vorhanden.

Diese eine läßt aber durch das Vorhandensein von dickeren und dünneren Abschnitten wieder Unterabteilungen scheidern, und so kommen

zunächst zwei große, in den Seitenteilen des Uterus gelegene dickere Stücke heraus, die durch in der dorsalen und ventralen Mittellinie gelegene Straßen voneinander geschieden werden.

Und diese beiden Seitenabteilungen werden durch dünnere Abschnitte, wie ich zeigen konnte und wie am einfachsten die Fig. 18 lehrt, wieder in je zwei Teile zerlegt, so daß man einen einheitlichen Gürtel erhält, der aber aus vier dickeren und vier dünneren Stücken besteht.

Ein Zweifel über die Gesamtform der Placenta in den Stadien, soweit ich sie verfolgen konnte, kann aber eigentlich nicht bestehen.

Die Fig. 18 gibt die Form der Placenta wieder, wie sie sich zeigt, wenn man die Muskelwand über ihr abnimmt. Sie erstreckt sich durch einen überwiegenden mittleren Teil des Cavum uteri und läßt nur ein kleines Feld am Fundus, ein größeres oberhalb des inneren Muttermundes frei. Es stimmt das also für die Gesamtplacenta mit den Abbildungen von Lane.

Lane scheidet dann, und auch damit stimme ich überein, dickere und dünnere Teile. Ich weiche insofern von ihm ab, als er nur zwei stärkere Abschnitte zeichnet, während ich davon vier finde.

Auch in der Wahl der Terminologie kann ich mich an Lane nicht anschließen.

Ich habe früher die Placenta des Frettchens als *zono-discoidalis* bezeichnet, weil sie sich als *zonaria* anlegt und dann in eine doppelte *discoidalis* umbildet. Lane hat nun auch die Placenta von *Dasypus novemcinctus* als *zono-discoidalis* bezeichnet, aber ein weiteres Adjektivum zugefügt; er nennt sie *zono-discoidalis indistincta*.

Meines Erachtens kann man die hier vorliegende Placenta, wenn man überhaupt an der durch die ältere Terminologie gegebenen Grundlage festhält, nur als *Placenta zonaria* bezeichnen. Die Gesamtplacenta ist ein ungemein breiter, aber einheitlicher Gürtel, der einen überwiegenden Teil des Cavum uteri ausfüllt.

Daran würde nichts ändern, daß an diesem Gürtel dünnere und dickere sowie breitere und schmalere Abschnitte zu unterscheiden sind; es ist auch kaum notwendig, dem in der Terminologie noch besonders Ausdruck zu geben. Die Beobachtungen, die Fernandez über die Form der *Tatusiaplacenta* mitteilt, lassen sich mit dem eben Ausgeführten ganz gut vereinigen; ich habe mich über angebliche Differenzen ja auch bereits an anderer Stelle mit Fernandez auseinandergesetzt, auf die ich verweisen kann. Sie sind bedingt durch zeitliche Verschiedenheit der untersuchten Entwicklungsstadien.

Dem oben Ausgeführten würde nicht entgegenstehen, was Newman und Patterson über früheste Stadien im Entwicklungsgang der Placenta abbilden, daß nämlich hier zuerst vier einzelne, scheibenförmige

Zottenfelder vorhanden sind, von denen je eins zu einem der Feten gehört. Denn diese Zottenfelder sind wieder in ein anderes Feld von minder entwickelten Zotten eingelagert, und dieses bildet mit den genannten einen einheitlichen Ring. Auch hier sind die anscheinenden Differenzen nur zeitliche Unterschiede im Entwicklungsgang. Für angebliche Unterschiede in den Endstadien kann ich einstweilen den sicheren Grund nicht angeben. Auch diese sind aber nicht so, daß man im Entwicklungsgang unserer Placenta einen Grund dagegen fände, sie als *Placenta zonaria* zu bezeichnen.

Was die physiologischen Verhältnisse der Placenta anlangt, so werden sie wohl, wie vielfach auch bei anderen Placenten festgestellt ist, in den verschiedenen Stadien der Entwicklung nicht ganz gleich sein. Bei der fertigen Placenta kann es sich, soweit sich das aus den Schnitten ablesen läßt, nur ganz überwiegend um einen Stoffwechsel im intervillösen Raum von dessen mütterlichem Inhalt nach den fötalen Gefäßen in den Zotten und umgekehrt handeln. Die vielen anderen Wege, welche sonst neuerdings neben diesem beschrieben sind, kommen für die *Tatusia-placenta* wohl nicht in Frage.

Fasse ich die gesamten Entwicklungsvorgänge der Placenta von *Tatusia novemcincta* in kurze Sätze zusammen, so würde sich ergeben:

1. *Tatusia novemcincta* entwickelt in einem Uterus simplex eine *Placenta zonaria olliformis*.
2. Der fertige Placentarring ist im Verhältnis zur Ausdehnung des Cavum uteri sehr breit und in seinen einzelnen Teilen sehr verschieden stark, so daß er im Flächenbild zeitweilig sehr unregelmäßig angeordnete Grensränder, namentlich nach oben, aufweisen kann.
3. Die Placenta besteht aus einem großen mütterlichen Blutsinus (daher *olliformis*), der für die vier sich gleichmäßig entwickelnden Feten gemeinsam ist.
4. Der intervillöse Raum der Placenta ist in seinem unteren, gegen den Muttermund liegenden Abschnitt von einer Lage mütterlicher Uterusschleimhaut gedeckt, *Pars tecta*; an deren Oberflächenepithel schließen hier die außen vom Entoderm überkleideten Embryonalhüllen an.

Der obere, gegen den Fundus liegende Teil des intervillösen Raumes besitzt kein Dach von mütterlicher Schleimhaut (*Pars aperta*), sondern ist unmittelbar von den Embryonalhüllen — auch hier zunächst vom Entoderm — gedeckt.

5. Der Boden des intervillösen Raumes wird auf große Strecken nur von Muskulatur und auf diese aufgelagertem Endothel be-

- grenzt. Dieser muskulöse Boden des Placentarraumes besteht aus einem Netzwerk von feinsten Fäden glatter Muskulatur, das, von Endothel überkleidet, die venösen Abflußwege umgrenzt (Corpus cavernosum uteri). Der ganze Boden des intervillösen Raumes ist siebförmig durchlöchert.
6. In den intervillösen Placentarraum hängen die baumförmig verzweigten Zotten; sie bestehen aus einer Grundlage von embryonalem Bindegewebe, auf dessen Außenfläche eine syncytiale Entodermis aufgelagert ist.
  7. Der gedeckte Teil des intervillösen Raumes entwickelt sich, indem die zum Placentarpolster verdickte Schleimhaut sich unter Bildung großer mütterlicher Bluträume von ihrer muskulösen Unterlage abhebt; in die so angelegten Räume wachsen die Zotten ein. Placentarpefeiler halten Dach und Boden des intervillösen Raumes zusammen.
  8. Die Zotten wachsen vom oberen Rande des nur in der unteren Uterushälfte ausgebildeten Placentarpolsters in die Tiefe. Ein Teil wächst in der Richtung gegen den Muttermund, zwischen Schleimhaut und Muskelhaut, hier den gedeckten Abschnitt des intervillösen Raumes füllend, ein anderer gegen den Fundus, zwischen Embryonnhüllen und Uteruswand und liefert den Inhalt für den offenen Teil des intervillösen Raumes.
  9. Es besteht in jungen Stadien zeitweilig eine ausgiebige Dottersacksplacenta.

#### Literaturverzeichnis.

(Eine vollständige Zusammenstellung der Literatur über Gürteltierentwicklung gibt Fernandez [l. c. Nr. 2. p. 509], auf die ich verweise.)

1. Fernandez, Beiträge zur Embryologie der Gürteltiere. *Morph. Jahrb.* **39**, H. 2. 1909.
2. — Die Entwicklung der Mulita. *Revista del Museo de la Plata*, Tomo XXI, La Plata 1915 und Leipzig, Karl W. Hirschmann.
3. — Zur Anordnung der Embryonen und Form der Placenta bei *Tatusia novemcincta*. *Anatomischer Anzeiger* **46**. 1914.
4. — Über einige Entwicklungsstadien des Peludo (*Dasybus villosus*) und ihre Beziehung zum Problem der spezifischen Polyembryonie des Genus *Tatusia*. *Anatomischer Anzeiger* **48**. 1915.
5. Lane, Some observations on the habits and placentation of *Tatu novemcinctum*. The state university of Oklahoma, research bulletin. Norman 1909.
6. Newman and Patterson, The development of the nine-banded armadillo from the primitive streak stage to birth; with especial reference to the question of specific polyembryony. *Journal of morphology*. Vol. 21. 1910.
7. Strahl, Über den Bau der Placenta von *Dasybus novemcinctus*. *Anatomischer Anzeiger* **44**. 1913.
8. — Über den Bau der Placenta von *Dasybus novemcinctus*, II. *Anatomischer Anzeiger* **47**. 1914.
9. — Ein Corpus cavernosum uteri. *Anatomischer Anzeiger* **50**. 1917.



### Figurenverzeichnis.

Die sämtlichen Figuren sind auf photographischem Wege nach den Präparaten hergestellt, dann aber, zumeist mit Tusche, und zwar zum Teil recht ausgiebig, nachgezeichnet. Die Photographie soll also hier nur den Wert einer Unterlage für die Zeichnung haben.

#### Tafel I.

- Fig. 1. Halbierter Uterus gravidus von *Tatusia novemcincta*, in Formol fixiert, längs durchschnitten. Etwa dreifach vergrößert. An der rechten Seite der Figur hat sich die Fruchtblase ein wenig von der Uteruswand abgehoben, sonst liegt sie überall fest an. Zwei Embryonen sind als schmale, helle Streifen sichtbar, einer links am Rande halb in Kantensicht, ein zweiter rechts neben der Mitte von der Fläche her als sohlenförmiger heller Streifen.
- Fig. 2. Schnitt durch den oberen Teil des gleichen Uterus, ohne Embryo. Bei  $\times$  Ansatz der Allantois; oberhalb desselben die Anlage für die Pars aperta, unterhalb für die Pars tecta der Placenta. *S* Schleimhaut, *M* Muskulatur; in der Innenlage dieser sind mit der Lupe die Räume des Corpus cavernosum uteri sichtbar.
- Fig. 3. Uterus gravidus mit Embryonen mit eben geschlossener Medullarrinne, frontal durchschnitten, Hälfte. Zwei mit den Kopfenden nach unten konvergierende Embryonen sind sichtbar. Der schwarze Fleck am unteren Rande des Cavum uteri ist ein Igelstachel, der die Embryonalhüllen festhält.  
Das gleiche Präparat, welches ich im Anatomischen Anzeiger 44, 441 abgebildet habe.
- Fig. 4. Querschnitt durch Embryo und Uteruswand des gleichen Uterus. Der Embryo liegt mit seiner Entodermseite dem Epithel der verdickten Uterusschleimhaut gegenüber.
- Fig. 5. Längsschnitt durch Embryo und Uteruswand vom gleichen Uterus. Vorwachsen des Allantoiszapfens gegen den Uterus. Kopfende des Embryos nach rechts, Entodermseite gegenüber der Uteruswand.

#### Tafel II.

- Fig. 6. Frontal durchschnittener Uterus, aufgeklappt, mit den vier im geschlossenen Amnion liegenden Embryonen. Vergrößerung etwa 2,5 : 1. Der rechte Embryo läßt sowohl Dottersack- wie Allantoisnabelstrang als helle Streifen an der Ventralseite erkennen.
- Fig. 7. Querschnitt durch Uteruswand und zwei der Embryonen von Fig. 6, bei schwacher Vergrößerung. Der linke Embryo zeigt den Dottersacknabelstrang. *P* Placenta. *C c* Corpus cavernosum uteri.
- Fig. 8. Placenta des gleichen Uterus, stärker vergrößert. *I R* Intervillöser Raum.
- Fig. 9. Ansatz des Dottersacknabelstranges an der Uteruswand aus dem gleichen Uterus, bei starker Vergrößerung. Der Strang endet mit einem offenen Entodermtrichter auf der von Epithel überkleideten Uterusoberfläche.

#### Tafel III.

- Fig. 10. Uterus dessen Muskellage außen teilweise abpräpariert ist; dadurch sind die Räume des Corpus cavernosum uteri von außen frei gelegt.
- Fig. 11. Querschnitt durch einen im ganzen in Celloidin eingebetteten Uterus, bei ganz schwacher Vergrößerung, um die Lage der vier Feten zueinander im Schnitt und die Einheitlichkeit der vier Placenten zu zeigen.

- Fig. 12. Der obere Rand des intervillösen Raumes des gleichen Uterus. Die schwarze Decke enthält den Rest der Schleimhaut, die den intervillösen Raum nach oben abgrenzt, und das Entoderm der Embryonalhüllen; beide setzen sich aber in der Figur nicht gegeneinander ab.
- Fig. 13. Uterus mit Feten von etwa 15 mm Länge, frontal durchschnitten und aufgeklappt; Feten im Amnion.

#### Tafel IV.

- Fig. 14. Placenta des gleichen Uterus im Längsschnitt. Am rechten Rande haben sich die Embryonalhüllen vom Uterus abgehoben. Der ganze Zotteninhalt des intervillösen Raumes hat sich vom Corpus cavernosum uteri an seiner Basis abgelöst, damit die Maschenräume des Corpus cavernosum freiliegend.
- Fig. 15. Uterus gravidus aus mittlerer Entwicklungszeit, durch ein Fenster eröffnet. Länge der Feten etwa 20 mm Scheitel—Steiß.
- Fig. 16. Der gleiche Uterus nach Herausnahme der vier Feten und der Embryonalhüllen.
- Fig. 17. Der im Anatomischen Anzeiger 47, 476 als Fig. 2 abgebildete Uterus nach Herausnahme der vier Feten. Ansätze der Nabelstränge in den leeren Amnionhöhlen.
- Fig. 18. Uterus gravidus aus mittlerer Graviditätszeit, bei dem von außen die ganze Muskelwand abpräpariert ist. Die Figur zeigt in etwa Größe 1:1 die Form und Ausdehnung der Placenta und die beiden placentarfreien Lappen.
- Fig. 19. Uterus gravidus von etwa 10 cm größter Länge von außen bei natürlicher Füllung der Blutgefäße.

#### Tafel V.

- Fig. 20. Uterus gravidus aus vorgeschrittener Entwicklungszeit, durch Fenster eröffnet. Um die Feten besser zu übersehen, ist der Fundus nach unten, Muttermund nach oben gedreht.
- Fig. 21. Durchschnitt durch Uteruswand und Placenta zur Zeit der Reife, b ganz schwacher Vergrößerung. *M.* = Muskelwand.
- Fig. 22. Schnitt durch den Boden des intervillösen Raumes aus gleicher Zeit. Zeigt gegenüber dem Pfeil den Durchschnitt der Gefäße vom intervillösen Raum in die Venen des Corpus cavernosum uteri.
- Fig. 23. Schnitt durch den intervillösen Raum der reifen Placenta, bei starker Vergrößerung, um den Bau der Zotten zu zeigen.

#### Tafel VI.

##### Schemata.

Die Figuren 1—4 sind Schemata nach Präparaten entworfen. Die Figuren 1 und 2 stellen Querschnitt und Längsschnitt von Embryonen und Uteruswand dar, deren Entwicklungsgrad etwa den in Figur 4 und 5 abgebildeten Embryonen des Uterus gravidus Nr. 3 entspricht. Figur 3 gibt eine Übersicht über einen ganzen Uterus des gleichen Stadiums. Figur 4 ist ein Schema des Baues der fertigen Placenta von *Tatusia novemcincta*.

























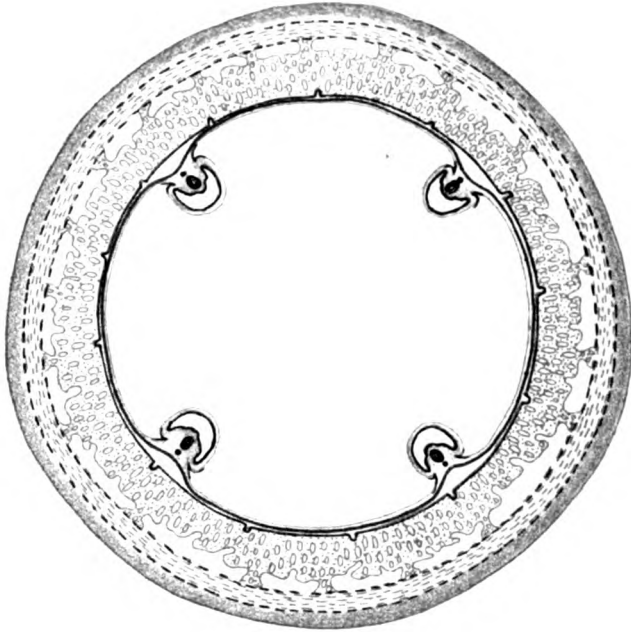


Fig. 1.

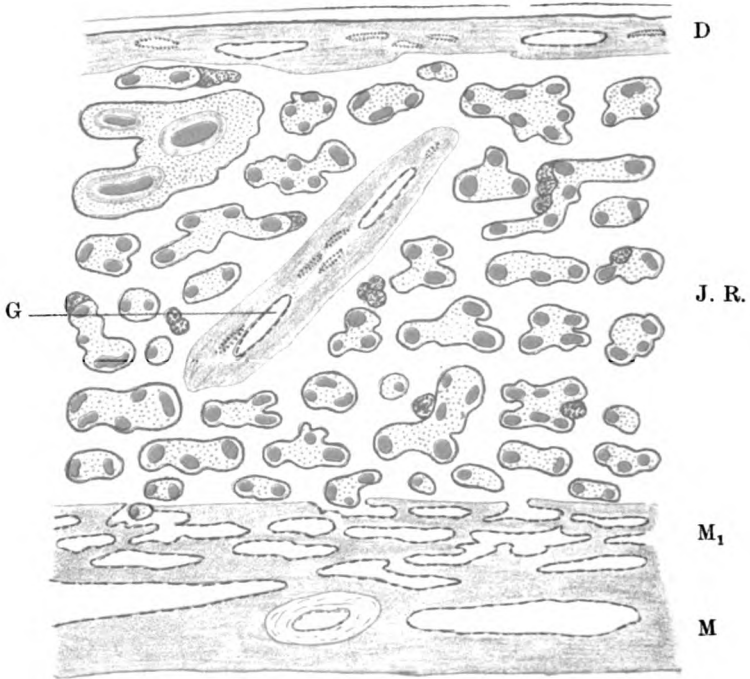


Fig. 4.

rall, *Tatusia novemcincta* L.

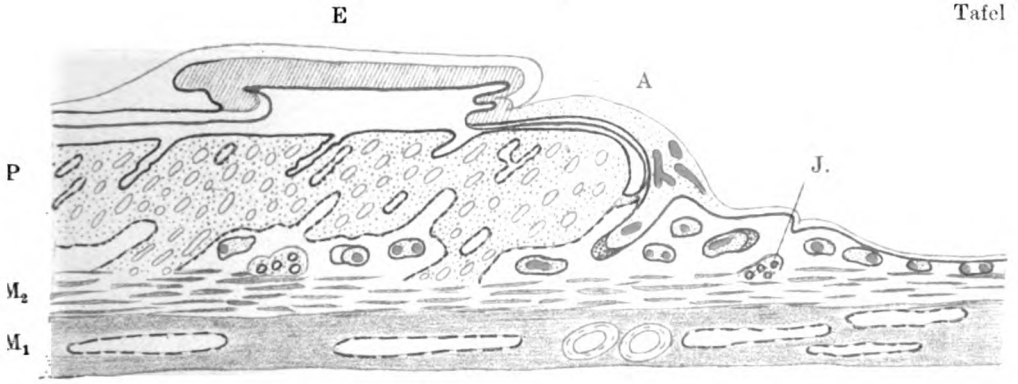


Fig. 2.

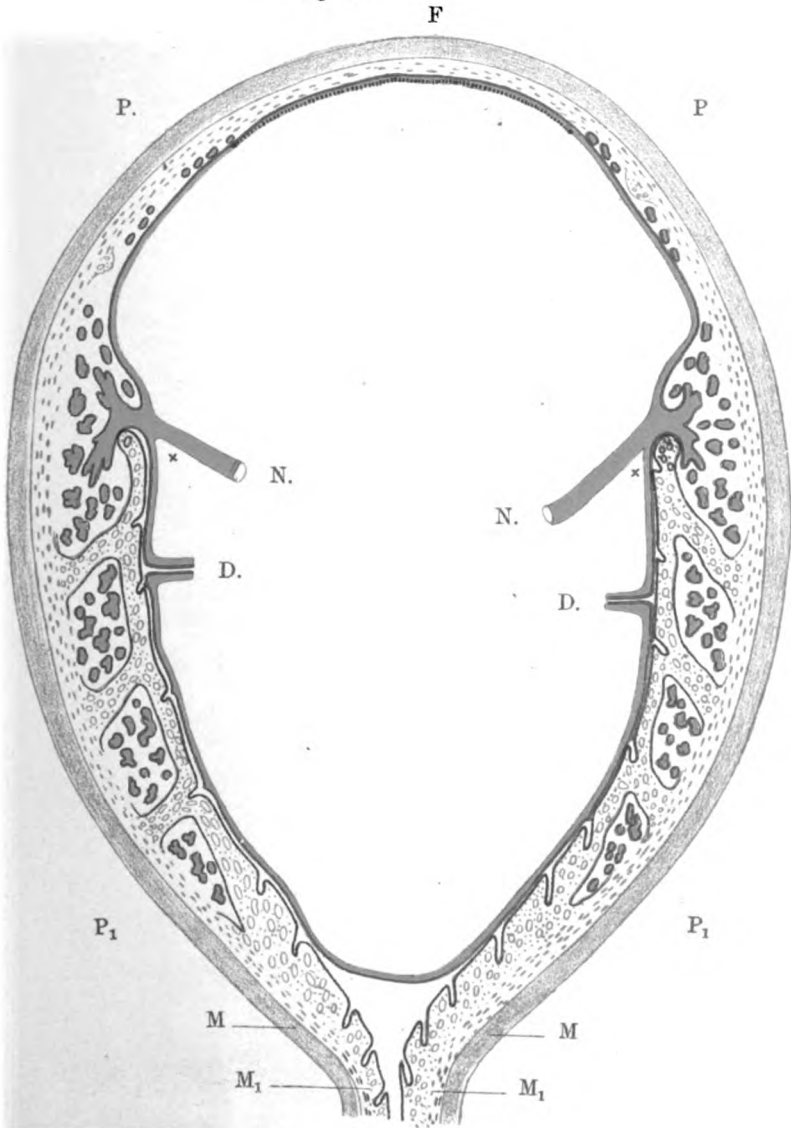


Fig. 3.

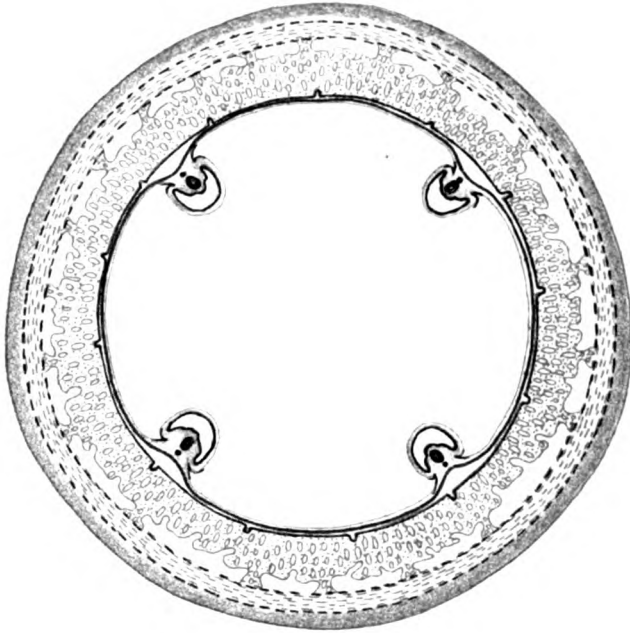


Fig. 1.

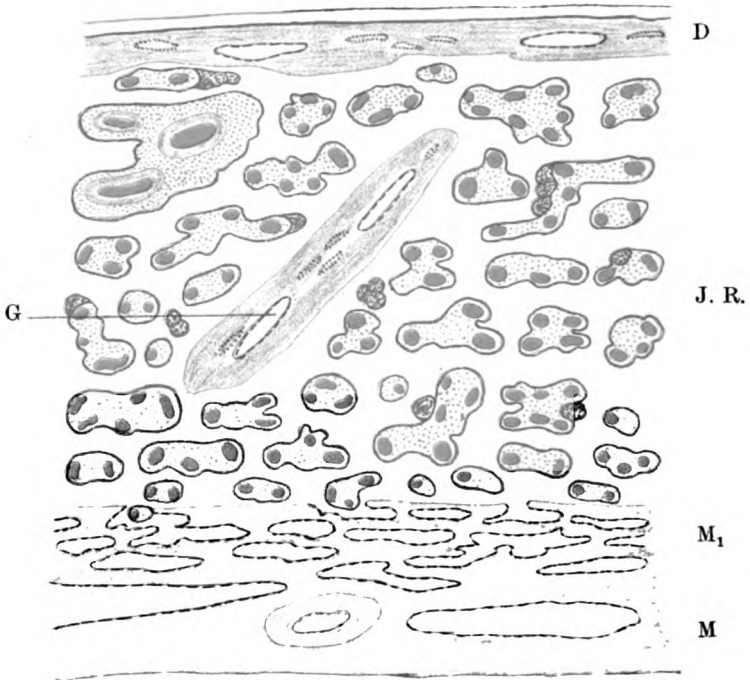


Fig. 4.



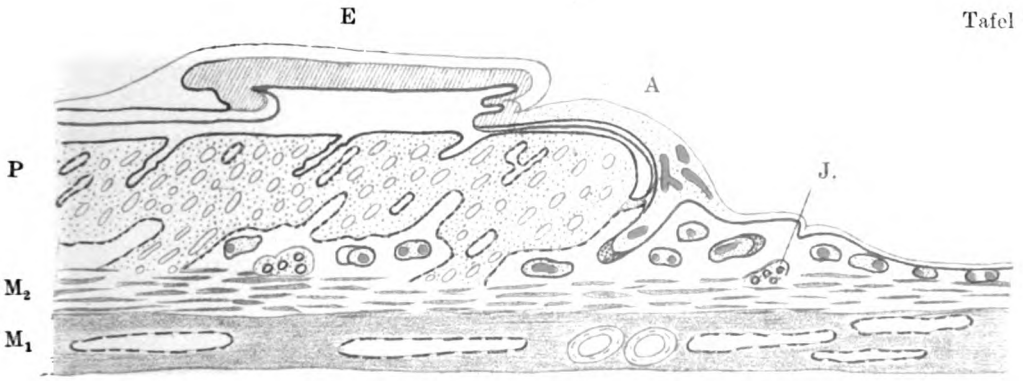


Fig. 2.

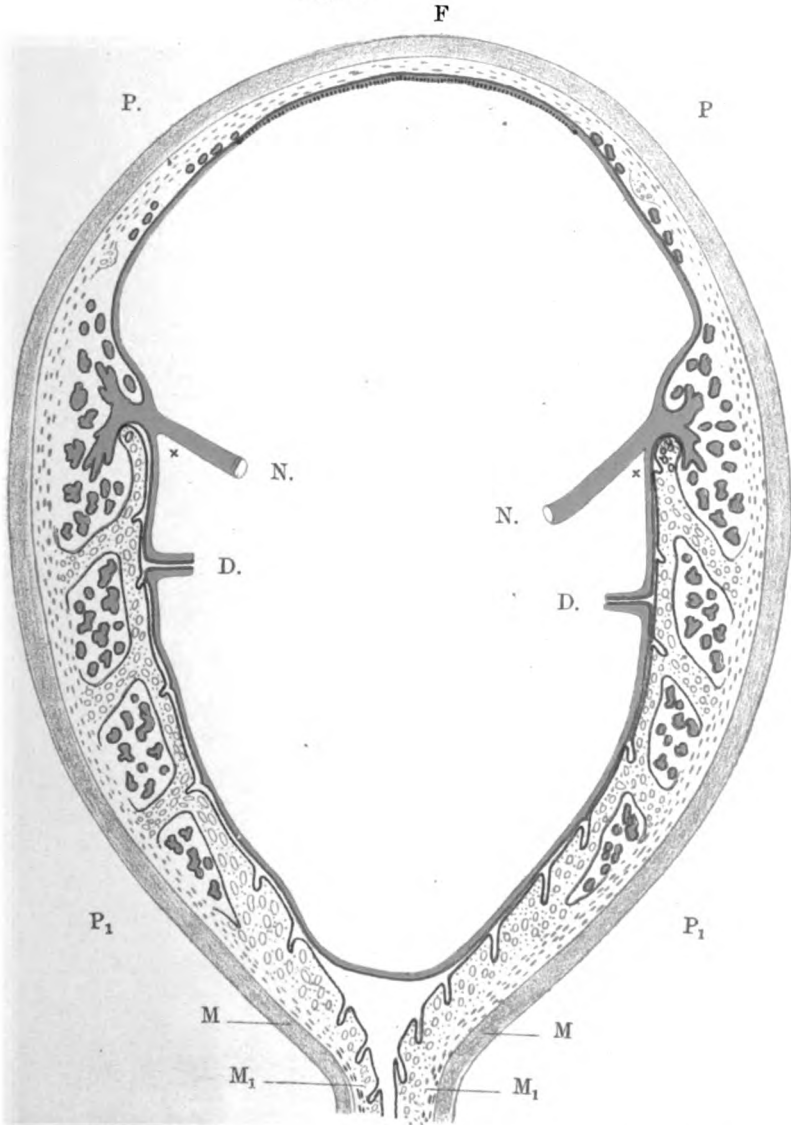


Fig. 3.



(Aus dem physiologischen Institute zu Marburg.)

## Zur Theorie und Technik der Golgi-Methode.

Von

**F. B. Hofmann.**

(Eingegangen am 17. September 1917.)

Bei meinen Untersuchungen über das intrakardiale Nervensystem des Frosches<sup>1)</sup> mittels der doppelten raschen Chromsilberimprägnationsmethode war mir aufgefallen, daß für das Zustandekommen der Imprägnation die Konzentration der Osmiumsäure, insbesondere im zweiten Chromosmiumgemisch von großer Bedeutung war: Wurde zu wenig Osmiumsäure genommen, so bildeten sich im Inneren des Präparates viel diffuse Niederschläge, und die Nervenimprägnation war schlecht. Wurde zuviel Osmiumsäure zugesetzt, so fand die Silberimprägnation nicht statt, es bildeten sich aber auch keine Niederschläge im Präparate. Ferner war es für das gute Gelingen der Imprägnation wesentlich, daß die Präparate nach der Übertragung in die Silbernitratlösung noch etwas Osmiumsäure enthielten. Aber es durften auch nur Spuren davon vorhanden sein. War zuviel Osmiumsäure in die Silberlösung mit herübergenommen worden, so schien es mir zweckmäßig, die Gefäße nach einem Tage offen stehen zu lassen, so daß die Osmiumsäure allmählich verdunstete. Ich vermutete, daß ich diesem Verfahren die große Reinheit meiner Präparate von Niederschlägen zu verdanken hatte, die allen die sie gesehen haben, auffiel. Da ich der Meinung war, daß man auf Grund derartiger Beobachtungen vielleicht Aufschluß über das Wesen der Methode erhalten könnte, bin ich den Dingen weiter nachgegangen, und bin jetzt in der Lage: 1. einige Punkte, die für das Gelingen der Methode wesentlich sind, präzise hervorzuheben, sowie 2. anzugeben, wie man aus in Müllerscher Lösung gehärteten Präparaten des Zentralnervensystems mit den einfachsten Hilfsmitteln, insbesondere auch ohne Verwendung von Osmiumsäure, ganz ausgezeichnete Imprägnationsbilder erzielen kann.

1. Der Vorgang beim Zusammenbringen von Silbernitrat und Kaliumbichromat in wässriger Lösung ist ein ziemlich komplizierter. Es bilden sich, je nach dem Verhältnis der Konzentrationen der beiden Salze,

---

<sup>1)</sup> F. B. Hofmann, Das intrakardiale Nervensystem des Frosches. Archiv f. Anat. 1902, S. 54.

verschiedene Niederschläge, nämlich entweder das Silber(mono)chromat oder vorwiegend Silberbichromat mit wenig Silberchromat. Bei Berührung mit Wasser wandelt sich nun das Silberbichromat allmählich unter Abspaltung von Chromtrioxyd in das normale Silber(mono)chromat um. Weiteres darüber, sowie die Literatur findet man bei R. E. Liesegang<sup>1)</sup>. Treffen Silbernitrat und Kaliumbichromat im Gewebe miteinander zusammen, so können sich auch noch andere Vorgänge abspielen und die Verhältnisse noch verwickelter werden. Ich verwende daher im folgenden nach E. R. Liesegang (l. c.) für den Niederschlag, der beim Zusammentreffen von Silbernitrat und Bichromat im Präparate entsteht, den Ausdruck „Chromatsilber“ und lasse die Zusammensetzung desselben im einzelnen dahingestellt.

Ganz allgemein hat die physikalische Chemie über die Bildung von Niederschlägen beim Zusammenbringen zweier ionisierter Salze folgendes Gesetz festgestellt, das wir besser als am Chromatsilber an einer einfacheren chemischen Reaktion darstellen. Kalziumchlorid ist in verdünnter, wässriger Lösung größtenteils in Kalzium- und Chlor-Ionen zerfallen, Natriumsulfat ebenso in Na- und  $\text{SO}_4$ -Ionen. Bringt man nun eine wässrige Lösung von Chlorkalzium mit einer wässrigen Lösung von Natriumsulfat zusammen, so entsteht ein Niederschlag von schwefelsaurem Kalk, weil Ca- und  $\text{SO}_4$ -Ionen nicht in unbegrenzter Menge nebeneinander in Wasser bestehen können. Bezeichnet man die Konzentration der Ca-Ionen mit  $C_{\text{Ca}}$ , die der  $\text{SO}_4$ -Ionen mit  $C_{\text{SO}_4}$ , so ist das Produkt  $C_{\text{Ca}} \times C_{\text{SO}_4}$  für die Löslichkeit des Kalziumsulfats in Wasser maßgebend. Überschreitet es einen gewissen Wert, der als Löslichkeitsprodukt bezeichnet wird, so fällt im allgemeinen (mit einer unten angeführten Einschränkung) der nicht mehr lösliche Überschuß von  $\text{CaSO}_4$  als Niederschlag aus.

Übertragen wir das nun auf unseren Fall, so wird beim Zusammentreffen von Silbernitrat und Kaliumbichromat Chromatsilber ausfallen, sobald das Löslichkeitsprodukt überschritten ist. Dies ist der Fall, wenn man beide Salze in den für die Silberimprägnationsmethode gebräuchlichen Konzentrationen zusammenbringt. Das Zusammentreffen der beiden Salze erfolgt, wenn man das mit der Bichromatlösung durchtränkte Stück in die Silbernitratlösung hineinwirft, zunächst an der Oberfläche des Präparates. Dort bildet sich also der Niederschlag zuerst, und seine Bildung hält an, solange immer weiter Bichromat aus dem Präparat in genügender Konzentration herausdiffundiert. Durch dieses Herausdiffundieren nimmt nun die Konzentration des Bichromats im Inneren des Präparates allmählich ab. Legt man ein mit Bichromatlösung gleichmäßig durchtränktes Stück Gelatine in Silber-

<sup>1)</sup> R. E. Liesegang, Untersuchungen über die Golgi-Färbung. Journ. f. Psychiatrie u. Neurol. 17. 1. 1910.

nitratlösung, so diffundiert, wie Liesegang in der oben zitierten Abhandlung beschreibt, das Bichromat so weit heraus, daß im Inneren des Stücks kein Silberniederschlag mehr entsteht. Wenn daher bei der Golgimethode dennoch an gewissen Stellen im Inneren des Präparates Niederschläge von Chromatsilber auftreten, so muß an diesen Stellen noch so viel Bichromat übriggeblieben sein, daß das Löslichkeitsprodukt beim Zutritt von Silbernitrat überschritten wird. Hierbei liegen folgende Möglichkeiten vor: Es kann das Silbernitrat an einer günstigen Stelle so rasch ins Präparat eindringen, daß es im Inneren desselben noch eine genügend hohe Konzentration von Bichromat vorfindet, um einen Niederschlag zu bilden. Das ist der Fall, wenn Spalten ins Präparat hereingehen und gibt dann Veranlassung zu Niederschlägen in diesen capillaren Räumen. Auf diese Weise kann sich auch die Imprägnation von feinen, präformierten Hohlräumen im Gewebe, wie der Blutgefäßkapillaren, — soweit es sich nicht um eine Imprägnation von Elementen ihrer Wand selbst handelt — der Gallenkapillaren usf. erklären (Ein weiterer Umstand, der die Imprägnation in diesen Fällen unterstützen kann, kommt später zur Sprache.) Das kann aber noch nicht die Imprägnation der Gewebelemente selbst bewirken. Freilich haben Roßbach und Sehwald<sup>1)</sup> die Hypothese aufgestellt, daß nicht die Gewebelemente selbst, sondern die sie umhüllenden Lymphräume und Gewebsspalten durch den Niederschlag imprägniert werden. Aber diese Hypothese trifft, wie ich in der eingangs zitierten Abhandlung gezeigt habe, nicht zu. Obwohl ich an den Ganglienzellen des Froschherzens die nach Roßbach und Sehwald geforderte ringförmige Imprägnation zum erstenmal nachweisen konnte, hat die genauere Analyse doch ergeben, daß sich der Silberniederschlag zwar zunächst an die Oberfläche der Ganglienzelle ansetzt, dann jedoch nach dem Inneren der Zelle zu in diese hinein fortschreitet. Das setzt aber voraus, daß sich das Bichromat in der Zelle selbst so lange hält, bis genügend Silbernitrat durch die bichromatärmere Umgebung herandiffundiert ist. In diesem Augenblick muß also in der Zelle noch eine höhere Konzentration an Bichromat vorhanden gewesen sein, als in der niederschlagsfreien Umgebung. Nun ist, wie schon Liesegang betont hat, das Bichromat in der Zelle keineswegs fest gebunden, weil es sich ja aus ihr auswaschen läßt. Aber das scheint langsamer vor sich zu gehen, als das Herausdiffundieren aus der Umgebung, so daß wir annehmen dürfen, daß das Bichromat an dem Heraustreten aus der Zelle irgend wie gehindert wird. Wenn dann das Silbernitrat in das Innere des Präparates eindringt, trifft es auf die höhere Konzentration des Bichromats in der Zelle, das Löslichkeitsprodukt wird überschritten, und unter günstigen Umständen kommt der Niederschlag zustande.

<sup>1)</sup> M. J. Roßbach und E. Sehwald, Über die Lymphwege des Gehirns. Centralbl. f. med. Wissensch. 1888, S. 467 und 498.

Dabei sind aber noch folgende Punkte zu berücksichtigen: Es ist nicht notwendig, daß beim Überschreiten des Löslichkeitsproduktes der Niederschlag sofort entsteht, sondern es kann sich zunächst eine sogenannte übersättigte Lösung bilden. Aus dieser kann der Niederschlag allerdings später ausfallen, insbesondere dann, wenn man eine kleine Menge des Niederschlages selbst, einen sogenannten Keim, hineinbringt. Ähnliche Erscheinungen müssen wir auch bei der Bildung des Chromatsilbers berücksichtigen. Auch hier bildet sich zunächst eine übersättigte Lösung. Sobald aber an einer Stelle der Niederschlag erst aufgetreten ist, so schießen an ihn weitere Niederschläge von allen Seiten an. Ein solches Anschießen von Niederschlägen, insbesondere auch von Mitimprägation sonst nicht imprägnierter Gewebelemente, beobachtet man bei der Golgimethode häufig genug, und es bildet eine wichtige Fehlerquelle, vor der man sich sehr hüten muß. Hat sich andererseits in der übersättigten Lösung an einer Stelle ein Niederschlag gebildet, so reißt dieser ferner aus der Umgebung so viel von der Lösung an sich, daß ein weiterer Niederschlag erst in etwas größerer Entfernung entstehen kann. Dadurch entstehen periodische Niederschlagszonen, und auch diesen Vorgang hat R. Liesegang in der mehrfach zitierten Abhandlung speziell im Hinblick auf die Golgimethode eingehend studiert. Dazu kommt ferner die von Liesegang<sup>1)</sup> betonte Möglichkeit, daß das Gel der organischen Substanz der Gewebelemente als Schutzkolloid das Ausfallen des Silberniederschlags verhindern könnte, während er unter sonst gleichen Bedingungen in den kapillaren Gewebsspalten, in denen das Schutzkolloid fehlt, entsteht; ferner vielleicht auch andere Umstände, die wir noch nicht klar zu überblicken vermögen. Das, was wir sicher fassen können, ist jedenfalls die Überschreitung des Löslichkeitsproduktes an gewissen Stellen, die Bildung übersättigter Lösungen und das Ausfallen des Niederschlages aus diesen beim Zusammentreffen der hierfür günstigen Bedingungen.

Nun beobachtet man beim Zusammenbringen von Silbernitrat und Kaliumbichromat im Reagenzglas bei Gegenwart von wenig Säure, daß der Niederschlag erst bei hohen Konzentrationen dieser Salze auftritt, und daß er ferner bei etwas niedrigerer Konzentration erst nach längerem Stehen ganz allmählich entsteht. Bei Gegenwart von Säuren ist also die Löslichkeit des Chromatniederschlags erhöht und außerdem das Entstehen übersättigter Lösungen begünstigt<sup>2)</sup>. Daher ließen sich meine eingangs zitierten Beobachtungen so deuten, daß die wässrige Lösung des Osmiumtetroxyds als schwache Säure wirkt. Freilich ist der Säure-

<sup>1)</sup> R. E. Liesegang, Das Verhalten minimaler Räume bei einigen Färbungen. *Z. f. wiss. Mikroskopie* **28**, 257. 1911. Speziell S. 259.

<sup>2)</sup> Vgl. dazu Liesegang, Eine neue Art gestaltender Wirkung von chemischen Ausscheidungen. *Archiv f. Entw.-Mech.* **39**, 362. 1914. Speziell S. 371.

charakter der wässrigen Lösung des Osmiumtetroxyds (der sogenannten Überosmiumsäure) außerordentlich schwach ausgesprochen. Aber die Möglichkeit dieser Deutung lag doch vor. Bestärkt wurde ich in dieser Annahme durch Herrn Kollegen M. Siegfried, der mich darauf hinwies, daß bei dem mehrfach empfohlenen Ersatz der Osmiumsäure durch das käufliche Formol vielleicht die im letzteren enthaltene Ameisensäure die Rolle der Osmiumsäure spielen könnte. Überdies hatte Durig<sup>1)</sup>, als er bei der doppelten raschen Silbermethode nach Ramón y Cajal die Osmiumsäure durch Formol ersetzte, den Zusatz einer Spur Ameisensäure zur zweiten Silberlösung geradezu empfohlen. Dies führte mich dazu, den Zusatz einer schwachen Säure zum Silbernitrat genauer zu studieren.

Ich verwendete bei diesen ersten, im Jahre 1903 ausgeführten Versuchen das Gehirn einer erwachsenen Ziege, das nach dem Tode des Tieres unmittelbar in Müllersche Lösung eingelegt und darin mehrere Jahre aufbewahrt worden war. Aussehen und Konsistenz war das eines typischen, gut gehärteten Müller-Präparates. Kleine Stückchen der Großhirnrinde wurden zunächst flüchtig in 1 proz. Silbernitratlösung abgespült und dann in ein Gemisch eingelegt, das ich mir herstellte, indem ich zu 10 ccm 1 proz. Silbernitratlösung 1 ccm 10 proz. Essigsäurelösung hinzufügte. Die Essigsäure wählte ich als schwache, flüchtige Säure (sie ist in der verwendeten Konzentration nur zum allerkleinsten Teil in Ionen zerfallen). Man kann sie aber auch durch Salpetersäure von entsprechend niedrigerer Konzentration ersetzen. Ließ ich kleine Stückchen des in Müllerlösung gehärteten Gehirns 1 bis 2 Tage in dieser angesäuerten Silbernitratlösung liegen, so erhielt ich in der Tat sehr brauchbare Imprägnationsbilder der Ganglienzellen. Meist imprägnierten sich allerdings auch einige Gliazellen mit. Auch ist die Imprägnation der Ganglienzellen nicht sehr reichlich, aber dafür ist das Resultat sicher, die Präparate zeichnen sich durch große Reinheit von Niederschlägen aus, und die Ganglienzellen sind schön gleichmäßig mit vielen Ausläufern imprägniert.

Nahm ich die Konzentration der Essigsäure beträchtlich höher, so wurden die Imprägnationen immer spärlicher und hörten schließlich ganz auf. Wurden umgekehrt die Stücke aus der Müllerlösung in zu schwach oder gar nicht angesäuerte 1 proz. Silberlösung übertragen, so traten außer den Zellimprägnationen häßliche, diffuse Niederschläge auf, die die Zellen verdeckten und die Schnitte entstellten. Der Erfolg des Zusatzes von Essigsäure verschiedener Konzentration zur Silbernitratlösung stimmt also überein mit den Beobachtungen, die ich früher über die Wirkung des Osmiumtetroxyds gemacht hatte. Da überdies

<sup>1)</sup> A. Durig, Das Formalin als Fixierungsmittel anstatt der Osmiumsäure bei der Methode Ramón y Cajals. Anatomischer Anzeiger **10**, 659. 1895.

der Zusatz von Salpetersäure zum Silbernitrat ganz ebenso wirkt wie der von Essigsäure, so ist damit der Beweis erbracht, daß diese Wirkung als eine Säurewirkung aufzufassen ist. Daraus folgt aber der für die Technik der Golgimethode wichtige Satz, daß es bei einer geeigneten Säurekonzentration der Silbernitratlösung möglich ist, die diffusen Niederschläge im Inneren des Stückes zu verhindern, während die Imprägnation der Zellen noch erhalten bleibt. Wie die Säure im speziellen wirkt, dafür liegen allerdings verschiedene Möglichkeiten offen. Es wäre z. B. auch zu erwägen, ob sie nicht innerhalb der Zellen an Eiweiß gebunden wird, während sie in der Zwischenflüssigkeit frei ist und infolgedessen ihre oben beschriebene Wirkung auf den Chromatniederschlag entfalten kann.

Während ich nun nach der angeführten einfachen Methode durch Einlegen kleiner Stückchen in angesäuerte 1 proz. Silbernitratlösung in der Großhirnrinde ganz gute Imprägnationen der Ganglienzellen erhielt, bekam ich vom Kleinhirn desselben Müller-Präparates bloß stellenweise eine Imprägnation der Purkinjeschen Zellen, höchst selten noch eine andere Zelle. Am schlechtesten aber waren die Ergebnisse am Hirnstamm und im Rückenmark. Hier reichten Niederschläge bis ins Innere herein und verdeckten die gelegentliche Imprägnation von Zellen, die an sich schon nicht reinlich war. Nun war mir vom Froscherzen her bekannt, daß die Imprägnation in dem relativ lockeren, schwammigen Gewebe des Ventrikels stets zuerst und am allerreichlichsten auftrat, „später erst im Vorhof und auch da zuerst in dem unteren, etwas dickeren Abschnitte in der Nähe des Ventrikels. In der straffen, dünnen Sinuswand (und ähnlich in der derben Bulbuswand) erhielt ich nur ganz ausnahmsweise Imprägnationen der Nervenfasern“ (l. c., S. 56). Bei einem alten Müller-Präparat liegen nun ganz ähnliche Unterschiede in der Konsistenz der einzelnen Teile des Zentralnervensystems vor. Die Großhirnrinde ist verhältnismäßig mürbe, der Hirnstamm und das Rückenmark sind ganz hart. Dem entspricht aber auch der gleiche Unterschied in der Imprägnationsmöglichkeit, und wir können demnach als dritte Bedingung für das Gelingen der Silberimprägnation neben der Chromierung der Gewebeelemente und dem passenden Säuregrad der Silberlösung noch den geeigneten Härtegrad hinzufügen. Freilich kann man, wie wir später sehen werden, durch geeignete Maßnahmen auch bei gleichbleibender Konsistenz des Präparates die Imprägnation noch abändern, und da nach dem oben Gesagten das Zustandekommen der Imprägnation an Unterschiede in der Diffusionsgeschwindigkeit des Bichromats aus den Zellen und ihrer Umgebung geknüpft ist, so wird es richtiger sein, die geeignete Konsistenz des Präparates allgemeiner auf die für die Imprägnation günstigsten Diffusionsverhältnisse zu beziehen, die



allerdings in hohem Grade von der erreichten Härtung abhängen. Diese Annahme erklärt auch erst vollends den Einfluß, den der Zusatz von Osmiumsäure oder von Formol zur Bichromatlösung bei der Golgimethode ausübt: Sie beschleunigen das Erreichen des zur Imprägnation nötigen Härtungsgrades, der ohne Zusatz dieser Mittel bei bloßer Verwendung von Bichromatlösung sehr langsam, bei manchen Objekten vielleicht überhaupt nicht erreicht wird.

2. Wie bekannt, braucht bei Verwendung von Osmiumsäure oder Formol das Erreichen der richtigen Imprägnationsreife für verschiedene Objekte verschieden lange Zeit, und sie wird daher auch bei der Anwendung bloßer Müllerslösung ohne weiteren Zusatz an jedem Objekt besonders zu studieren sein. Da hierbei außer der Reifungszeit noch verschiedene andere Beeinflussungen der Imprägnation durchzuprüfen waren, war für das Ausprobieren der günstigsten Bedingungen für die Imprägnation eine große Menge von Versuchen an jedem einzelnen Objekt nötig. Ich habe dabei zunächst das praktisch wichtigste Problem zu lösen versucht, eine zuverlässige Imprägnationsmethode für die Elemente der Großhirn- und Kleinhirnrinde beim reifen — nicht embryonalen Gehirn — ausfindig zu machen, die es gestatten würde, gute Golgipräparate kursmäßig herzustellen, und die auch eine sichere Anwendung für pathologische Untersuchungen ermöglichte. Die Voraussetzung für das letztere bildet derschon von Kopsch<sup>1)</sup> ermittelte Umstand, daß die Golgiimprägnation noch an Material gelingt, das 24, ja 48 Stunden nach dem Tode der Leiche entnommen wird<sup>2)</sup>. Das Material<sup>3)</sup> habe ich in größeren Stücken direkt in Müllersche Flüssigkeit eingelegt und bis zur Verwendung in der einigemal gewechselten Lösung belassen. Nach ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Monaten ist es imprägnationsreif und bleibt es dann wenigstens einige Monate lang, nur werden die Imprägnationen von sehr altem Material vielleicht nicht ganz so reinlich, wie von 2 bis 4 Monate altem<sup>4)</sup>. Für die Imprägnation fand ich es vorteilhafter, statt der 1proz. eine 2proz. Silbernitratlösung zu nehmen. Ich schneide daher aus dem Vorratspräparat kleine Stückchen der Hirnrinde in der für die Golgiimprägnation gebräuchlichen Größe ab, spüle sie zunächst flüchtig in

1) Kopsch, Erfahrungen über die Anwendung des Formaldehyd bei Chromsilberimprägnationen. Anatomischer Anzeiger **II**, 727. 1896.

2) Man kann daher auch Schlachthausmaterial noch sehr wohl verwenden.

3) Herrn Kollegen Jores bin ich für die Überlassung von menschlichem Material zu Dank verpflichtet.

4) Das hängt aber möglicherweise bloß von der Konzentration der Silbernitratlösung ab. Das jahrealte Ziegenhirn, mit dem ich früher arbeitete, gab mit 2proz. angesäuerter Silbernitratlösung unreine, mit 1proz. angesäuerter Silbernitratlösung dagegen niederschlagsfreie Präparate. Ich verfüge im Augenblick nicht über genügend altes Material, um dieser Detailfrage nachzugehen.

2proz. Silbernitratlösung ab, um die oberflächlich anhaftenden Reste des Bichromats zu beseitigen, und lege sie dann gleich in einem kleinen, fest verschließbaren Standgläschen, wie man es zum Aufbewahren von Chemikalien verwendet, in die angesäuerte 2proz. Silbernitratlösung (2proz. Silbernitrat 10 ccm, dazu 1 ccm 10proz. Essigsäure). Von dieser nimmt man recht wenig, etwa so viel, daß das Stück gerade gut bedeckt ist. Zweckmäßig ist es ferner, auf den Boden des Gläschens ein ganz kleines Wattebäuschchen anzudrücken, auf dem dann das Präparat liegt. Die Imprägnation ist schon nach 8 Stunden sehr weit vorgeschritten, nach 24 Stunden wenigstens für die Ganglienzellen fertig. Macht man zu dieser Zeit Rasiermesserschnitte, so kann man mit Sicherheit darauf rechnen, unter der oberflächlichen Niederschlagszone eine Anzahl gut imprägnierter Ganglienzellen zu treffen. Außer ihnen haben sich allerdings meist auch Gliazellen mit imprägniert, anfangs (nach 8 Stunden) noch mit verhältnismäßig kurzen Fortsätzen, deren Imprägnation sich aber nachher immer weiter ausdehnt. Unter Umständen (bei Kurspräparaten) wird man sie gern mit in Kauf nehmen, aber sie verdecken doch zuviel von den benachbarten Ganglienzellen, und zwar um so mehr, je länger man die Lösung einwirken ließ. Ich habe mich daher bemüht, ein Mittel zu finden, um die Imprägnation der Ganglienzellen nach Möglichkeit in den Vordergrund zu rücken. Das gelingt auch gut, wenn man auf das Wattebäuschchen am Grunde des Gläschens vor dem Einfüllen der Silbernitratlösung einige Tropfen Benzol oder Xylol aufträufelt und dann mit der Silbernitratlösung aufschüttelt, so daß sich diese ordentlich mit Benzol belädt. Statt Benzol oder Xylol kann man auch Äther oder Chloroform nehmen, letztere scheinen aber etwas weniger gut zu wirken als die ersteren.

Wie die Wirkung des Benzols und Xylols zustande kommt, läßt sich vorläufig nicht sicher angeben. Im Reagenzglas verhindern weder Benzol, noch Xylol, Chloroform oder Äther die Ausfällung des Silberchromats, sie wirken also nicht wie die Säuren, sondern ihr Einfluß macht sich nur auf die Niederschlagsbildung im Gewebe geltend. Zu ihrer Anwendung veranlaßt hat mich folgende Überlegung: Es war mir seit vielen Jahren, aus Gründen, die ich hier nicht anführen kann, wahrscheinlich, daß die Narkotika in niedriger Konzentration die Durchlässigkeit der Zellen herabsetzen. Diese Meinung wird ja neuerdings auch in der Literatur von mehreren Autoren vertreten. Wenn sie nun dieselbe Wirkung auch noch an toten Zellen besäßen, so müßten sie den Austritt des Bichromats aus der Zelle verzögern und dadurch dem Zellinhalt jene für die Imprägnation nötige höhere Bichromatkonzentration länger erhalten, als der Zwischenflüssigkeit. Tatsächlich war der Versuch erfolgreich. Daß damit auch schon die obige Annahme bewiesen ist, will ich nicht behaupten, ich wollte nur zeigen, wie ich auf diese

Versuche gekommen bin. Allerdings würde dazu stimmen, daß die genannten Substanzen in niedriger Konzentration die Imprägnation allem Anschein nach verzögern. Läßt man sie in allzu reichem Maße auf die Präparate einwirken, indem man letztere z. B. aus der Müllerlösung direkt in Benzol usf. hineinbringt, so wird danach die Imprägnation vollständig verhindert. Ebenso wirken auch andere lipoidlösende Substanzen. Insbesondere darf man die Präparate, die man zur Imprägnation verwenden will, nach der Müllerlösung nicht in Alkohol übertragen [vgl. Liesegang<sup>1)</sup>].

Unter der Mitwirkung des Benzols oder Xylols habe ich nun ganz außerordentlich schöne und sehr reiche Imprägnationen der Ganglienzellen der Großhirnrinde erhalten. Insbesondere waren auch die feinen Fortsätze der Zellen gut imprägniert. Unter Umständen kommen zwar auch noch Gliazellen hinzu, auch imprägnieren sich öfter einige Blutgefäßcapillaren. Solche kleine Schwankungen im Resultat ließen sich nicht ganz vermeiden. Im ganzen aber ist die Methode so sicher, daß man sie zur Herstellung von Golgi-Präparaten in histologischen Kursen durchaus empfehlen kann. Man findet zuverlässig mindestens in der Schicht, die unmittelbar unter der oberflächlichen Niederschlagszone liegt, eine Anzahl imprägnierter Ganglienzellen, unter Umständen erhält man sogar durch das ganze Stück hindurch ganz ausgezeichnete Bilder. Dabei ist die Methode so einfach, daß man die Vorbereitung der Präparate bis zum Schneiden einem Diener anvertrauen kann. Die langsame Wirkung der Müllerlösung bietet ferner den Vorteil, daß man sich unter einer größeren Anzahl von Gehirnstücken, die man vorher eingelegt hatte, zunächst durch Probeversuche die imprägnationsreifsten herausuchen kann, die man dann in der nächsten Zeit aufbraucht, ohne daß man befürchten muß, daß die richtige Zeit überschritten wird.

Auch im Kleinhirn erhält man nach der angegebenen Methode ganz gute Imprägnationen. Hirnstamm und Rückenmark werden hingegen beim Erwachsenen nach monatelanger Aufbewahrung in Müllerscher Lösung derartig hart, daß sie für die Imprägnation unbrauchbar sind. Ich hoffe trotzdem, bald genauer die Bedingungen angeben zu können, unter denen die Imprägnation auch an diesen Objekten gelingt. Auch über das Verhalten von embryonalem Material will ich mich dann erst genauer äußern.

---

<sup>1)</sup> Liesegang, Das Verhalten minimaler Räume bei einigen Färbungen. Z. f. wiss. Mikroskopie 28, 257. 1911.

## Beobachtungen und Versuche an *Ctenodrilus* (*Zeppelinia*) *monostylos*.

Von

**E. Korschelt.**

Mit 14 Textfiguren.

Im Jahre 1881 mit Untersuchungen an *Dinophilus* beschäftigt, fand ich in einem Seewasseraquarium des Freiburger Zoologischen Instituts einen damals noch unbekanntem kleinen Anneliden, der mir, abgesehen von dem sonderbaren unpaaren Tentakel und der sehr einfachen Organisation durch den äußerst primitiven Verlauf seiner an der Mehrzahl der Individuen zu beobachtenden Teilung, sowie durch das gänzliche Fehlen der geschlechtlichen Fortpflanzung auffiel. Da der Wurm im Wandbelag und Bodenschlamm des Aquariums außerordentlich häufig und recht bequem zu halten war, so ließen sich alle Teilungsstadien des sehr einfach organisierten Anneliden mit großer Leichtigkeit feststellen. Die anfangs gehegte Vermutung einer Zusammengehörigkeit mit *Dinophilus* wurde bei etwas genauerer Kenntnis beider Anneliden bald aufgegeben und das Erscheinen der eingehenden Arbeit v. Kennels (1882) über den in Aquarien der Neapler Station in großer Menge und ebenfalls nur in ungeschlechtlicher Vermehrung auftretenden *Ctenodrilus pardalis* (*Ct. serratus* bzw. *Parthenope serrata* O. Schmidt) ließ sofort erkennen, daß es sich bei dem Anneliden des Freiburger Aquariums um einen ganz nahen Verwandten handeln müsse, der am besten als neue Art der Gattung *Ctenodrilus* einzureihen sei. Die Teilung ist eine ähnlich weitgehende, wenn sie auch bei *Ct. serratus* weniger einfach verläuft, da die Teilungszonen bereits vorher am Körper ausgeprägt sind und die neu zu bildenden Regionen vor der Trennung angelegt werden, was bei dem anderen Wurm nicht der Fall ist, so daß dessen Teilung gegenüber der Paratomie des *Ct. serratus* als Architomie erscheint. Außer diesem verschiedenartigen Verhalten sind gewisse Abweichungen in der Morphologie beider Würmer vorhanden, welche die Unterbringung des Freiburger Anneliden in eine neue Gattung (*Zeppelinia*) veranlaßten, so genannt nach dem Grafen Max Zeppelin, der damals mit meinem Beobachtungsmaterial die weitere Bearbeitung des Wurmes übernommen hatte. Das mit meinen eigenen Wahrnehmungen über die Organisation und Teilung des Cte-

*nodrilus monostylos* übereinstimmende Ergebnis seiner Untersuchungen wurde im darauf folgenden Jahre (1883) veröffentlicht.

Wenn ich jetzt selbst wieder auf das Tier zurückkomme, so ist dies vielleicht durch meine älteren, aus der kurzen Bemerkung am Beginn der Zeppelinschen Arbeit freilich nicht ersichtlichen Beziehungen zu dem merkwürdigen Anneliden erklärlich, dem ich von damals her ein gewisses Interesse bewahrte und von dem ich einige Zeit nach der Bearbeitung des Abschnittes „Ungeschlechtliche Fortpflanzung“ im Lehrbuch der Vergl. Entwicklungsgeschichte auf Erkundigung erfuhr, daß er noch immer im Seewasseraquarium des Freiburger Instituts vorhanden sei. Infolge des neueren Zurückkommens auf die Frage der Monogonie und ihre Beziehungen zur Amphigonie lag es nahe, der früher an *Ctenodrilus* gemachten Beobachtungen zu gedenken (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 117, 371 u. 399. 1917), um sie vielleicht zu erneuern oder auch zu vervollständigen, falls der Wurm in jenem Aquarium noch immer vorhanden oder sonst zu erlangen wäre.

Nach seinem Auffinden wurde *Ct. monostylos* von mir während eines Jahres und ebenso lange vom Grafen Zeppelin unausgesetzt beobachtet, ohne daß während dieser Zeit von einer geschlechtlichen Fortpflanzung jemals etwas zu bemerken gewesen wäre; dagegen vermehrte sich der Wurm unausgesetzt auf dem Wege der Teilung. Die gleiche Wahrnehmung wurde von anderen Beobachtern des *Ctenodrilus*, wie schon erwähnt auch von Kennel an *Ct. serratus* gemacht. Es ist anzunehmen, daß diese Art der Fortpflanzung unter dem Einfluß besonderer Verhältnisse zur überwiegenden oder alleinigen Vermehrungsform geworden ist und daß beim Schwinden dieser Verhältnisse die Fähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung von neuem hervortritt. Dies scheint bei *Ct. serratus* der Fall zu sein, von welchem Monticelli frei im Meeressand des Golfs von Neapel lebende und (im Gegensatz zu den agamen Individuen) mit Bewimperung versehene Geschlechtstiere auffand. Solche hatte v. Kennel unter den Tausenden von ihm beobachteten Individuen nie gefunden. Allerdings scheint die Beobachtungszeit nur eine verhältnismäßig kurze (Juli und August) gewesen zu sein, soweit dies aus Kennels Mitteilungen hervorgeht und es wäre immerhin möglich, daß bei ihrer weiteren Ausdehnung Geschlechtstiere aufgetreten wären. Aber auch Galvagni, der (außer *Ct. parvulus*) dieselbe Art längere Zeit im Aquarium des Wiener Zoologischen Instituts beobachtete, sagt nichts über Geschlechtstiere, woraus wohl zu entnehmen ist, daß solche nicht vorhanden waren. Dies dürfte auch bei *Ct. monostylos* für die auf die Zeppelinsche Untersuchungsperiode folgende Zeit zu schließen sein, in welcher (außer meinen eigenen, etwa zwei Jahre später [1885] wieder beginnenden und sich über zwei Jahre [bis 1887] erstreckenden Beobachtungen)

nach den gelegentlich von Prof. Weismann erhaltenen Nachrichten im Freiburger Zool. Institut auch weiter auf den Wurm geachtet wurde. Man sollte meinen, daß bei dem allgemeinen Interesse, welches das primitive Teilungsvermögen des *Ctenodrilus monostylos* nach dem Erscheinen von Zeppelins Arbeit erregen mußte, das Auftreten von Geschlechtstieren in dem noch jahrelang zu Arbeitszwecken benützten Aquarium nicht unbemerkt geblieben wäre. Wie schon erwähnt wurde, erhielt ich noch nach langer Zeit (durch Prof. Weismann) die Mitteilung vom Vorhandensein des *Ctenodrilus*.

Somit erschien der Versuch sehr naheliegend, auch unter den jetzigen veränderten Verhältnissen des Freiburger Zoologischen Instituts in den dortigen Seewasseraquarien nach dem seither anderswo nicht aufgefundenen oder jedenfalls nicht beschriebenen Wurm zu suchen. Durch das große Entgegenkommen des Herrn Kollegen Doflein wurde dieses Vorhaben sehr erleichtert. Von seiner freundlichen Erlaubnis, die Untersuchung an Ort und Stelle selbst vorzunehmen, konnte ich zwar infolge anderweitiger Verhinderung keinen Gebrauch machen, aber mehrmalige Versuche meines in Freiburg beheimateten Assistenten Dr. H. Baumann, den bald in einem der Seewasseraquarien aufgefundenen Wurm in kleinen Gefäßen hierher zu übertragen, erwiesen sich schließlich erfolgreich und es gelang, ihn monatelang hier zu halten.

Schon die flüchtige Betrachtung zeigte, daß es sich um denselben, damals vor so langen Jahren von mir beobachteten Anneliden handelte, und die genauere Untersuchung ergab die völlige Übereinstimmung mit den von mir selbst wie vom Grafen Zeppelin gewonnenen Resultaten hinsichtlich der morphologischen und Fortpflanzungsverhältnisse. Sowohl die im Dezember 1915 gesammelten, wie die im April des nächsten Jahres hierher gebrachten *Ctenodrilus* befanden sich überwiegend in den von mir zuerst festgestellten Teilungszuständen. Leider gingen die Würmer der ersten Sendung schon in den nächsten Wochen und Monaten zugrunde, wie auch die der zweiten Sendung sich allmählich verringerten, Ende August trotz ihres vorherigen zahlreichen Vorhandenseins nur noch spärlich zu finden und im September ganz geschwunden waren. Ob eine enorme Zunahme der Copepodenfauna die Schuld hieran trug, vermag ich nicht zu sagen; *Cladonema*-Medusen fanden sich noch Monate nachher in den betreffenden Gläsern sehr wohl. In einer dritten Sendung von Ende September 1916, wie in einer vierten von Anfang Januar 1917 leben die *Ctenodrilus* noch heute (September 1917) äußerst zahlreich und befinden sich in reger Teilung, ganz so wie ich sie bei ihrem ersten Auffinden und Halten im Jahre 1881 beobachtete.

Leider ist das Seewasseraquarium des Freiburger Instituts, aus dem die Würmer stammen, nicht mehr dasselbe, in welchem sie damals lebten. Über dessen Verbleib konnte ich nichts Rechtes erfahren. Es fragt

sich nun, ob die jetzt in den Freiburger Aquarien lebenden *Ctenodrilus* mit jenen älteren in direktem Zusammenhang stehen oder ob sie gelegentlich mit irgendwelchem marinen Material von neuem dahin gelangten. Nach Prof. Dofleins Auskunft läßt sich aus der Institutstradition ein Zusammenhang des Aquariuminhalts, worin *Ctenodrilus* jetzt lebt, mit dem alten Aquarium der 80er Jahre nicht mehr feststellen, doch dürfte er auch nicht in Abrede zu stellen sein. Jedenfalls ist es möglich, wenn nicht sogar wahrscheinlich, daß Seewasser, Schlamm oder Tiere aus dem damals einzigen, recht großen Seewasseraquarium in später eingerichtete Aquarien absichtlich oder unabsichtlich übertragen wurden. Das jetzt die *Ctenodrilus* beherbergende Aquarium ist nach Prof. Dofleins Mitteilung ein Mittelmeeraquarium mit Actinien. Über die Herkunft des alten Aquariuminhalts ist mir Sicheres nicht bekannt, doch weiß ich, daß es aus dem Mittelmeer stammende Actinien enthielt. Auffallend ist jedenfalls, daß die meines Wissens bisher anderswo nicht beobachtete *Ctenodrilus*-Art sich nun gerade wieder in einem Freiburger Seewasseraquarium vorfindet und in jeder Hinsicht das gleiche Verhalten zeigt wie bei den damaligen, so weit zurückliegenden Beobachtungen. Eine Kontinuität zwischen diesem Vorkommen anzunehmen, erscheint recht naheliegend, wenn sich auch eine so lange Reihe von Jahren dazwischen geschoben hat. Ist diese Annahme zutreffend, dann wäre auch die andere nicht von der Hand zu weisen, daß nach den im Freiburger Institut und späterhin gemachten Wahrnehmungen der *Ctenodrilus monostylos* sich in diesem ganzen Zeitraum ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fortgepflanzt hätte. Freilich bleibt dies einstweilen nur eine Vermutung, der jedoch ein ziemlicher Wahrscheinlichkeitswert insofern kaum abzusprechen sein dürfte, als sie durch die andauernd fortgesetzten Beobachtungsperioden der Jahre 1881—1883 bzw. bis 1887 und dann 1915—1917 gestützt wird. Zweifelsohne kommt auch dem *Ct. monostylos* eine Geschlechtsperiode zu und man darf annehmen, daß sie wie bei *Ct. serratus* gefunden werden wird; es wäre gewiß von Interesse zu erfahren, unter welchen Verhältnissen die Geschlechtstiere leben und wie sie sich zu der geschlechtslosen Form verhalten.

So lange man den geschlechtsreifen Zustand eines Tieres nicht kennt, bleibt die Bestimmung seiner Artzugehörigkeit stets etwas zweifelhafter Natur. Daß *Ct. monostylos* als agame Form zu einer der nahestehenden Arten gehört, wie man vielleicht annehmen könnte, ist deshalb unwahrscheinlich, weil deren ungeschlechtliche Fortpflanzungszustände bekannt sind. Sie verhalten sich sowohl in rein morphologischer Hinsicht, wie auch bezüglich des Teilungsverlaufs anders bei *Ctenodrilus serratus* und *Ct. branchiatus* Sokolow (*Raphidrilus nemasoma* Monticelli). Zu ihnen kann also *Ct.*

*monostylos* nach seinen morphologischen Merkmalen wohl kaum gehören, da ihn diese recht gut charakterisiert erscheinen lassen und auch

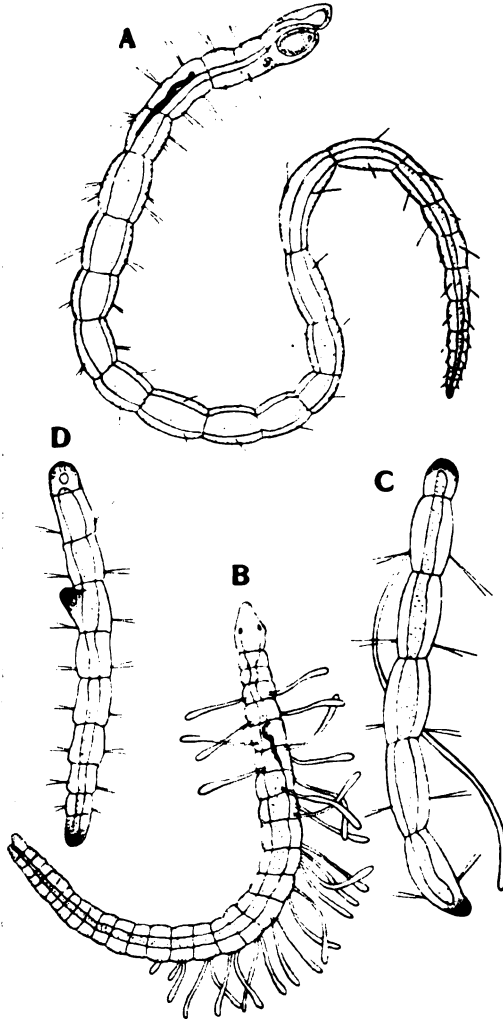


Fig. 1. *Ctenodrilus branchiatus*, A Form A ohne Augen und ohne Anhänge, Vergr. 56, B Form B mit Augen und Segmentanhängen (Klemenschläuchen, Vergr. 56, C und D durch Teilung entstandene kürzere Individuen mit einem Klemenanhang (C) und ohne solchen (D) letzteres mit Regenerationszone zur Vorbereitung der abermaligen Teilung, beide Individuen mit unvollständig regeneriertem Vorder- und Hinterende. Vergr. 72 (nach J. Sokolow).

den Autoren, welche sich mit den geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Formen der oben genannten Arten beschäftigten, genau bekannt waren.

Die Abgrenzung der *Ctenodrilus*arten gegeneinander erscheint freilich nicht gerade übermäßig sichergestellt, wie die Auseinandersetzungen zwischen Sokolow und Monticelli, sowie die wiederholten Aufstellungen der Systematik bei den genannten und früheren Autoren zeigen. Es kommt ferner ein recht variables Verhalten der einzelnen Individuen innerhalb des Bereiches der Spezies hinzu, wie es z. B. aus der Darstellung von Sokolow für *Ct. branchiatus* zu entnehmen ist und wie ich es nach meinen eigenen Beobachtungen an *Ct. monostylos* als Folge der ungeschlechtlichen Vermehrung bestätigen kann. Bei *Ct. branchiatus* ist dieses Verhalten ganz besonders weitgehend, denn Sokolow fand gleichzeitig nebeneinander:

1. Würmer, die aus einer großen Zahl Segmenten bestanden, ohne Körperanhänge und Augen, im Beginn der Teilung, mit Gonaden und Embryonen (Form A, Fig. 1 A):



2. andere ebenfalls aus einer großen Segmentzahl bestehende, mit besonderen Wimperreifen und langen paarigen Anhängen an fast jedem Segment, mit Augen und ohne Teilungserscheinungen (Form *B*, Fig. 1 *B*);

3. Übergangsformen zwischen beiden, ohne Wimpern, mit und ohne Augen, mit teilweise verloren gegangenen, also in sehr verschiedener Anzahl vorhandenen Anhängen;

4. Würmer, die nur aus wenigen Segmenten bestehen, zuweilen mit ein oder zwei Anhängen; es sind Teilungsprodukte, deren Vorder- und Hinterende sich im Regenerationszustand befindet (Fig. 1 *C* und *D*);

5. Übergangsformen zwischen dem ersten und vierten Zustand, je nachdem die ganze sich teilende Kette in die einzelnen Zooide zerfallen ist oder dies nur zum Teil geschah.

Man sieht also hier bei einer *Ctenodrilus*art einen weitgehenden Polymorphismus, wie er in ähnlicher Weise von den atoken und epitoken Formen anderer Anneliden bekannt ist und entsprechend von Sokolow aufgefaßt wird. Hier kommen noch die durch den besonderen Verlauf der ungeschlechtlichen Vermehrung bedingten Übergangsformen hinzu. Fände man eine dieser, zumal der längeren segmentreichen Formen für sich (vgl. z. B. unten S. 69 Fig. 11), ohne ihren Zusammenhang mit den anderen zu kennen, so könnte man besonders dann, wenn sie in großer Menge aufträte, wie es bei *Ct. serratus* und *Ct. monostylos* der Fall ist, leicht zur Aufstellung einer selbständigen Art kommen. Eine solche wurde jedenfalls für die beiden letztgenannten Anneliden ohne Kenntnis ihrer Geschlechtstiere geschaffen, wie uns diese von *Ct. monostylos* noch heute unbekannt sind.

Das von Sokolow sehr anschaulich geschilderte Verhalten des *Ct. branchiatus* erscheint insofern lehrreich, weil es geeignet sein dürfte, dasjenige anderer *Ctenodrilus*-Arten zu erläutern. Von R. Scharff wurde im Jahre 1887 eine neue Art, *Ct. parvulus* beschrieben. Der in einem Seewasseraquarium in Birmingham aufgefundene, wahrscheinlich von der britischen Küste stammende Wurm ist in seinen morphologischen, Fortpflanzungs- und Lebensverhältnissen den anderen Arten, besonders dem *Ct. serratus* und *monostylos* recht ähnlich, doch zeigt er gewisse, freilich nur geringe Verschiedenheiten von ihnen, welche Scharff zur Aufstellung der eigenen Art veranlaßten. Monticelli hielt allerdings die Zugehörigkeit des *Ct. parvulus* zu *Ct. monostylos* für möglich und Galvagni, der außer dem *Ct. parvulus* auch den *Ct. serratus* lebend untersuchen konnte, war unabhängig von Monticelli zu einer ähnlichen Vermutung gekommen, weil er ein ungewöhnlich großes, mit einem unpaaren Tentakel versehenes Exemplar des Wurms fand, welches er sonst als *Ct. monostylos* angesprochen haben würde. „Auf die herkömmlichen unterscheidenden Merkmale, wie Gestalt und Art der Borsten, Segmentzahl usw., möchte

ich wegen ihrer Unbeständigkeit gerade bei diesen Gattungen kein allzu großes Gewicht legen“, sagt Galvagni. Einen ähnlichen Eindruck gewann ich, als ich ohne genauere Kenntnis der seither über *Ctenodrilus* erschienenen Arbeiten, von neuem an die Beobachtung des Wurmes ging und in den vielen kleineren Exemplaren beinahe den *Ct. parvulus* Scharffs vor mir zu haben glaubte. Da aber auch die zunächst seltneren, später in Menge auftretenden tentakeltragenden Formen vorhanden waren, so dachte ich immerhin an die Möglichkeit, daß vielleicht doch zwei *Ctenodrilus*arten untermischt in dem Freiburger Material vorhanden sein könnten.

Die weitere Untersuchung lehrte dann bald, daß alle die scheinbar so verschiedenen Formen durch Übergänge verbunden sind und offenbar nur der an verschiedenen großen Exemplaren und in verschiedenen Körperregionen erfolgenden Teilung ihren Ursprung verdanken. Alle die verschieden großen, die langen segmentreichen (Fig. 11), die kurzssegmentarmen, die breiten kompakten und schmalen schlanken, die tentakeltragenden und die tentakellosen Formen gehören zusammen und stellen nur verschiedene Ausbildungszustände der auf dem Wege der Teilung entstandenen neuen Individuen dar. Ich sollte meinen, wenn Scharff es wirklich mit *Ct. monostylos* zu tun gehabt hätte, daß ihm dann zum mindesten einige ausgewachsene Exemplare mit Tentakel zu Gesicht gekommen wären und er nach dem Kennenlernen dieser ungemein charakteristischen Tiere über die Artzugehörigkeit nicht im geringsten hätte in Zweifel sein können.

Aber nach dem von Scharff beschriebenen Teilungsvorgang kann es sich meines Erachtens bei seiner Art gar nicht um *Ct. monostylos* handeln, wenigstens habe ich bei der sehr großen Zahl von Teilungen, die ich bei dieser *Ctenodrilus*art beobachtete, einen derartigen Verlauf des Vorgangs niemals wahrgenommen. Dieser vollzieht sich wie bei *Ct. serratus* durch Auftreten mehrerer Knospungszonen, welche die Anlage des neuen Vorder- und Hinterendes vorbereiten und den Zerfall in die einzelnen Teilstücke schon früh andeuten, während letzteres bei *Ct. monostylos* stets in nur sehr beschränktem Maße der Fall ist, so daß die Teilung dieses Wurms in weit unmittelbarer Weise ohne erhebliche Vorbereitung erfolgt. Man könnte dem entgegenhalten, daß auch dieser Unterschied nicht so sehr ins Gewicht fiele, da bei *Ct. branchiatus* sowohl der eine wie der andere Teilungsmodus vorkommt. Nach Sokolows Darstellung findet bei diesem Wurm sowohl eine Durchteilung des Körpers ohne erhebliche Vorbereitung ganz ähnlich wie bei *Ct. monostylos*, aber andererseits auch das Auftreten einer Regenerationszone statt (Fig. 1 D), welche mit der darin stattfindenden Anlage der Organe durchaus an das Verhalten des *Ct. serratus* erinnert.

Nach den äußerst zahlreichen Teilungszuständen, welche ich im Laufe der Zeit bei *Ct. monostylos* gesehen habe, kann ich mit Be-

stimmtheit sagen, daß derartiges bei diesem Wurm in keinem Fall eintritt. Bei ihm sind es zunächst mehrere, oft ziemlich viele Segmente des alten Wurmkörpers, welche in das neue Individuum hinübergenommen werden und die Verwendung nur eines Körperringes zu dessen Ausbildung ist ein verhältnismäßig seltener Fall, während sich bei *Ct. parvulus* ebenso wie bei Kennels *Ct. serratus* die Regenerationszone segmentweise wiederholt und also nur ein Segment in die Neubildung des Körpers eingeht. Hier bestehen also unüberbrückbare Gegensätze, und daß *Ct. parvulus* zu *Ct. monostylos* gehört, kann ich trotz der allerdings sehr auffallenden Beobachtung Galvagnis vom Auftreten eines tentakeltragenden Exemplars nicht annehmen.

Nach dem Verhalten bei der Teilung würde man weit eher geneigt sein, den *Ct. parvulus* in Beziehung zu *Ct. serratus* zu bringen, nun hat aber Galvagni beide Arten in genügender Menge lebend vor sich gehabt, um seine recht eingehenden Untersuchungen an ihnen auszuführen. Den von früheren Beobachtern mitgeteilten unterscheidenden Merkmalen fügt er neue, besonders auf die von ihm hauptsächlich betonte histologische Beschaffenheit bezügliche Charaktere hinzu. Er denkt also ebensowenig wie die älteren Autoren daran, gerade diese beiden Formen zu vereinigen, sondern sucht in einer gewissen Übereinstimmung mit Monticelli eher Beziehungen des Scharffschen *Ctenodrilus* zu *Ct. monostylos*, wie schon weiter oben erwähnt wurde. Dazu will aber nicht recht stimmen, daß Monticelli und mit ihm Sokolow den *Ct. monostylos* in einer anderen Gattung unterbringen. Danach würde die Systematik der *Ctenodriliden* etwa folgendermaßen lauten:

1. Ohne Kopftentakel, Borsten von einer Art: *Ctenodrilus* Claparède 1863 (*Parthenope* O. Schmidt 1857),

*Ct. serratus* O. Schmidt 1857, Borsten gekämmt.

*Ct. parvulus* R. Scharff 1887, Borsten nicht gekämmt.

2. Mit Kopftentakel, Borsten verschiedener Art: *Zeppelinia* Vaillant 1890 (*Ctenodrilus* Zeppelin 1883, *Monostylos* Vejdovsky 1884).

*Z. monostyla* Zeppelin 1883 (*Ct. monostylos* Zeppelin 1883, *Monostylos tentaculifer* Vejdovsky 1884).

*Z. dentata* Monticelli 1896.

Die letztere, von Monticelli in seinen *Adelotacta Zoologica* 1896 (Mitteil. der Zoolog. Station Neapel 12) nur ganz kurz gekennzeichnete Art soll sich durch den Besitz zweier Kopftentakel und durch „setole ferti e brevi pettinate“ von der mit einem Kopftentakel und „setole ferti e non pettinate“ versehenen *Z. monostyla* unterscheiden, wozu allerdings bemerkt werden muß, daß letztere Art zuweilen ebenfalls zwei Kopftentakel trägt. Über diese Art und ihre etwaigen Beziehungen zu der *Z. monostyla* müssen noch genauere Angaben abgewartet werden.

3. Ohne Kopftentakel, mit Augen und mit Kiemenanhängen an den Rumpfsegmenten, Borsten von einer Art: *Raphidrilus Monticelli* 1910.

*R. nemasoma* Monticelli 1910 (*Ctenodrilus branchiatus* Sokolow 1911, *Zeppelinina branchiata* Sokolow 1911).

Darüber, ob die letzteren von Monticelli und Sokolow beinahe gleichzeitig, unabhängig voneinander beschriebenen Formen derselben Art angehören, sowie besonders darüber, ob sie dem Genus *Zeppelinina* oder einer neuen Gattung (*Raphidrilus Monticelli*) zuzuzählen seien, besteht zwischen den genannten beiden Autoren eine Meinungsverschiedenheit. Infolge der immerhin in den beiden Beschreibungen vorhandenen Differenzen, läßt sich ohne Kenntnis des Objektes ein endgültiges Urteil kaum abgeben, doch dürfte sich die bestehende Schwierigkeit wohl im Sinne der obigen Aufstellung lösen. Die Übereinstimmung der von beiden Autoren beschriebenen Formen scheint eine so große zu sein, daß sich an ihrer Identität kaum zweifeln läßt, zumal sie ziemlich von derselben Örtlichkeit („Amphioxussand“ des Golfs von Neapel aus der Gegend Donn' Anna) stammen. Dahin dürfte schließlich die Meinung nicht nur von Monticelli, sondern auch von Sokolow gehen, wenn auch dieser den in den Beschreibungen bestehenden Verschiedenheiten ein gewisses Gewicht beilegt:

Die andere Frage, ob für die neue Art auch eine neue Gattung gegründet werden solle, fällt mit derjenigen zusammen, ob die Unterschiede zwischen den fünf oder eigentlich nur vier bekannten *Ctenodrilus*-Arten so groß sind, daß sie die Aufstellung von drei Gattungen erfordern, von denen dann zwei je eine Art umfassen und nur eine Gattung sich zweier Arten erfreut, von denen aber die eine auch noch etwas zweifelhafter Natur ist, was in noch höherem Maße von der fünften Art (*Zeppelinina dentata*) gilt.

Über die Notwendigkeit derartiger Zerspaltungen läßt sich wie über die Wertung systematischer Merkmale streiten; im vorliegenden Fall könnte man sagen, daß die Verschiedenheit zwischen dem mit Augen und Kiemenanhängen versehenen *Raphidrilus* und einem *Ctenodrilus* (*serratus* oder *parvulus*) eine recht beträchtliche sei und die Unterbringung in zwei Genera rechtfertige. Wenn man aber die der Anhänge entbehrende Form des *Raphidrilus* (Fig. 1 A) mit einer der genannten *Ctenodrilus*-Arten, etwa mit einer langen aber tentakellosen sog. *Zeppelinina* (Fig. 11 S. 69) vergleicht, so ist der Unterschied ein recht geringer, ja in manchen Fällen wird es nicht einmal ganz leicht sein, beide Tiere auseinander zu halten. Es sei in dieser Beziehung an den Zweifel der Autoren über die Selbständigkeit des *Ct. parvulus* und die mögliche Zugehörigkeit zur *Zeppelinina monostyla* erinnert. Bei Bestätigung dieser Zweifel würde sich also ein scheinbar echter *Ctenodrilus* der Gattung *Zeppelinina* einfügen. Ob es sich unter

diesen Umständen empfiehlt, die in ihrer Morphologie, Biologie und Fortpflanzung im ganzen recht übereinstimmenden wenigen *Ctenodrilus*-arten in mehreren Gattungen unterzubringen, erscheint mir recht zweifelhaft. Meines Erachtens hätte man mit der einen Gattung um so eher auskommen können, als man vorläufig nur von zwei Arten die ganze Lebensgeschichte kennt und bei den zwei anderen die Möglichkeit besteht, daß sie nach dem Bekanntwerden der fehlenden Zustände jenen anzunähern sind. Meine freilich nicht sehr ausgedehnten Bemühungen, zu letzterem beitragen zu können, waren bis jetzt nicht von Erfolg gekrönt, doch ist dies ein Schicksal, welches ich leider mit anderen Beobachtern des *Ctenodrilus* teile.

Meine Absichten beim Wiederaufsuchen des *Ctenodrilus* gingen dahin:

Erstens, wenn möglich, die bis dahin unbekanntes Geschlechtsverhältnisse des *Ctenodrilus monostylos* aufzuklären oder falls sich dies als undurchführbar erwiese, die etwaigen Ursachen für das Ausbleiben der geschlechtlichen Zustände festzustellen,

zweitens die ungeschlechtliche Fortpflanzung sowohl im Hinblick auf das Stamtier, wie auf die Teilstücke und ihre Ausbildung zum fertigen Wurm einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen,

drittens das Verhalten des *Ctenodrilus* bei künstlicher Teilung festzustellen, sowie dasjenige der auf experimentellem Wege gewonnenen Teilstücke mit dem auf natürliche Weise entstandenen Zooiden zu vergleichen.

Die erste Frage wurde im vorstehenden bereits nach verschiedener Richtung behandelt; ihre Beantwortung erwies sich unter den Verhältnissen, in welchen die zur Beobachtung verfügbaren *Ctenodrilus*-arten leben, als unmöglich, weshalb die übrigen *Ctenodrilus*-arten zum Vergleich herangezogen wurden. Wie bei diesen wird sich die endgültige Beantwortung wahrscheinlich erst aus der Untersuchung der im Freien lebenden Würmer ergeben, wo sie anderen Bedingungen unterworfen sind und sich zu ihrer vollen Ausbildung entfalten können. Als immerhin bemerkenswerte Tatsache läßt sich einstweilen nur feststellen, daß bei den drei zum Teil wiederholt in großen Mengen in Aquarien beobachteten *Ctenodrilus*-arten (*Ct. serratus*, *parvulus* und *monostylos*) in ziemlich übereinstimmender Weise die Tendenz zu extremer Ausbildung der Monogonie besteht, während die geschlechtliche Fortpflanzung vollständig unterdrückt wird<sup>1)</sup>. Für die Erhaltung

---

<sup>1)</sup> Die an einem ziemlich umfangreichen, gut konservierten Material beabsichtigte Untersuchung, ob bei ausgewachsenen oder jüngeren Würmern Andeutungen des Geschlechtsapparates, besonders der Keimzellen, nachzuweisen sind, konnte ich leider bis jetzt nicht zur Ausführung bringen, da die Bearbeitung der kleinen Objekte recht mühsam und zeitraubend ist.

der Art ist dabei in völlig genügender, wenn nicht sogar in vortrefflicher Weise gesorgt, wenigstens gilt dies nach meiner Beobachtung für *Ct. monostylos*. Aber auch *Ct. serratus* und *parvulus* scheinen sich ganz ähnlich zu verhalten, wie man aus den Mitteilungen über das zahlreiche Auftreten zumal des ersten Wurmes in den Aquarien verschiedener Stationen und Institute (Neapel, Wien, München) entnehmen kann.

Aus den vier kleinen, je  $\frac{1}{4}$  Liter Seewasser enthaltenden Gläsern, welche der oben erwähnten Sendung vom September 1916 angehörten und zu denen noch zwei ebensolche Gläser (vom Januar 1917) hinzukamen, entnahm ich viele Hunderte ausgewachsener Würmer und mehr oder weniger ausgebildete Teilstücke, ohne daß eine wesentliche Verminderung des Materials zu bemerken gewesen wäre. Beim Abschluß der Untersuchungen waren die Tiere jedenfalls in ebenso großer Menge wie am Beginn derselben vorhanden, wozu allerdings zu bemerken ist, daß ich ihnen nach dem Transport eine mehrwöchentliche Erholungszeit gönnte. Dabei war in jedem der Gläser zunächst nur ganz wenig Bodensatz enthalten, so daß die Zahl der hierher gebrachten Würmer gegenüber den im Freiburger Stammaquarium enthaltenen eine verschwindend geringe sein muß. Nach meinen eigenen Erfahrungen war der Wurm in dem alten Freiburger Aquarium jedenfalls in ebenso großer Menge vorhanden und jederzeit in beliebiger Zahl zu beschaffen. Also genügt die ungeschlechtliche Fortpflanzung für eine offenbar sehr reichliche, durch Jahre hindurch fortgesetzte Vermehrung der Würmer.

Wie schon vorher bei dem Vergleich mit anderen *Ctenodrilus*-Arten bemerkt wurde, erscheinen die auf dem Wege der Teilung entstandenen Individuen des *Ctenodrilus monostylos* vor dem Erlangen ihres endgültigen Ausbildungszustandes recht verschieden gestaltet. Dieses zumal in den Extremen sehr auffallende Verhalten findet seine Erklärung in der Herkunft der Teilstücke aus verschiedenen Körpergegenden, sowie von solchen Individuen, welche von der endgültigen Ausbildung noch recht weit entfernt sind und doch schon wieder in die Teilung eintreten. Darunter finden sich ziemlich langgestreckte, schlanke und segmentreiche Individuen (Fig. 11), deren Teilprodukte begreiflicherweise von denen der völlig ausgewachsenen, mit plumpem Körper und breiten Segmenten versehenen Formen recht verschieden sein müssen (Fig. 11). Allerdings mag auch der durchaus nicht immer übereinstimmende Verlauf der Neubildungen, die Umarbeitung der alten Partien und die Art des Wachstums dabei eine wesentliche Rolle spielen, aber Grundlage und Ausgangspunkt der Entwicklungsvorgänge werden jedenfalls von wichtiger, oft maßgebender Bedeutung für das zu erreichende Ziel, d. h. die zunächst erlangbare Ausgestaltung der neuen Individuen sein.

In Zeppelins im übrigen recht eingehender Darstellung des Teilungsvorganges von *Ct. monostylos* ist über diese Dinge nichts enthalten; das jetzt von mir bearbeitete Material war offenbar ein weit reicheres. Außer der Beobachtung am lebenden Objekt erwies sich für das Studium der inneren Entwicklungsvorgänge die Konservierung der Teilstücke als unbedingt notwendig. Solcher konservierter und gefärbter Teilstücke wurden im ganzen 1053 präpariert. Es wurde immer eine größere Zahl von ihnen gleichzeitig behandelt, wobei infolge der Kleinheit des Objekts mit einer ziemlichen Verlustziffer gerechnet werden mußte. Diese ist in obiger Zahl nicht inbegriffen; mit den übrigen, nur lebend beobachteten Teilstücken kommt also eine recht beträchtliche Anzahl von Stücken zusammen, die ich zu Gesicht bekam und zum Teil genauer studierte. Ebensowenig dabei inbegriffen sind die noch zu erwähnenden zahlreichen Teilstücke, welche auf dem Wege des Versuchs erzielt und längere Zeit gehalten wurden. Ihre Zahl beträgt 1945, so daß bis jetzt über 3000 Stücke zur Beobachtung gelangten.

Um die Ausführung der Versuche gleich hier zu erwähnen, so wurden sie in der Weise vorgenommen, daß gleichzeitig eine Anzahl Würmer in möglichst kleine Teilstücke zerlegt wurde, was sich unter der Lupe mit Hilfe eines feinen scharfen Messerchens leicht ausführen läßt. Die Teilstücke wurden in Uhrschaalen mit *Vaucherien* und wenig Schlamm in der feuchten Kammer gehalten, was sie recht gut vertrugen, obwohl der Wasserinhalt der Uhrgläser ein ziemlich geringer war (etwa 9 ccm). So konnten sie zur Beobachtung ohne erhebliche Störung immer wieder unter das Präpariermikroskop gebracht werden; je nach Bedarf wurden ihnen dann einzelne Stücke zur Untersuchung entnommen. Es wurden im ganzen 35 derartige Versuche angestellt, von denen nur einige wenige nicht gelangen, indem sich die in den betreffenden Gläsern befindlichen Würmer nach einigen Wochen als abgestorben erwiesen; in fast allen Gläsern hielten sich die Würmer einige Monate lang. Da ich dies eigentlich nicht erwartet hatte, wurden die meisten Versuche (nach Bedarf an Untersuchungsmaterial) schon früher beendet. Als kennzeichnend für den Verlauf der Versuche sei erwähnt, daß bei einigen von den im April und Mai unternommenen Versuchen nicht weniger als 123, 139, 147 und 208 Teilstücke (bei dem einzelnen Versuch) konserviert wurden. Mehr zufällig, d. h. um ältere Teilstücke zu gewinnen, ergab sich für einige Versuche eine etwas längeré Dauer bis zu  $1\frac{1}{2}$ , 2 Monaten und darüber. Ein am 16. II. begonnener Versuch wurde am 26. V. beendet; hier hatten sich die Teilstücke also über drei Monate gehalten. Über die Ergebnisse dieser Versuche gedenke ich später zu berichten; hier sollen sie nur zur Erläuterung der bei der natürlichen Teilung sich vollziehenden Vorgänge benützt werden.

Daß *Ct. monostylos* ein sehr weitgehendes Teilungsvermögen besitzt und daß sich die Teilung in ungemein einfacher Weise vollzieht, ging schon aus der vom Grafen Zeppelin gegebenen Darstellung hervor, doch ist die Teilungsfähigkeit in Wirklichkeit noch größer als dort angegeben wurde, wie sich aus der Beobachtung der natürlichen und künstlichen Teilungsvorgänge ergibt. Der einfachste Verlauf der Teilung besteht wohl darin, daß ein als ausgewachsen anzusehender, mit Tentakel ausgestatteter Wurm nach dem Auftreten einer nicht besonders auffälligen, mit einer Segmentgrenze zusammenfallenden Einschnürung in zwei Teile von ungefähr gleicher Länge zerlegt wird, etwa in der Weise, wie sie von Zeppelin beschrieben wurde. Von beiden Teilstücken können sich dann neue Stücke ablösen, die aus mehreren, oft nur aus drei oder zwei Segmenten bestehen. Es können aber auch mehrere Einschnürungen gleichzeitig am Wurmkörper auftreten, so daß die Teilstücke perlschnurartig aneinandergereiht erscheinen und der Zerfall des Wurmes in eine ganze Anzahl solcher Stücke ungefähr gleichzeitig geschieht. Verhältnismäßig selten erfolgt im Gegensatz zu *Ct. serratus* und *parvulus*, bei denen sich die Regenerationszonen segmentweise wiederholen, der Zerfall in einzelne Körperringe, obwohl auch dies von Zeppelin beobachtet und von mir wie schon früher so auch diesmal wieder festgestellt wurde. Auch die weitere Ausbildung dieser einsegmentigen Stücke konnte ich nach künstlicher wie nach natürlicher Teilung verfolgen, wofür ich bei Zeppelin keine Angabe finde, der ausdrücklich ihr seltenes Auftreten betont, was ich durchaus bestätigen kann.

Was zunächst das bei der (ungefähr gleichen) Zweiteilung entstehende Kopfstück betrifft, so können sich von ihm nach Zeppelins Angabe so lange Teilstücke ablösen, bis es nur noch sieben Segmente zählt. „Die geringste Segmentzahl, aus der ein Tochterindividuum mit dem primären Kopf bestehen kann, ist demnach sieben“, sagt Graf Zeppelin ausdrücklich. In dieser Zahl muß wohl das Kopfsegment inbegriffen, d. h. die Zählung so vorgenommen sein, daß außer dem eigentlichen Kopfsegment (Mundsegment plus Kopflappen) das damit verschmolzene erste borstentragende Segment für sich gerechnet wird und dann noch fünf Körpersegmente hinzukommen. Anders ist die Fig. 26 nicht zu verstehen, da sie sechs borstentragende Segmente und das erste davon mit dem (primären) Kopfsegment verschmolzen zeigt. Da aus Zeppelins Darstellung die Art der Zählung nicht klar hervorgeht, mußte dies festgestellt werden. Soweit aus dem Text zu entnehmen ist, entspricht diese Auffassung seiner Wertung des Kopfabschnittes. Mit dem tatsächlichen Verhalten der Kopfstücke stimmt diese Angabe freilich nicht ganz überein, denn man findet Vorderenden, die außer dem primären Kopfsegment fünf weitere Segmente zeigen, also nur aus



sechs Segmenten bestehen. Einige dieser Vorderstücke sind in Fig. 2 dargestellt.

Derartige Kopfstücke lassen ganz wie die aus mehr Segmenten bestehenden Stücke die auf den Wundverschluß folgende Abrundung am Hinterende des letzten Segments, eine Erhöhung seines Körperepithels an dieser Stelle, sowie ein zapfenförmiges Auswachsen nach hinten, verbunden mit Eintreten eines Darmfortsatzes in diesen Regenerationskegel erkennen, d. h. Vorgänge, welche die Vervollständigung des Teilstückes und Neubildung des Hinterendes einleiten (Fig. 2 B und C). Bei der völligen Übereinstimmung dieser Um- und Neubildungsvorgänge mit denjenigen, wie sie an den segmentreicheren Teilstücken zu beobachten sind, möchte man die Fähigkeit solcher und vielleicht noch kleinerer Stücke zu vollständiger Ergänzung der fehlenden Teile und schließlichen Ausbildung eines Wurmes von normaler Segmentzahl annehmen.

Die weitere Verminderung der Segmentzahl scheint bei Kopfstücken selten zu sein, obwohl Stücke wie die in Fig. 2 B und C, sowie in Zeppelins Figuren 26 und 27 abgebildeten,

die mit großen hinteren Segmenten versehen sind, das Selbständigwerden der letzteren nach allen Erfahrungen als recht möglich erscheinen lassen. Auf dem Wege der künstlichen Teilung sind weit segmentärmere Kopfstücke zu erzielen, die unerwartet lange am Leben bleiben.

Kopfstücke von der erwähnten Segmentzahl der durch natürliche Teilung zustande gekommenen Stücke werden auf experimentellem Wege häufig erzielt und verhalten sich ganz so wie vorher beschrieben. Teilweise gilt dies auch für die segmentärmeren Stücke, die in großer Zahl zur Beobachtung gelangten und von denen einige charakteristische hier erwähnt seien.

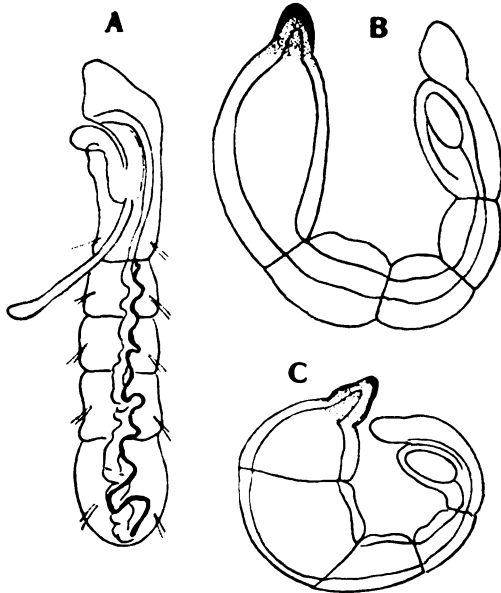


Fig. 2. Sechsegmentige (aus dem primären Kopfsegment und 5 borstentragenden Segmenten bestehende) durch natürliche Teilung entstandene Kopfstücke. A mit Tentakel, Rückengefäß, ohne Neubildung am Hinterende. B und C ohne Tentakel, mit Regenerationskegel am Hinterende. Vergr. 88.

Die durch künstliche Teilung entstandenen Kopfstücke von 5 bis 4 Segmenten verhalten sich ähnlich wie die oben besprochenen sechs-

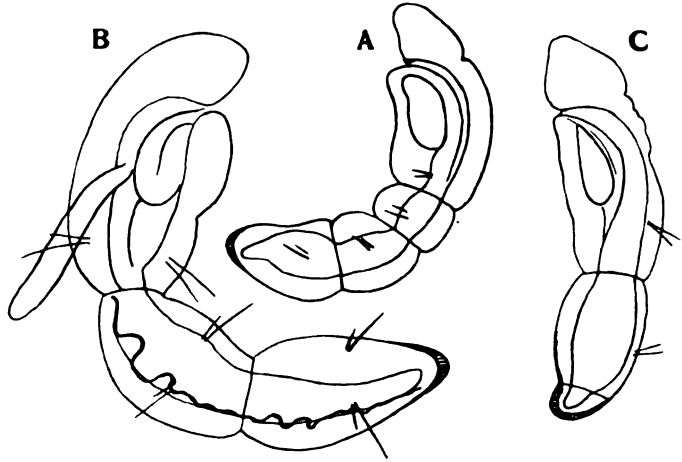


Fig. 3. Ein fünf-, vier- und dreisegmentiges Kopfstück (A, B und C), mit Epithelverdickungen am Hinterende, B mit Tentakel und Rückengefäß, von einem großen Wurm stammend. Künstliche Teilung. Vergr. 152.

segmentigen natürlichen Kopfstücke. Wie die Abbildungen Fig. 3 A—C zeigen, erfolgt der Abschluß am Hinterende und die Epithelverdickung

in ganz ähnlicher Weise. Dies gilt auch für Stücke von drei Segmenten (Fig. 4) und selbst Stücke, die nur aus zwei Segmenten, d. h. aus dem primären Kopfsegment und dem mit ihm verwachsenen ersten borstentragenden Segment bestehen, verhalten sich im ganzen ebenso. Solche Stücke bieten einen recht eigentümlichen Anblick. Kopflappen und Mundsegment zeigen wie in den drei- und viersegmentigen Stücken (Fig. 3 und 4) gegenüber den vollständigen Würmern keinerlei Veränderung (Fig. 5). Abschluß und Abrundung können dicht hinter bzw. an dem (ersten) borstentragenden Segment erfolgen, was dem

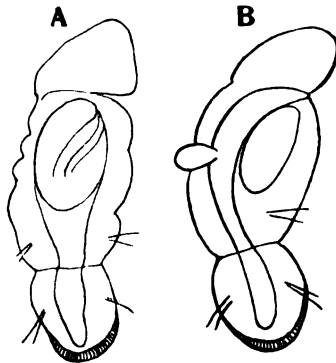


Fig. 4. Zwei dreisegmentige Kopfstücke, mit Epithelverdickungen am Hinterende, B mit sprossendem Tentakel, künstliche Teilung. Vergr. 152.

Ganzen als einen für sich lebenden Kopf ein sonderbares Aussehen verleiht (Fig. 5 A und C), und zwar dann um so mehr, wenn auch das erste borstentragende Segment noch fehlt (Fig. 5 B und D).

Man sollte meinen, daß derartige Stücke auch wenn ein Wundver-

schluß an ihnen erzielt wurde, doch verhältnismäßig rasch zugrunde gingen, aber das ist gar nicht einmal der Fall. So entstammen die beiden in Fig. 5 A und B abgebildeten Stücke einem am 27. Februar angestellten Versuch; beide Stücke wurden am 27. April konserviert, lebten also zwei Monate in diesem Zustand. Ob sie befähigt sind, die fehlenden Teile zu ergänzen, würde sich erst durch weiter ausgedehnte Versuche entscheiden lassen. Neubildungen am Hinterende solcher zweisegmentigen Kopfstücke sind jedenfalls möglich, wie das in Fig. 6 abgebildete, von demselben Versuch stammende und am gleichen Tage konservierte Kopfstück zeigt.

An ihm ist sowohl die vorher beschriebene kegelförmige Verlängerung des Hinterendes, wie auch das entsprechende Darmdivertikel aufgetreten (Fig. 6). Form und Färbung beider Gebilde stimmen durchaus mit dem Verhalten der Neubildungen an zweifellos regenerationsfähigen Teilstücken überein. Daß ein weiteres Auswachsen solcher Teilstücke stattfinden kann, ist also nicht von der Hand zu weisen, wenn es sich nach dem Verhalten anderer Anneliden auch nicht gerade als sehr wahrscheinlich bezeichnen läßt.

Die vorderen Körperringe der Anneliden erfahren eine stärkere Spezialisierung, die es ihnen unmöglich macht, das Material für die Neubildung der verlorengegangenen Körperteile aus sich heraus zu erzeugen. Die Zahl der Vordersegmente, für welche das gilt, ist bei den einzelnen Anneliden eine verschiedene; bei den daraufhin untersuchten segmentreichen Oligochäten pflegen Kopfstücke von etwa 10—12 Segmenten nicht mehr zur Wiederherstellung der fehlenden Körperteile befähigt zu sein. Das gilt sogar für so ungemein regenerationsfähige Würmer wie *Lumbriculus*. Die mitgeteilten Beobachtungen weisen darauf hin, daß *Ctenodrilus* sich ähnlich verhält. Eine

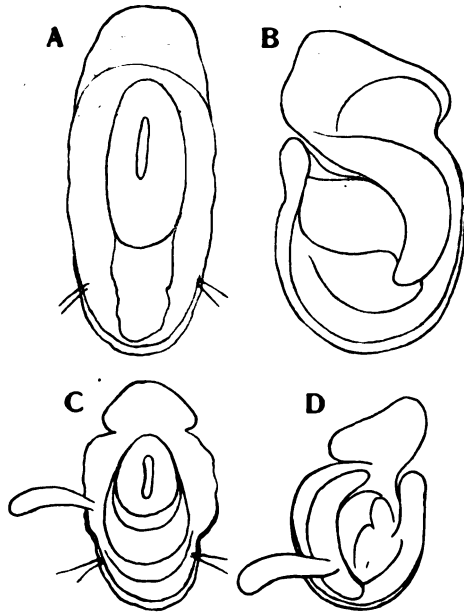


Fig. 5. Kopfstücke mit einem Borstensegment (A, C) und ohne dieses (B, D), künstliche Teilung. Vergr. 152.



Fig. 6. Kopfstück mit sprossendem Tentakel und Regenerationskegel, künstliche Teilung. Vergr. 152.

Verringerung des Teilungsvermögens in den vordersten Partien ist jedenfalls vorhanden. Wie weit sie geht, bleibt festzustellen. Auffallend ist immerhin die Fähigkeit der aus ganz wenigen Segmenten bestehenden Kopfstücke zu Neubildungen am Hinterende und die lange Lebensdauer solcher Stücke (Fig. 3, 4 und 6). Allerdings konnte ich am Hinterende einiger nur aus wenigen (6—9) Segmenten bestehenden Lumbriciden-Kopfstücke, die sich sonst als nicht regenerationsfähig erweisen, Regenerationskegel erzielen. Da das Regenerationsvermögen des *Ctenodrilus* ein ungleich weitgehendes ist, so erscheint das geschilderte Verhalten der Kopfstücke daraus erklärlich; jedenfalls geht die Fähigkeit solcher Stücke, das Verlorene zu ersetzen, weiter als bei anderen Anneliden.

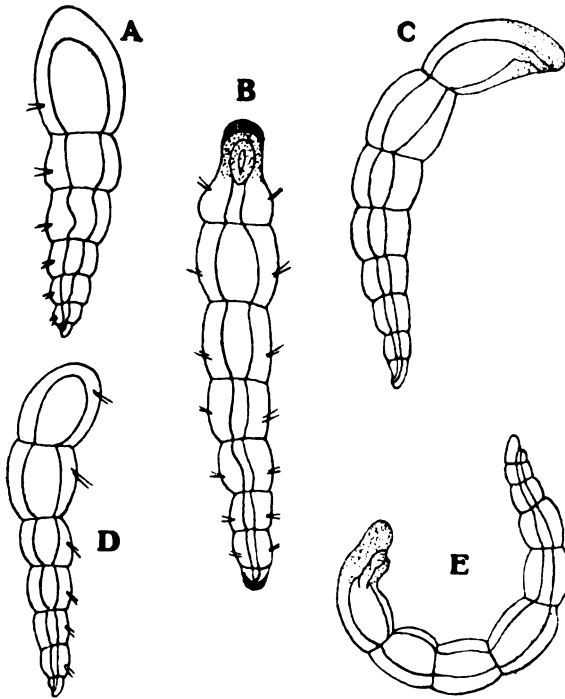


Fig. 7. A und D, siebensegmentige Schwanzstücke ohne Neubildung, B, C und E zwei acht und ein neunsegmentiges Teilstück mit Kopf-bildung am Vorderende, natürliche Teilung. Vergr. 88.

Schwanzstücke von *Ctenodrilus monostylos* dürfen nach Zeppelin aus nicht weniger als elf Segmenten bestehen, wenn sie zur Ausbildung eines neuen Kopfendes befähigt sein sollen. Das trifft jedoch nicht zu, denn ich konnte eine ganze Anzahl Schwanzstücke beobachten, deren Segmentzahl geringer war. Einige dieser durch natürliche Teilung entstandenen Teilstücke sind in Fig. 7 abgebildet. Die beiden ersten, aus sechs borstentragenden Ringen und dem Endsegment bestehenden Stücke (Fig. 7 A und D) waren gewiß erst unlängst vor dem Auffinden entstanden; sie haben noch ziemlich umfangreiche vordere Segmente, wie auch Zeppelin angibt, daß seine elfsegmentigen Schwanzstücke in den vorderen 3—4 Ringen noch „ursprünglichen Magendarm“ enthalten. Vorn erscheinen sie abgerundet wie andere Stücke nach vollzogener Teilung. Die anderen aus acht

und neun Segmenten bestehenden Teilstücke (Fig. 7 *B, C* und *E*) zeigen eine mehr oder weniger weitgehende Ausbildung des Vorderendes, welche aber in ähnlicher Weise an solchen Stücken festzustellen ist, die aus sieben und sogar aus nur sechs Segmenten bestehen. Es tritt eine fortschreitende Verdickung der vorderen Epithelkappe ein, die sich zu einem ventralwärts gerichteten Kegel ausgestaltet und in die sich ähnlich wie am Hinterende ein ebenfalls kegelförmiger Darmzipfel erstreckt. Auf die weitere Ausgestaltung der Mundpartie und des Kopfes (Fig. 7 *B, C* und *E*) soll hier nicht eingegangen werden, doch möchte man nach der großen Übereinstimmung dieser Gebilde mit denen an Teilstücken, die aus weiter vorn liegenden Körperpartien stammen, nicht im geringsten an ihrer

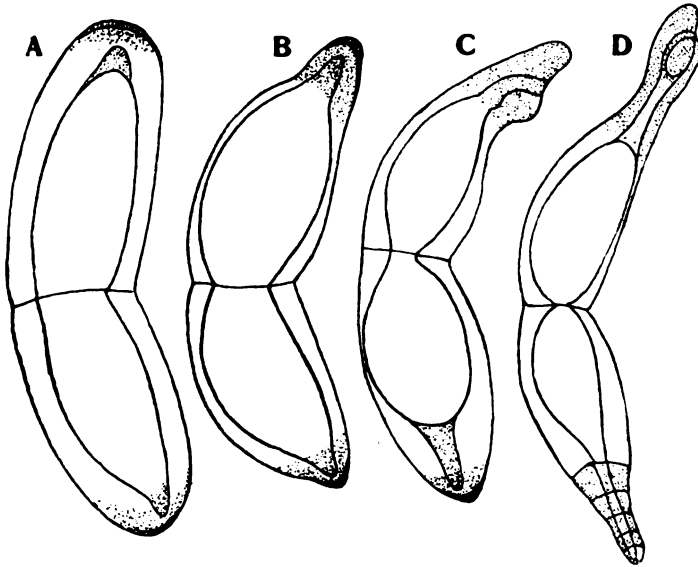


Fig. 8. Auf natürlichem Wege entstandene Teilstücke in verschiedenen Ausbildungszuständen, *A* mit beginnender, *B* mit fortgeschrittener Ausbildung des Regenerationskegels an beiden Enden, *C* Regenerationskegel mit Darmdivertikel am Hinterende, vorn weitere Ausbildung des Vorderdarms und Kopfes, *D* Kopf- und Schwanzende weiter entwickelt, letzteres bereits segmentiert. Vergr. 88.

schließlichen Ausbildung zu normalen Köpfen, sowie an derjenigen der Teilstücke zu vollständigen Würmern zweifeln.

Auf experimentellem Wege wurde eine große Anzahl von Schwanzstücken erzielt, die sich ganz ähnlich verhalten, doch konnten unter diesen zahlreichen Teilstücken auch solche von geringerer Segmentzahl beobachtet werden, welche am Vorderende ganz entsprechende Neubildungen wie die vorher beschriebenen, auf natürliche Weise entstandenen Stücke zeigten. Außer an vielen sechssegmentigen Schwanzstücken konnten vordere Regenerationsknospen auch an Stücken

festgestellt werden, die aus fünf und sogar nur aus vier Segmenten bestanden.

Nur kurz sei an dieser Stelle einer heteromorphen Bildung Erwähnung getan, die sich bei den Versuchen ergab. Ein aus zehn Segmenten bestehendes Schwanzstück hatte an seinem Vorderende anstatt des Kopfes ein Schwanzende gebildet, welches sieben deutlich ausgeprägte Segmente zeigte. An der Verbindungsstelle, d. h. an dem ersten Segment des Hauptstückes sproßt ein zur Längsachse ungefähr senkrecht stehender

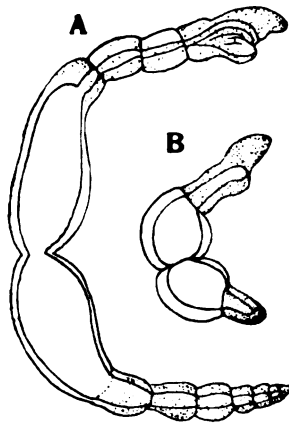


Fig. 9. A Kopf- und Schwanzende weiter ausgebildet, beide segmentiert; B ein kleineres (ebenfalls auf natürlichem Wege entstandenes) Teilstück mit Ausbildung des Kopf- und Schwanzendes. Vergr. 88.

Kopf hervor. Das ist dasselbe Verhalten, wie es bei den von Joest und mir an Lumbriciden angestellten Transplantationsversuchen beobachtet wurde, bei welchen zwei Schwanzenden zur Verwachsung gebracht wurden und nach einiger Zeit an der Verwachsungsstelle ein Kopf oder zwei zur Ausbildung kamen; mit dem Unterschied allerdings,

daß es sich hier um eine auf dem Wege der Regeneration

entstandene Heteromorphose handelt. Dadurch erlangt der betreffende Fall ein besonderes Interesse. Eine andere Heteromorphose mit Neubildung eines Kopfes am Hinterende soll weiter unten beschrieben werden.

Die Ergänzung nur aus wenigen, vier, drei und zwei Segmenten bestehender Teilstücke durch Neubildung eines Vorder- und Hinterendes wurde bereits von Zeppelin angegeben und von mir in ähnlicher Weise beobachtet. Auf die sich dabei abspielenden, zum Teil recht bemerkenswerten Bildungsvorgänge soll hier nicht eingegangen werden, nur auf das Verhalten der zweisegmentigen Teilstücke möchte ich kurz zu sprechen kommen, weil es den verschiedenen Umfang der

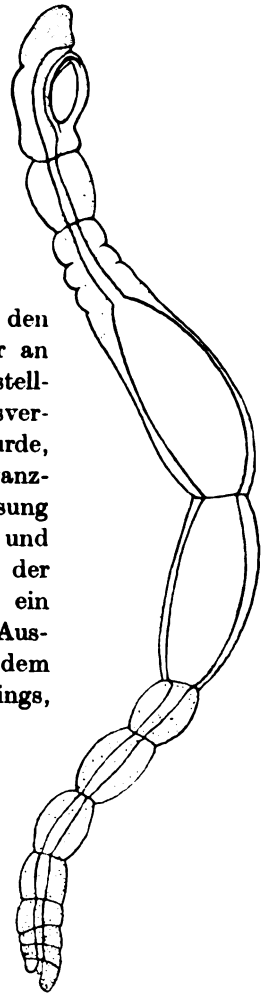


Fig. 10. Aus zwei Segmenten bestehendes, auf natürlichem Wege entstandenes Teilstück mit ausgebildetem Kopf- und Schwanzende. Vergr. 88.

zur Wiederherstellung des Wurmes befähigten Teilstücke in besonders instruktiver Weise erläutert. Fig. 8 zeigt einige solche Teilstücke in der Ausbildung ihres Vorder- und Hinterendes begriffen; der Regenerationskegel mit dem in ihn eindringenden Mitteldarmdivertikel wächst allmählich zum Kopf- und Schwanzende aus (Fig. 8 A—D). An beiden treten die inneren Differenzierungen auf, zumal die Bildung des Mundapparates und des Afters; äußerlich macht sich die Gliederung bemerkbar und wird immer ausgeprägter, so daß sich die Segmente in zunehmender Anzahl voneinander absetzen (Fig. 8—10). Die alten Körperringe, von denen die Neubildungen ausgingen und die sich von letzteren stark abhoben, werden mit der fortschreitenden Ausbildung des Wurmes den anderen Körperpartien immer gleichartiger, sowohl was die Färbung, wie den Umfang und die gesamte Beschaffenheit anbelangt. So werden sie allmählich ganz in die Organisation des Wurmes einbezogen und sind schließlich nur noch schwer von den übrigen Teilen zu unterscheiden, was freilich in den hier gegebenen flüchtigen Skizzen, in denen sie hell gelassen sind, nicht recht zum Ausdruck kommt. Fig. 11 stellt einen solchen, aus wenigen alten (anscheinend drei) Segmenten wiederhergestellten Wurm dar, der beinahe die normale Segmentzahl erlangt hat und bei dem die alten Segmente ungefähr die Körpermitte bilden. Sie lassen sich eben noch als solche erkennen; lange würde dies aber nicht mehr der Fall gewesen sein, dann hätte sich der betreffende Wurm nur noch durch seinen ganzen Habitus als ein durch Teilung und Regeneration entstandenes jüngeres Individuum zu

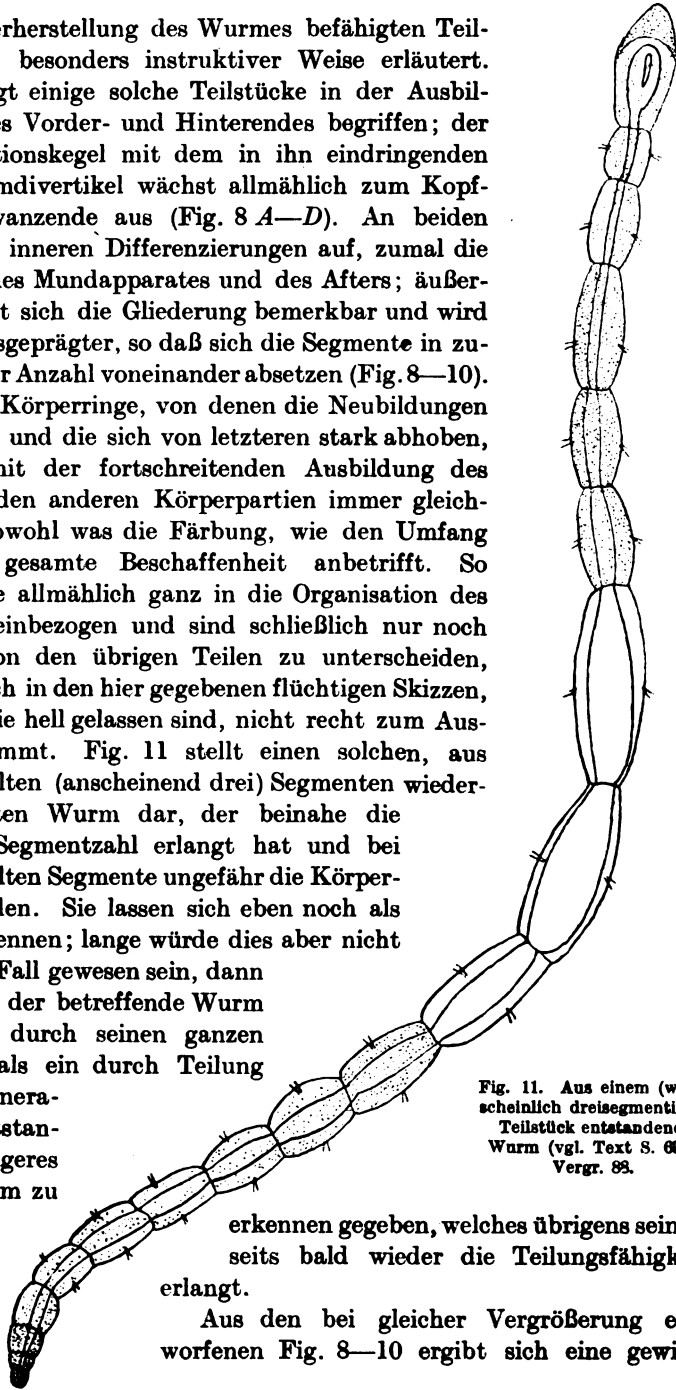


Fig. 11. Aus einem (wahrscheinlich dreisegmentigen) Teilstück entstandener Wurm (vgl. Text S. 69). Vergr. 83.

erkennen gegeben, welches übrigens seinerseits bald wieder die Teilungsfähigkeit erlangt.

Aus den bei gleicher Vergrößerung entworfenen Fig. 8—10 ergibt sich eine gewisse

Verschiedenheit im Umfang der Teilstücke, wie sie durch die Körperregion, aus welcher sie stammen, außerdem aber aus den Größenverhältnissen der sich teilenden Individuen zu erklären ist, denn unter Umständen können, wie schon erwähnt, unlängst erst zu mehr oder weniger vollständigen Exemplaren ergänzte Würmer wieder zur Teilung schreiten. Zwischen dem in Fig. 8 A dargestellten Teilstück und dem der Fig. 9 B besteht ein besonders großer Unterschied. Um zu zeigen, daß auch so kleine Teilstücke in derselben Weise wie die größeren regenerationsfähig sind, wurde ein solches mit teilweise ergänztem Kopf- und Schwanzende gewählt, welches in seiner Ausbildung zwischen den in Fig. 8 C und D dargestellten Stücken etwa die Mitte hält. Solche, auf dem Wege der natürlichen Teilung entstandenen Stücke messen etwa  $\frac{1}{2}$  mm und darunter, sind also recht klein.

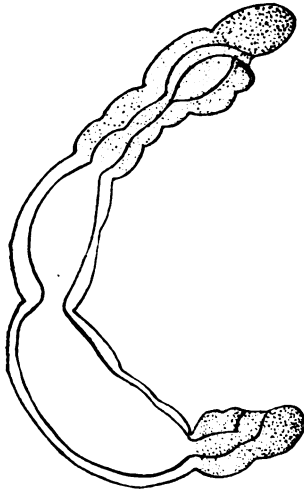


Fig. 12. Zweisegmentiges Teilstück mit ziemlich ausgebildetem Kopf am Vorderende und weniger ausgebildetem, heteromorphem Kopf am Hinterende. Vergr. 152.

Die experimentell erzielten, aus nur wenigen Körpersegmenten bestehenden Teilstücke verhalten sich den natürlichen ganz entsprechend. Auf sie soll hier nicht eingegangen werden. Dagegen sei eine bei diesen Versuchen zustande gekommene Heteromorphose erwähnt. Ein aus zwei Segmenten bestehendes Teilstück hat ein durchaus normales Kopfende gebildet (Fig. 12); am entgegengesetzten Ende ist ebenfalls ein Kopf hervorge sproßt, der nur in der Ausbildung noch weiter zurück ist als der andere. Man hat also das Gegenstück des vorher be-

schriebenen Falles vor sich, der die Neubildung eines Schwanzendes an Stelle des Kopfes zeigte. In beiden Fällen handelt es sich um typische Heteromorphosen.

Zum Schluß sei noch der einsegmentigen Teilstücke Erwähnung getan. Graf Zeppelins Angabe, daß sie selten sind, kann ich bestätigen; über die weitere Ausbildung dieser Teilstücke gibt er nichts an, scheint sie also nicht beobachtet zu haben. An einigen solchen, auf natürlichem Wege entstandenen Teilstücken konnte ich die Neubildung des Kopf- und Schwanzendes als im ganzen übereinstimmend mit den vorher geschilderten Vorgängen feststellen, d. h. nach dem Auftreten des Regenerationskegel und Darmdivertikels, Durchbruch von Mund- und Afteröffnung, sowie dem Fortschreiten der inneren und äußeren Diffe-



renzierungsvorgänge wurde auch das einsegmentige Stück mit Vorder- und Hinterende versehen. Insofern diese nur kleine zipfelförmige Anhänge des plumpen Mittelstückes bilden, zeigt der junge Wurm ein recht eigentümliches Aussehen.

Die an natürlichen Teilstücken gemachten Beobachtungen erfuhren ihre Bestätigung durch die auf experimentellem Wege gewonnenen, in weit größerer Zahl zur Verfügung stehenden einsegmentigen Stücke. Einige davon sind in den Fig. 13 und 14 abgebildet. Isolierte, vorn und hinten völlig geschlossene Stücke fanden sich ziemlich häufig. Abgesehen

von diesem Epithelverschluß lassen sich an ihnen gegenüber den in Verbindung mit dem Wurmkörper befindlichen Segmenten keinerlei Besonderheiten erkennen, denn auch die

Epithelverdickung kann bereits an den noch nicht aus dem Zusammenhang gelösten Teilstücken vorhanden sein, wie schon von Zeppelin angegeben wurde. Nötig ist dies jedoch nicht, denn man findet genug Teilstücke, bei denen an der Ablösungsstelle nur ein

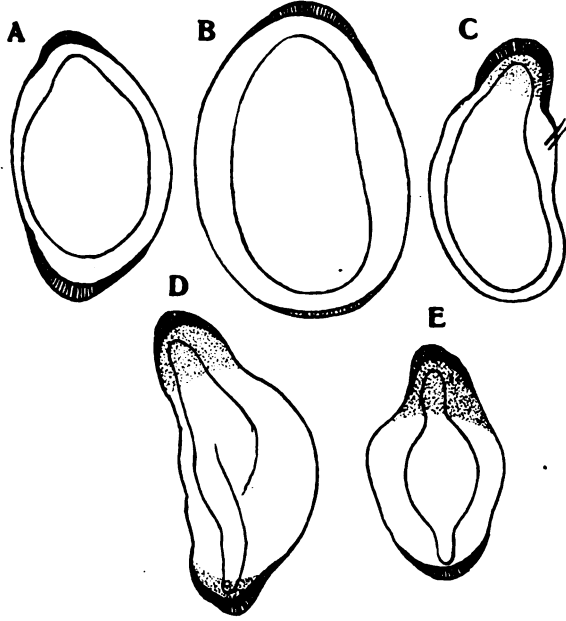


Fig. 13. Auf experimentellem Wege entstandene einsegmentige Teilstücke in verschiedenen Ausbildungszuständen. Vergr. 152.

ganz dünnes Epithel zu bemerken ist und auch die Darmwand keine Veränderungen zeigt. Der Beginn der Neubildung besteht in der schon erwähnten Epithelverdickung, einer bald hinzutretenden Vermehrung der Mesodermelemente und der ebenfalls schon bei den umfangreicheren Teilstücken beschriebenen divertikelartigen Darmerhebung. Die in den Fig. 13 A—E dargestellten isolierten Segmente lassen diese Vorgänge ohne weiteres erkennen. Man sieht aus ihnen, daß die Neubildung ungefähr gleichzeitig an beiden Enden einsetzen kann (Fig. 13 A und B), daß dies aber auch nur an einem Ende der Fall zu sein braucht (Fig. 13 C), oder daß der Fortschritt in den Neubildungsvorgängen an beiden Enden ein verschiedener ist (Fig. 13 B und D).

Die Ausbildung beider Enden, zumal des Kopfabschnittes, schreitet rasch in einer Weise fort, welche ihre Bestimmung sehr bald erkennen läßt (Fig. 13 *D, E* und Fig. 14 *A*). Die Mundöffnung bricht durch und die einzelnen Partien des vorderen Darmabschnittes erlangen die ihnen eigentümliche Differenzierung (Fig. 14 *A—C*). Dabei findet ein nicht unbeträchtliches Wachstum des neugebildeten Kopf- und Schwanzendes

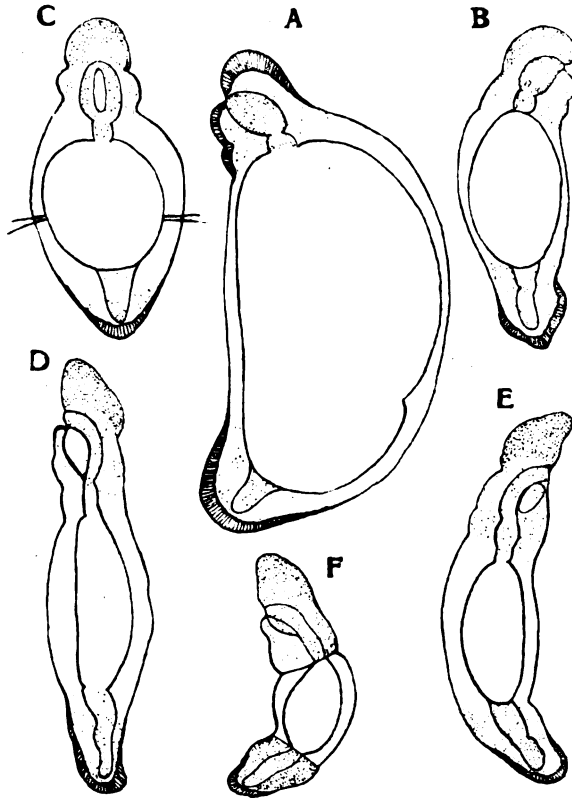


Fig. 14. Weiter ausgebildete einsegmentige Teilstücke mit fortschreitender Entwicklung des Kopf- und Schwanzendes; *A, B, D, E* und *F* von der Seite, *C* von der Fläche gesehen. Vergr. 152.

statt (Fig. 14 *C—E*), wobei anzunehmen ist, daß dies alles auf Kosten des Mittelstücks, d. h. des einen Segmentes geschieht, denn eine Nahrungsaufnahme dürfte wohl kaum oder höchstens im letzten Stadium der geschilderten Vorgänge erfolgen. Es muß also eine weitgehende Verwendung zelligen Materials, eine beträchtliche Um-differenzierung im Hauptstück stattgefunden haben, worauf bei Gelegenheit ähnlicher Beobachtungen an regenerierenden Anneliden schon mehrfach hingewiesen wurde (Korschelt 1897 und 1898, S. 48, 1907, S. 89).

Das Mittelstück wird infolge dieser Vorgänge mehr und mehr in den sich ausbildenden Wurmkörper einbezogen und Vorder- wie Hinterende heben sich immer weniger von ihm ab (Fig. 14 *D* und *E*). Es ist also auch in diesem Fall ein kleiner, wenn auch noch recht unvollkommener und kaum segmentierter Wurm zustande gekommen, an dessen Vervollständigung aber kaum zu zweifeln ist.

Der Umfang der zur Neubildung des Wurmes führenden Segmente

ist ein recht verschiedener, ganz ähnlich wie es vorher für die zwei-segmentigen Teilstücke betont wurde. Zum Teil geht dies schon aus den besprochenen Teilstücken (Fig. 13 und 14) hervor, doch sei noch besonders auf eines dieser Stücke (Fig. 14 A) und auf ein anderes, bisher noch nicht erwähntes Stück (Fig. 14 F) verwiesen, bei denen die Differenz besonders stark ist. Derartige Unterschiede im Umfang der Teilstücke wurden viel bemerkt und sind teils auf die verschiedene Größe der zu den Versuchen verwendeten Würmer, sowie auf die Körperregionen zurückzuführen, aus welchen die betreffenden Stücke stammten.

Die zur Ausbildung des Wurmes schreitenden einsegmentigen Teilstücke beanspruchen insofern ein besonderes Interesse, als bei den *Ctenodrilus* mit ausgesprochen paratomischer Teilung (*Ct. serratus* und *parvulus*) die Regenerationszonen segmentweise aufeinander folgen und infolgedessen stets nur ein Segment zur Neubildung eines Individuums Verwendung findet. Die künftigen Teilstücke entwickeln sich aber im Schutz der Verbindung mit dem übrigen Körper schon recht weit und sind zur Zeit der Ablösung bereits mit ziemlich weit ausgebildetem Kopf- und Schwanzende versehen, wie aus Kennels Darstellung zu entnehmen ist. Bei *Ct. monostylos* hingegen brauchen die isolierten Einzelsegmente keine Spur einer Neubildung zu zeigen, sondern erscheinen als kleine abgerundete Teilstücke des Wurmes ohne irgendeine das spätere Kopf- oder Schwanzende andeutende Differenzierung. Die Individualisierung der einzelnen Körperringe zu selbständigen Zooiden tritt also hier in ganz ausgesprochener Weise hervor, was im Hinblick auf die Kormentheorie von Bedeutung erscheint. Auf den Wert dieser zur Erklärung des Zustandekommens der Segmentierung herangezogenen Theorie soll hier nicht eingegangen, sondern gegenüber dem von A. Lang vertretenen Standpunkt nur darauf hingewiesen werden, daß das von ihm in Abrede gestellte und auch speziell für *Ctenodrilus* nicht anerkannte Selbständigwerden einzelner Segmente für diesen Wurm in der Tat zutrifft. Auf diese und andere Fragen, für welche sich das ungemein weitgehende Teilungs- und Regenerationsvermögen des *Ctenodrilus monostylos* als wichtig erweist, gedenke ich bei anderer Gelegenheit einzugehen. Hier sollten aus der Fülle des sich bei dem Studium der natürlichen und künstlichen Teilung dieses merkwürdigen Anneliden darbietenden Materials nur einige besonders in die Augen fallende Tatsachen herausgehoben werden.

#### Literaturverzeichnis.

- Galvagni, E., Histologie des Genus *Ctenodrilus*. Arb. Zool. Institut Wien 15. 1903.  
 Joest, E., Transplantationsversuche an Lumbriciden. Arch. f. Ent. mech. 5. 1897.

74 E. Korschelt: Beobachtungen u. Versuche an *Ctenodrilus* (*Zeppelinia*) *monostylos*.

- Kennel, J. v., Über *Ctenodrilus pardalis*. Clap. Arb. Zool. Institut Würzburg 5. 1882.
- Korschelt, E., Über Bau und Entwicklung des *Dinophilus apatris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 37. 1882.
- Über das Regenerationsvermögen der Regenwürmer. Sitz.-Ber. Nat.-Ges. Marburg. 1897.
- Über Regenerations- und Transplantationsversuche an Lumbriciden. Verb. d. Zool. Ges. Leipzig. 1898.
- Regeneration und Transplantation, Jena. 1907.
- Zum Wesen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung usw. Zeitschr. f. wiss. Zool. 117. 1917.
- u. K. Heider, Lehrb. Vgl. Entwicklungsgeschichte, Allg. Teil. Jena. 1910.
- Lang, A., Beiträge zu einer Trophocoeltheorie, Jenaer Zeitschr. 38. 1904.
- Mesnil, F., u. M. Caullery, Sur la position systématique du genre *Ctenodrilus* Clap.; ses affinités avec les Cirratulien. Compt. rend. Ac. Paris t. 125. 1897.
- Monticelli, F. S., Sullo *Ctenodrilus serratus*. Bull. Soc. Naturalist., Napoli t. 7. 1893.
- Sessualità e gestazione nello *Ctenodrilus serratus*. Congresso Natural. Italia. Milano. 1907.
- *Raphidrilus nemasoma* Mont. nuovo *Ctenodrilus* del Golfo di Napoli (Revisione dei *Ctenodrilidi*). Arch. Zool. Napoli, Vol. 4. 1910.
- A proposito di un articolo del Sign. J. Sokolow su di un nuovo *Ctenodrilus*. Zool. Anz. 39. 1912.
- Rosa, D., Il *Ctenodrilus pardalis* Clap. a Rapallo. Bull. Mus. Zool. Torino, Vol. 4. 1889.
- Scharff, R., On *Ctenodrilus parvulus*, n. sp. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 27. 1887.
- Sokolow, Über eine neue *Ctenodrilus*art und ihre Vermehrung. Zeitschr. f. wiss. Zool. 97. 1911, u. Zool. Anz. 38. 1911.
- Zeppelin, Graf M., Über den Bau und die Teilungsvorgänge von *Ctenodrilus monostylos*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 39. 1883.

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Kiel.)

## Zur Kenntnis des braunen Pigments von Leber und Herz.

Von

Dr. Martha Schmidtman.

Das braune Pigment, wie es sich in Form von gröberen und feineren Körnern in den Zellen verschiedener Organe, besonders in Leber und Herz, findet, war seit langem bekannt; tritt es doch so häufig in der Leber auf, daß sein Vorkommen hier von manchen Anatomen als normal beschrieben wurde. Aber schon bald zeigten die Untersuchungen, daß das im Alter so reichliche Pigment in der Jugend meist nur spärlich ist, ja sogar häufig fehlt. Es entwickelt sich also im Laufe des Lebens, und zwar am reichlichsten bei an chronischen Erkrankungen leidenden Individuen, spärlicher bei gesunden. Daher führte Lubarsch den Namen Abnutzungspigment ein.

Dieses Pigment zeigt nun eine gewisse chemische Eigentümlichkeit: nämlich eine Affinität zu Fettfarbstoffen. Nachdem von Obersteiner bereits der Fettgehalt des braunen Pigments der Ganglienzellen nachgewiesen war, zeigten Lubarsch und Sehrt in umfangreichen systematischen Untersuchungen, daß sich das braune Pigment mehr oder minder stark mit Fettfarbstoffen färbt, und daß diese Reaktion nicht mehr eintritt, wenn der Schnitt längere Zeit mit Alkohol behandelt wurde. Daraus schlossen sie, daß die Pigmente fetthaltig seien, und es entstand nun die Frage, in welcher Beziehung steht das Fett zum Pigment, ist das Pigment selbst ein Fettkörper oder läßt sich eine Umwandlung von Fett in Pigment beobachten, oder handelt es sich überhaupt nur um eine mehr oder minder zufällige Beimengung von Fett zu dem Pigment? —

Lubarsch versäumte keine Gelegenheit, zu betonen, daß es sich nach seiner Meinung um eine in den einzelnen Fällen sehr verschiedene Fettbeimengung handele, daß man daher wohl von einer Lipoidaffinität, nicht aber von einem lipoiden Pigment reden dürfe. Trotzdem findet sich bereits in der älteren Literatur der Begriff des Fettgehalts mit dem des Abnutzungspigments auf das engste verknüpft, ja es bürgerte sich der von Neumann angewandte Name „Lipochrome“ ein, eine

Bezeichnung, gegen die Lubarsch sich auf das nachdrücklichste aussprach, sind doch die Lipochrome Pflanzenpigmente, die mit Schwefelsäure und Jodkali eine Blaufärbung zeigen, während sich eine derartige Reaktion an den Abnutzungspigmenten nie nachweisen läßt. Oberndorfer, der in der Samenblase in der Muskulatur fettfreies, in dem Epithel fetthaltiges Pigment fand, schloß aus diesem verschiedenen Verhalten, daß es sich hier um zwei ganz verschiedene Pigmente handele, und zwar rechnete er nur das fetthaltige Epithelpigment den Abnutzungspigmenten zu. Hueck hebt in seinen Pigmentstudien, in denen er sich eingehend auch mit dem Abnutzungspigment beschäftigt, hervor, daß nur ein Teil der braunen Pigmentkörner Fettfärbung zeigt, und gerade die feinsten Körnchen, die er als das reinste Pigment betrachtet, fast stets frei von Lipoid sind, höchstens eine leichte Gelbfärbung zeigen. Mit Nilblausulfat will Hueck nun an allen Körnchen des Abnutzungspigments, auch an den nicht fetthaltigen, eine tiefblaue Färbung erzielt haben, woraus er schließt, daß diese aus Fettsäuren oder fettsäureähnlichen Körpern bestehen. Hueck hält sogar den Ausfall der Nilblausulfatreaktion für ausschlaggebend für die Klassifizierung des Pigments. Da sich nun die Pigmentkörner nach seinen Untersuchungen, wenn auch nur schwer, in Fettlösungsmitteln (Alkohol und heißem Chloroform) lösen, sieht Hueck in diesem Verhalten eine Stütze für die von Aschoff geäußerte Annahme, es könne sich bei den Abnutzungspigmenten um Produkte der Fettzersetzung handeln. Aschoff erwägt diese Möglichkeit in Berücksichtigung der Mühlmannschen Befunde, nämlich daß bei Jugendlichen vor dem Auftreten von Pigment Lipotide in den Ganglienzellen nachweisbar sind (was auch Sehrt schon erwähnte), im Alter hingegen nur fettfreies Pigment zu finden ist.

In diesen neueren Arbeiten von Hueck und Aschoff wird also das Fett in die nächste Beziehung zu dem Abnutzungspigment gebracht, indem sie vermuten, daß es sich nicht nur um eine Verbindung des Fettes mit dem Pigment handelt, sondern das Pigment sich aus Fett bildet, aus Fettbestandteilen besteht.

Da dieses Ergebnis in Widerspruch zu seinen früheren Untersuchungen steht, veranlaßte mich Herr Geheimrat Lubarsch, systematisch an einer Reihe von Fällen den Fettgehalt des Abnutzungspigments zu prüfen und festzustellen, ob und was für Bedingungen auf ihn von Einfluß sind.

Ich untersuchte 180 Lebern und von den gleichen Sektionsfällen 109 Herzen auf ihren Gehalt an braunem Pigment. Von in Orthscher Flüssigkeit gehärteten Organstücken wurden Gefrierschnitte gemacht und an ihnen Carmin- und Scharlachrot-Hämalaunfärbungen vorgenommen, die Scharlachrotreaktion wurde an Schnitten, die eine Viertel-

stunde in Ätheralkohol gelegen hatten, wiederholt. Außerdem wurde noch vielfach die Berlinerblau-Eisenreaktion angestellt. Ich suchte nun zu prüfen, ob das Abnutzungspigment stets fetthaltig ist, ob der Fettgehalt des Pigments in Beziehung steht zum Alter, der Allgemeinerkrankung, dem Ernährungszustand und dem Fettgehalt des betreffenden Organs. Sehrt stellte eine gewisse Beziehung zu Alter und chronischen Erkrankungen fest, in diesen Fällen trat das Pigment anscheinend reichlicher auf und die Fettreaktion war ausgesprochener. Mühlmann dagegen hebt hervor, daß das Pigment der Nervenzellen im Alter gerade in seinem Fettgehalt abnimmt. Eine Beziehung zwischen dem Fettgehalt des Pigments und des Pigmentorgans konnte Sehrt nicht feststellen.

In der Leber ist der Fettgehalt des Pigments insofern etwas schwieriger zu beurteilen, als sich die größeren Pigmentkörnchen nur wenig unterscheiden von feinen Fetttropfchen, wie sie in der Leber ja überaus häufig vorkommen, doch zeigen die Pigmentkörnchen außer ihrer etwas mehr eckigen Form stets auch bei ausgesprochener Fettreaktion eine leicht bräunliche Tönung. Trotzdem ist zur Beurteilung der Pigmentmenge zum mindesten der mit Alkohol entfettete Schnitt, oder besser das Carminpräparat zu benutzen, da die fetthaltigen Leberzellen oft einen großen Teil des Pigments überdecken.

In den verschiedenen Fällen zeigte sich nun ein überaus mannigfaltiges Bild: Völlig frei von Abnutzungspigment waren elf Fälle, von denen sieben Kinder bis zu einem Jahr, ein Fall ein neunjähriges Kind betreffen, in den drei anderen Fällen handelt es sich auffallenderweise um höhere Lebensalter: einen 49jährigen an akuter Alkoholvergiftung gestorbenen Mann, einen 42jährigen Pockenkranken und schließlich sogar um eine 52jährige, an Lungentuberkulose gestorbene Frau. Im übrigen fanden sich sehr verschiedene Mengen von Pigment. Die ersten Pigmentkörnchen treten meist in den zentral gelegenen Leberzellen auf, und auch bei stärkster brauner Pigmentierung sind die zentralen Partien die an Pigment reichsten.

Die Färbung mit Scharlachrot ergibt nun, daß von einem konstanten Fettgehalt des Pigments ganz und gar nicht die Rede sein kann, sondern der Fettgehalt des Pigments schwankt zwischen völliger Fettfreiheit bis zu ausgesprochener Fettreaktion, dazwischen kommen alle Übergänge vor. So sind in einigen Fällen die meisten Körner völlig fettfrei, hellbraun oder graubräunlich gefärbt und nur einige zeigen blaßrötliche oder ausgesprochene rote Farbe; in anderen sind die im Zentrum gelegenen Körnchen fettfrei, während die peripher gelegenen schwache oder ausgesprochene Fettreaktion geben. Bei dieser nur teilweise eintretenden Fettreaktion sind meist die größeren Körner fetthaltig und die feinsten fettfrei, wie es auch von Hueck erwähnt

## a) Leber.

Alter	Zahl der untersuchten Fälle	Ernährungszust.			Fettreaktion des Pigments					Pigmentmenge			
		dürftig	mäßig	fettrich	fettfrei	vorwieg. fettfrei	angedeut. Fettreakt.	teilweise	Deutl. Fettreaktion	frei	spärlich	mäßig	reichlich
0—5	28	18	6	4	—	—	6	—	14	8	14	6	—
5—10	3	2	1	—	—	—	1	—	1	1	1	1	—
10—15	7	7	—	—	3	1	2	—	1	—	4	3	—
15—20	9	4	3	2	3	1	2	1	2	—	4	3	2
20—25	6	4	1	1	1	1	4	—	—	—	—	4	2
25—30	7	4	2	1	1	1	3	2	—	—	1	3	3
30—35	5	3	2	—	2	—	—	—	3	—	1	—	4
35—40	6	3	2	1	5	1	—	—	—	—	3	—	3
40—45	12	5	3	4	4	4	2	1	—	1	2	3	6
45—50	22	13	1	8	6	2	2	6	5	1	6	8	7
50—55	18	10	2	6	9	—	2	4	2	1	3	7	7
55—60	14	9	4	1	4	4	2	—	4	—	—	4	10
60—65	11	8	2	1	3	5	2	1	—	—	2	2	7
65—70	10	5	3	2	2	1	2	2	3	—	1	3	6
70—95	19	10	2	3	6	4	4	4	1	—	1	4	14
?	3	1	1	1	—	—	1	1	1	—	1	—	2
Zusammen	180	116	30	34	49	25	35	22	37	12	44	51	75

ist. Zuweilen sieht man in fetthaltigen Leberzellen zwischen den Fetttropfen kleine fettfreie Pigmentkörnchen liegen. Schließlich sind oftmals sämtliche Pigmentkörnchen mit Scharlachrot deutlich oder nur angedeutet gefärbt, wobei je nachdem der rote oder bräunliche Farbenton überwiegt. In den untersuchten Lebern ist nun in 49 Fällen das Pigment vollkommen, in 25 Fällen im wesentlichen fettfrei, in 22 Fällen tritt die Reaktion nur in einem Teil des Pigments auf, in 35 Fällen ist sie angedeutet, in 37 Fällen ist sie deutlich ausgesprochen. Wie sich der Ausfall der Reaktion auf die verschiedenen Fälle verteilt, zeigt obenstehende Tabelle

Legt man die Schnitte eine Viertelstunde in Ätheralkohol und färbt dann mit Scharlachrot-Hämalaun, so ist das Pigment fast stets frei von Fett, nur in zwei Fällen fand ich danach noch eine schwache Rotfärbung, die aber nach noch einmaliger viertelstündiger Behandlung mit Ätheralkohol ebenfalls völlig verschwindet. Die Pigmentkörnchen selbst werden von diesem Fettlösungsmittel nicht angegriffen, sie treten gerade in dem entfetteten Schnitt als hellbraune oder graubräunliche gröbere und feinere Körnchen sehr deutlich hervor. Selbst bei dreitägigem Einwirken von Ätheralkohol auf die Schnitte konnte ich eine Löslichkeit des Pigments nicht feststellen. Gerade die kurze



untersuchten Fälle.

## b) Herz.

Zahl der unter- suchten Fälle	Ernährungszustand			Pigmentfettgehalt				Pigmentmenge			
	dürftig	mäßig	gut	fettfrei	ange- deutet	deutlich	vorwiegend fettfrei	pigmentfrei	spärlich	mäßig	reichlich
27	16	7	4	—	1	—	—	26	1	—	—
5	3	1	1	—	1	—	—	4	1	—	—
7	6	1	—	4	2	—	—	1	6	—	—
10	3	4	3	1	—	1	2	6	2	1	1
10	5	3	2	3	3	1	3	1	4	3	2
6	2	2	2	—	2	2	2	—	1	3	2
4	2	2	—	3	1	—	—	—	2	1	1
4	3	—	1	3	—	1	—	—	—	2	2
5	2	2	1	2	2	—	—	—	1	3	1
7	5	1	1	2	2	1	1	—	—	2	5
7	3	1	3	2	4	—	1	—	1	4	2
3	3	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3
6	5	1	—	4	2	—	—	—	—	3	3
1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1
5	2	1	2	3	1	—	1	—	—	1	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108	60	27	20	30	22	6	10	38	19	23	27

Alkoholbehandlung zeigt aber auf das deutlichste, in welcher lockeren Verbindung das Fett mit dem Pigment steht. Wiederholt findet sich in den Leberzellen, allerdings in geringerer Menge wie vor der Alkoholbehandlung nach der Alkoholbehandlung noch Fett, während am Pigment sich keinerlei Fettreaktion mehr nachweisen läßt. Es genügt also zur Entfettung des Pigments oft eine wesentlich kürzere Alkoholeinwirkung als für die verfetteten Leberzellen.

Wovon hängt nun der Fettgehalt des Pigments ab? Da läßt sich vor allem eine weitgehende Übereinstimmung mit dem allgemeinen Ernährungszustand und dem Fettgehalt des Unterhautzellgewebes feststellen. Gerade jetzt kommen ja viele stark abgemagerte Individuen zur Sektion, bei denen das Unterhautzellgewebe äußerst spärlich, so gut wie völlig fettfrei ist, an den Bauchdecken nur mehr einige Millimeter beträgt, bei denen die Fettdepots so gut wie völlig aufgebraucht sind. In diesen Fällen ist das Pigment völlig oder vorwiegend fettfrei, zuweilen zeigt es teilweise oder angedeutete Fettreaktion. Demgegenüber ist das Pigment bei Fettreichen entweder durchweg oder teilweise ausgesprochen fetthaltig. Von dieser Beobachtung weichen nun eine Anzahl unserer Fälle ab.

Es findet sich nämlich im frühesten Kindesalter (es wurden 28 Fälle untersucht), wenn überhaupt, stets Pigment mit ausgesprochener Fettreaktion, einerlei ob das Kind stark abgemagert ist oder in gutem Ernährungszustand sich befindet, ob nur einzelne Pigmentkörnchen oder bereits reichlicheres Pigment auftritt. Es wäre zu überlegen ob das Alter auf diesen konstanten Fettgehalt des Pigments von Einfluß ist. Da das Pigment zu dieser Zeit erst spärlich und vereinzelt auftritt, sich auch in den pigmentfreien Fällen nie eine ähnliche kleintropfige Fettablagerung findet, so berechtigt nichts zu der Annahme eines ursächlichen Zusammenhangs zwischen Kindesalter und Fettgehalt des Pigments. Hingegen läßt sich zur Erklärung dieser Tatsache wohl die Ernährungsweise heranziehen, erhalten doch die Kinder dieses Alters eine fast reine Fetternährung durch die Milch. Und daß der Fettgehalt des Pigments in einer gewissen Beziehung zu den Ernährungsvorgängen steht, kann auch aus der oben erwähnten Tatsache, daß zuweilen bloß die Pigmentkörnchen am Läppchenrand fetthaltig sind, geschlossen werden. Es ist also wahrscheinlich, daß die einseitige Ernährung von ausschlaggebendem Einfluß auf den Fettgehalt des Pigments hier ist.

Ein gewisser Zusammenhang scheint zwischen dem hohen Lebensalter (65 Jahre und darüber) und dem Fettgehalt des Pigments zu bestehen. Entgegen den Angaben Sehrts, der im Alter das Pigment reichlicher und mit besonders deutlicher Fettreaktion fand, zeigt sich das sehr reichliche Pigment in meinen Untersuchungen auch bei gutem Ernährungszustand fettarm, meist vorwiegend oder völlig fettfrei. Nur in einem Fall (von 19) ist eine ausgesprochene Fettreaktion vorhanden, dabei handelt es sich um einen 80jährigen, sehr fettreichen Mann mit incarcerierter Hernie. Außer diesen Fällen ist das Pigment trotz schlechtem Ernährungszustand in folgenden Fällen deutlich fetthaltig:

1. Fall 46. S. 241/17. Alter: 48 Jahre. Geschlecht: Männlich. Allgemeinerkrankung: Progressive Paralyse. Ernährungszustand: Sehr mager. Mikroskopischer Befund der Leber: Ausgebreitete starke Sternzellenverfettung, geringe Randzellenfettablagerung, interlobuläre Blutungsreste, leichte interlobuläre Anthrakose, vereinzelt Randzellenhämosiderose. Pigment: Gleichmäßig verteilt, wenig feinkörniges Pigment mit deutlicher Fettreaktion, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

2. Fall 67. S. 296/17. Alter 58 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Vernarbende und verkalkende Lungentuberkulose. Ernährungszustand: Dürftig, Unterhautzellgewebe wenig fetthaltig. Mikroskopischer Befund der Leber: Geringe Randzellenverfettung, deutliche Sternzellenverfettung. Pigment: Viel braunes, am reichlichsten zentralgelegenes Pigment mit deutlicher Fettreaktion, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

3. Fall 71. S. 303/17. Alter: unbekannt, ca. 45—50 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Leuchtgasvergiftung. Ernährungszustand: Dürftig, Unterhautzellgewebe fettarm; Mikroskopischer Befund der Leber: Interlobuläre

**Rundzellenansammlung. Pigment:** Reichlich braunes Pigment, grobkörnig, mit deutlicher Fettreaktion, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

4. Fall 87. S. 362/17. Alter: 48 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Chronisch hämorrhagische Cystitis. Ernährungszustand: Dürrtig, Unterhautzellgewebe sehr fettarm, dünn, beträgt an den Bauchdecken 9 mm. Mikroskopischer Befund der Leber: Starke, kleintropfige, sehr ausgebreitete Leberzellenverfettung. Pigment: Zentral gelegen, etwas feinkörniges, braunes Pigment mit vorwiegend deutlicher Fettreaktion, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

5. Fall 112. S. 251/17. Alter: 5 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Akute allgemeine Miliartuberkulose. Ernährungszustand: Stark abgemagert. Mikroskopischer Befund der Leber: Starke Randzellenverfettung, zahlreiche Miliartuberkel und interlobuläre Zellansammlungen, keine Hämosiderose. Pigment: Feinverteilt, feinkörniges, vorwiegend im Zentrum gelegenes, hellbraunes Pigment mit deutlicher Fettreaktion, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

6. Fall 120. S. 358/17. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Vereiterte Schußwunde, multiple Abscesse. Ernährungszustand: Dürrtig, Unterhautzellgewebe fettarm, an den Bauchdecken 5 mm dick. Mikroskopischer Befund der Leber: Vereinzelt Sternzellenhämosiderose, interlobuläre Rundzellenherde, Blutungsreste. Pigmentbefund: In fast allen Leberzellen feinkörniges braunes Pigment, mit Scharlachrot deutlich rot gefärbt, nach Alkoholbehandlung fettfrei.

7. Fall 129. S. 451/17. Alter: 25 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Großes, jauchig zerfallendes Oberschenkelsarkom. Ernährungszustand: Dürrtig, Unterhautzellgewebe äußerst spärlich, fettarm. Mikroskopischer Befund der Leber: Ausgedehnte gleichmäßige Fettablagerung durch die ganzen Läppchen, interlobuläre Rundzellenansammlungen. Pigment: Reichlich braunes, vorwiegend zentral gelegenes Pigment, mit Scharlachrot deutliche Rotfärbung unter Beibehaltung eines bräunlichen Farbentons der peripheren Pigmentkörner, das zentrale Pigment ist vorwiegend fettfrei, nach Alkoholbehandlung ist alles Pigment fettfrei.

**Fettfrei bei gutem Ernährungszustand ist das Pigment in folgenden Fällen:**

1. Fall 51. S. 253/17. Alter: 52 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Indurierende Hepatitis und Pankreatitis. Ernährungszustand gut, Unterhautzellgewebe fettreich, an den Bauchdecken 3 cm dick. Mikroskopischer Befund der Leber: Indurierende Hepatitis mit starken frischen interlobulären Entzündungsherden, mäßige Randzellenhämosiderose und kleine interlobuläre Blutungsreste, intra- und interlobulärer Ikterus. Pigment: Sehr reichlich, vorwiegend zentral gelegenes Gallenpigment, daneben wenig braunes, fettfreies Pigment.

2. Fall 56. S. 271/17. Alter: 52 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Pocken. Ernährungszustand: Gut, Unterhautzellgewebe fettreich, an den Bauchdecken 1,5 cm dick. Mikroskopischer Befund der Leber: Mäßige Randzellen- und Sternzellenverfettung, keine Hämosiderose, Stauungshyperämie. Pigment: Etwas braunes, fettfreies Pigment, gleichmäßig in den Leberzellen verteilt.

3. Fall 79. S. 336/17. Alter: 40 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Pneumothorax bei Lungentuberkulose. Ernährungszustand: Gut, Unterhautzellgewebe fettreich. Mikroskopischer Befund der Leber: Sternzellenverfettung, geringe Sternzellenhämosiderose. Pigment: In den zentralen Zellen reichlich braunes, fettfreies Pigment.

4. Fall 98. S. 390/17. Alter: 36 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Perforationsperitonitis nach Totalabsektion des Uterus. Ernäh-

rungszustand gut, Unterhautzellgewebe fettreich. Mikroskopischer Befund der Leber: Geringe Randzellenfettablagerung, interlobuläre Zellansammlungen. Pigment: Nur vereinzelt wenig braunes, grobkörniges, fettfreies Pigment.

Außer der obenerwähnten Fettarmut des Pigments im hohen Alter, scheint der Einfluß des Alters sich nicht so sehr auf die Qualität, als vielmehr auf die Quantität des braunen Pigments zu erstrecken, denn auch bei meinen Untersuchungen kann ich im allgemeinen eine deutliche Zunahme der Menge des Pigments mit dem Alter feststellen. In dem ersten Lebensjahre sind meist nur vereinzelt braune Pigmentkörnchen in den zentralen Zellen des Leberläppchens zu sehen, in einigen Fällen gar kein Pigment. Das Pigment nimmt dann zu, so daß durchschnittlich im Alter von 30—40 Jahren die Leber mäßig viel Pigment enthält, und über 50 Jahre die Leber pigmentreich ist. Auch hiervon finden sich einige Ausnahmefälle, in einem Fall von Lebercirrhose bei einem 44jährigen Mann (Fall 24) findet sich auffallend wenig Pigment, ebenso in zwei Fällen mit starkem Ikterus:

1. Fall 51. S. 253/17. Alter. 52 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Indurierende Hepatitis und Pankreatitis. Ernährungszustand gut, Unterhautzellgewebe fettreich, an den Bauchdecken 3 cm dick. Mikroskopischer Befund der Leber: Indurierende Hepatitis mit sehr starken frischen Entzündungsherden, intra- und interlobuläre Blutungsherde. Pigment: Sehr reichlich, vorwiegend zentral gelegenes Gallenpigment, daneben wenig braunes fettfreies Pigment.

2. Fall 86. S. 361/17. Alter: 49 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Krebs des Ductus choledochus. Ernährungszustand: mager, Unterhautzellgewebe wenig fetthaltig. Mikroskopischer Befund der Leber: Krebsige Cirrhose. Pigment: Vorwiegend Gallenpigment, nur einige Körnchen braunes, fettfreies Pigment in der Nähe der Läppchenzentren.

In diesen drei Fällen scheint doch die Lebererkrankung auf die Pigmentmenge von Einfluß gewesen zu sein. Auch sonst sprechen als nicht unwesentlicher Faktor für die Menge des Pigments Erkrankungen mit, und es sind, wie Sehrt hervorhob, die chronischen Krankheiten, die besonderen Pigmentreichtum aufweisen, unter ihnen vor allem Tuberkulose und Krebs. Daß sich hier ebenfalls vereinzelt Fälle mit sehr wenig Pigment finden, geht aus dem oben erwähnten Fall chronischer Lungentuberkulose bei einer 52jährigen Frau mit pigmentfreier Leber hervor.

Auf den Fettgehalt des Pigments scheinen die chronischen Erkrankungen keinen Einfluß zu haben, denn es finden sich in den verschiedenen Fällen eigentlich alle Übergänge von fettfreiem bis zu deutlich fetthaltigem Pigment. Hingegen läßt sich vielleicht ein Zusammenhang der akuten Erkrankungen mit dem Fettgehalt der Pigmente feststellen, nämlich daß das Pigment bei akuten Infektionskrankheiten (Pleuropneumonie, Pocken, Sepsis, Ruhr) fast stets fettfrei

ist oder nur wenig angedeutete Fettreaktion zeigt. Erschwert wird die Beurteilung dadurch, daß es sich zumeist um zugleich abgemagerte Individuen handelt, so daß die Entscheidung, was hängt mit dem Ernährungszustand, was mit der Allgemeinerkrankung zusammen, schlecht zu fällen ist.

Was nun den lokalen Fettgehalt der Leber anbetrifft, so ist wohl der Pigmentfettgehalt völlig unabhängig von ihm; es ließe sich höchstens in den Fällen, in denen einzelne Pigmentkörnchen, die in den Randpartien des Läppchens gelegen sind, Fettreaktion zeigen, während die zentralen fettfrei sind, ein Zusammenhang dieser Verfertigung mit der der Randzellen annehmen.

Für die Unabhängigkeit des Pigmentfettgehalts vom lokalen Fettstoffwechsel des Organs sprechen die gleichzeitigen Untersuchungen des Herzmuskelpigments. Es zeigt sich nämlich fast immer eine völlige Übereinstimmung des Fettgehalts des Herzmuskelpigments mit dem des Leberpigments, insofern als in dem gleichen Sektionsfall Herzmuskelpigment und Leberpigment entweder beide guten Fettgehalt oder beide fettarm oder ein gleichgeartetes Zwischenstadium zeigen. Dabei kommen natürlich kleinere Abweichungen voneinander vor, z. B. das eine Pigment ist fettfrei, das andere zeigt an einzelnen Körnern eine leichte Rotfärbung. Wesentlich verschieden sind nur folgende Fälle:

1. Fall 41/120. S. 358/17. Alter: 19 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Vereiterte Schußwunde, Sepsis. Ernährungszustand: Dürftig, Unterhautzellgewebe fettarm. Mikroskopischer Befund der Leber: Vereinzelt Sternzellenhämosiderose, interlobuläre Rundzellenherde und Blutungsreste; des Herzens: Herdförmige Verfettung, Ödem der Zwischensubstanz. Pigment: in der Leber deutliche Fettreaktion, im Herzen vorwiegend fettfrei.

2. Fall 69/159. S. 551/17. Alter: 31 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Schußverletzung des Schädels, eitrige Leptomeningitis. Unterhautzellgewebe fettreich. Mikroskopischer Befund der Leber: Stern- und Leberzellenverfettung, Stauung; des Herzens: Vereinzelt kleine Schwielen. Pigment in der Leber reichlich, nicht sehr ausgebreitet, mit ausgesprochener Fettreaktion; im Herzen keine deutliche Fettreaktion.

3. Fall 74/23. S. 171/17. Alter: 38 Jahre. Geschlecht: männlich. Allgemeinerkrankung: Zahlreiche Knochenbrüche. Ernährungszustand: Gut, Unterhautzellgewebe fettreich. Mikroskopischer Befund der Leber: Sehr fettarm, vereinzelt interlobuläre Zellherde; des Herzens: O. B. Pigment: in der Leber reichlich, am stärksten zentral gelegen, völlig fettfrei; im Herzen: Sehr ausgebreitet, einzelne Körnchen zeigen sehr ausgesprochene, die meisten nur angedeutete Fettreaktion.

4. Fall 87/86. S. 361/17. Alter: 49 Jahre. Geschlecht: weiblich. Allgemeinerkrankung: Krebs des Ductus choledochus. Ernährungszustand: Mager, Unterhautzellgewebe wenig fetthaltig. Mikroskopischer Befund der Leber: Krebsige Cirrhose; des Herzens: Vereinzelt kleine Schwielen. Pigment in der Leber: Vorwiegend Gallenpigment, nur einzelne Körnchen braunes Pigment, völlig fettfrei; im Herzen sehr reichlich grobkörniges, vor und nach der Alkoholbehandlung

gleich gefärbtes gelbbraunrotes Pigment, nach 24stündiger Alkoholbehandlung fettfrei.

In dem letzten Fall dürfte wohl die schwere lokale Lebererkrankung von Einfluß auf das in der Leber befindliche Pigment sein.

Das Pigment im Herzen liegt bipolar an den Muskelkernen und tritt, da das Herz seltener Fettablagerung zeigt als die Leber, hier viel deutlicher hervor. Vorwiegend ist es sehr feinkörnig, es kommen aber auch im Alter gröbere Pigmentkörnchen vor. Im großen und ganzen hat das Pigment die gleichen Eigenschaften wie das der Leber. Es ist also von sehr wechselndem Fettgehalt, sehr häufig völlig fettfrei, in anderen Fällen ist die Fettreaktion teilweise oder angedeutet vorhanden, in einigen deutlich ausgesprochen. In zwei derartigen Fällen blieb die Fettreaktion auch nach der Alkoholbehandlung in der gleichen Stärke bestehen, erst nach 24stündigem Einwirken des Ätheralkohols auf den Schnitt war das Pigment fettfrei.

Von Einfluß auf die Menge des Pigments sind auch hier chronische Erkrankungen und das Alter. Dabei ist hervorzuheben, daß sich Pigment viel später im Herzmuskel als in der Leber nachweisen läßt. Während in der Leber, von einigen Fällen von Kindern unter einem Jahr abgesehen, in allen Fällen schon in den jüngsten Altersstufen einzeln aber deutlich Pigmentkörnchen auftreten, ist der Herzmuskelschnitt in den meisten Fällen auch bei älteren Kindern bis zu 10 Jahren, ja zuweilen auch danach bei Individuen bis zu 20 Jahren völlig pigmentfrei. Im Gegensatz zu der Leber findet sich dann bei Erwachsenen immer Pigment. Bemerkenswert ist, daß in einer nicht unerheblichen Zahl (11 von 27) der pigmentfreien Fälle die Herzmuskelfasern oder auch die Fasern des Hischen Bündels mehr oder weniger stark verfettet sind.

Einen Einfluß auf den Pigmentfettgehalt hat der Fettgehalt des Herzmuskels ebenfalls nicht; denn auch hier läßt sich in verfetteten Fasern fettfreies Pigment beobachten, und umgekehrt kommt Pigment mit deutlicher Fettreaktion in Fasern vor, die nicht die geringste Fettablagerung zeigen. Natürlich treffen in manchen Fällen Verfettung der Fasern mit Ablagerung eines Pigments mit deutlicher Fettreaktion zusammen. Von beherrschendem Einfluß scheint auch auf das Herzmuskelpigment der allgemeine Ernährungszustand zu sein sowie das Alter insofern, als gleichfalls hier in den höheren Lebensjahren das Pigment auch bei gutem Ernährungszustand eine Fettreaktion nicht mehr gibt.

Schließe ich damit meine Untersuchungen ab, so komme ich zu dem Ergebnis:

Bei den braunen Abnutzungspigmenten handelt es sich nicht um eine konstante feste Verbindung von Pigment mit Fett, sondern die Verbindung ist eine ganz lockere,

indem das Pigment schon durch kurze Alkoholeinwirkung fettfrei zu machen ist.

Der Fettgehalt des Pigments ist sehr wechselnd; in vielen Fällen ist das Pigment völlig fettfrei, in anderen zeigt es ausgesprochene Fettreaktion, dazwischen kommen alle Übergänge von angedeuteter und teilweiser Fettreaktion vor.

Man kann daher nur von einer gewissen Affinität des Pigments zu den Fetten sprechen, nicht von einer für den Charakter des Pigments ausschlaggebenden festen Verbindung.

Der Fettgehalt des Pigments steht im allgemeinen in direkter Beziehung zum allgemeinen Ernährungszustand, indem bei fettreichen Individuen Pigment mit deutlicher Fettreaktion, bei mageren fettarmes oder völlig fettfreies Pigment auftritt.

Bei akuten Infektionskrankheiten und im Alter ist der Fettgehalt des Pigments ein besonders geringer.

Im Säuglingsalter ist das braune Pigment der Leber stets fetthaltig, was mit größter Wahrscheinlichkeit durch die einseitige Ernährungsweise (fast reine Fettkost) bedingt wird.

Im übrigen beeinflussen Alter und Erkrankungen nur die Quantität, nicht die Qualität des Pigments, und zwar nimmt die Menge des Pigments mit dem Alter zu, besonders reichlich findet sich das Abnutzungspigment bei chronischen Krankheiten.

Die Prüfung des Pigmentfettgehalts wurde mit Scharlachrot ausgeführt und nicht die Nilblausulfatmethode angewandt, da Herr Geheimrat Lubarsch mir mitteilte, daß diese Reaktion nach seinen Erfahrungen unzuverlässig sei, da sich nicht nur Fette und Fettsäuren färben, sondern auch andere Substanzen die gleiche dunkelblaue Färbung zeigen. Ich prüfte daher die Reaktion nur an einigen Schnitten von Herzmuskel, Samenblase und Hypophyse, die wegen der Mannigfaltigkeit ihres Pigments hierfür besonders geeignet erschienen. Nur in einem Präparat von Samenblase fand sich ein Teil der mit Scharlachrot nicht gefärbten Muskelpigmentkörnchen wie Hueck beschrieb, tiefblau gefärbt. Im übrigen zeigten die Pigmentkörnchen in keinem der Präparate eine gleichmäßige tiefblaue Färbung, sondern die meisten waren schmutziggrün gefärbt, dazwischen lagen einzelne matt- bis tiefblau gefärbte, und zwar waren es besonders die größeren, die ausgesprochen blau gefärbt wurden. In den meisten Fällen handelte es sich um so gut wie fettfreies Pigment. Beim Vergleich mit dem Ferro-Cyankalium-Carminpräparat zeigte sich nun auffallenderweise in Hypo-

physen, daß die am intensivsten blaugefärbten Pigmenthäufchen Stellen mit starker Hämosiderinablagerung entsprachen. Danach kann man die dunkelblaue Färbung nicht für ein absolutes Kriterium für das Vorhandensein von Fettsäuren halten. Sehen wir aber auch hiervon noch ab und stellen uns auf den Standpunkt von Hueck, daß die Tiefblaufärbung spezifisch für Fettsäuren ist, so läßt sich auch dann nicht die Behauptung halten, daß die mit Fettfarbstoffen nicht mehr färbaren Pigmentkörnchen stets die Fettsäurereaktion mit Nilblausulfat geben, denn fast alle fettfreien Pigmentkörnchen zeigten eine schmutzigrüne Färbung, waren also ungefärbt, nur vereinzelt fanden sich dunkelblaue Körnchen, und zwar waren es gerade die größten, die die ausgesprochenste Fettreaktion zeigten.

---

#### Literaturverzeichnis.

- Aschoff, Zur Morphologie der lipoiden Substanzen. Zieglers Beiträge **47**, 1. 1910.  
Hueck, Pigmentstudien. Zieglers Beiträge **54**, 68. 1912.  
Lubarsch, Über fetthaltige Pigmente. Centralbl. f. allg. Pathol. **12**, 881. 1902.  
Oberndorfer, Beiträge zur Anatomie und Pathologie der Samenblasen. Zieglers Beiträge **32**. 1902.  
— Pigment und Pigmentbildung. Lubarsch-Ostertag-Ergebnisse **12**. 1908.  
Neumann, Zur Kenntnis der Lipochrome. Virch. Arch. **170**. 1902.  
Sehrt, Zur Kenntnis der fetthaltigen Pigmente. Virch. Arch. **177**, 248. 1904.
-



(Aus den Anatomischen Instituten der Universitäten Rostock und Marburg.)

## **Morphologische und kausal-analytische Untersuchungen über die Lageentwicklung des menschlichen Darmes.**

**Die Wechselwirkung von Duodenum und Colon als Ursache der  
Darmdrehung, ihre Störung als Ursache von Lageanomalien  
(Mesent. commune, Hochstand des Caecum).**

Von

**Dr. Walther Vogt,**

2. Prosektor am Anatomischen Institut in Marburg.

Mit 16 Textfiguren u. 7 Tafeln (VII—XIII).

### **Inhaltsverzeichnis:**

#### **Einleitung.**

- I. Die Beziehungen zwischen Duodenum und Colon während der Entwicklung, ihre Wechselwirkung als Ursache der Darmdrehung (S. 95).
1. Die Lageentwicklung bis zur 7. Woche; Ausbildung der Duodenalschlinge und ihrer mesenterialen Beziehungen (S. 95).
  - A. Die Darmlage beim 6—7 wöchigen Embryo (S. 95).  
Eigene Befunde bei Embryo I, 17 mm, und II, 22 mm (S. 95).  
Toldts Darstellung des 6—7 wöchigen Embryo; Kritik seines Schemas;  
„Mesoduodenum“ oder „Gefäß-Pankreas-Stiel“ (S. 98).
  - B. Wachstumsdrehung des Duodenum um den Gefäß-Pankreas-Stiel  
(von 7 bis ca. 25 mm, 5. bis 8. Woche) (S. 105).  
Entstehung und Wanderung der Fl. duodeno-jejunalis (S. 105).  
Wanderung der Mündungen von Ductus choledochus und pankreaticus (S. 112).  
Achsendrehung des Gefäß-Pankreas-Stieles (S. 116).
2. Die Umwandlung des primären Colonbogens zur Fl. lienalis unter dem Einfluß der Fl. duodeno-jejunalis und l. Jejunumschlinge (S. 119).  
Beziehungen des Colonbogens und seines Mesenterium zum Duodenum, bis 7. Woche = 22 mm (S. 119).  
Embryo III, 33 mm, Anfang 3. Monat (S. 120).  
Vergleich mit Embryo II und Mechanik der Linkswanderung des Colonbogens (S. 123).
3. Die Rechtswendung des Colonschenkels der Nabelschleife (S. 126).  
Einleitende Vorgänge (S. 126).  
Befunde bei Embryo V—VIII, 10. bis 11. Woche (S. 128).  
Verlauf und Mechanik der Rechtswendung des Colonschenkels (S. 130).

4. Weitere Lageentwicklung des Colon: Ausbildung der Fl. coli dextra und des Colon ascendens (S. 134).  
Die bedingenden Momente für die definitive Lagerung des rechten Colon (S. 142).
5. Zusammenfassung über Gesamtverlauf und Mechanik der Darmdrehung; die Wechselwirkung von Duodenum und Colon als Ursache der normalen Darmdrehung (S. 147).
- II. Störung der Wechselwirkung von Duodenum und Colon als Ursache von Lageanomalien (Hemmung der Darmdrehung) (S. 159).
- III. Abnormer Hochstand des Caecum und seine Genese (S. 168).
6. Fälle von Caecumhochstand und ihre Deutung bei anderen Autoren (S. 168).
7. Eigene Fälle bei Erwachsenen (S. 172).  
Fall I: Caecumhochstand mit scheinbarem Defekt des Colon asc. und Fixation des Colonanfanges durch accessorische Leberligamente (S. 172).  
Morphologische Analyse von Fall I (S. 180).  
Fall II: Hochstand mit Defekt des Asc., Fixation des Colonanfanges nur am Duodenum (S. 188).  
Fall III: Hochstand mit Schlingenbildung des Asc. und reichlicher Fixation des ganzen Colonschenkels durch Netz und accessorische Leberligamente (S. 191).
8. Foetale Vorstufen des Caecumhochstandes (S. 195).  
Embryo XII, 45 mm, Fig. 26 (S. 195).  
Embryo XIII, 105 mm, Fig. 27, 28 (S. 195).  
Embryo XIV, 12 cm, Textfig. 7 (S. 196).
9. Genese des Caecumhochstandes (S. 197).

### Einleitung.

Es ist kein Zufall, daß über die Lageentwicklung des menschlichen Darmes und die Bildung seiner Mesenterien kaum je geschrieben worden ist, ohne daß nicht zugleich Varietäten der Darmlage zur Untersuchung mit herangezogen wären, und zwar nicht nur zu ihrer eigenen Deutung, sondern auch als Maßstab für die embryologischen Ergebnisse.

Der menschliche Bauchsitus, insbesondere die Darmlage und hier vor allem die des Colon und seiner Verbindungen, ist wohl das an Varietäten reichste Feld im menschlichen Organismus. Dabei fällt auf, daß außer einzelnen ganz ungewöhnlichen die größere Mehrzahl der Varietäten sich in wohl abgegrenzte wiederkehrende Typen gruppieren läßt. Ohne zunächst an eine Systematik zu denken, erinnere ich an die verschiedenen Formen fehlender sekundärer Verwachsungen, Mesenterium commune in seinen verschiedenen Graden, freies Duodenum, Trennung von Omentum und Mesocolon transversum; ferner veränderte Verwachsungen, wie Hochlage des Caecum unter Ersatz des Ascendens durch Ileum, Anheftung des Colon desc. an die Radix mesenterii, die Hernia mesenterico-parietalis und schließlich anscheinend progressive Formen, wie die mannigfaltigen Bildungen sog. accessorischer Leberligamente in der Gegend des Foramen Winslowii.

Jede typische Varietät ist ein Prüfstein für unsere Kenntnis der normalen Entwicklungsvorgänge. Welchen Ursachen sie auch die Entstehung verdanken mag, sofern sie nur typisch ist, ist sie unentbehrliches Material der entwicklungsgeschichtlichen Forschung; in allererster Linie der entwicklungsmechanischen: eine mit gewisser Regelmäßigkeit wiederkehrende Abweichung erfordert die Annahme wiederkehrender Ursachen, die an irgendeinem Punkte des Entwicklungsweges gewirkt haben müssen; so ist die typische Varietät ein Experiment der Natur und wie das entwicklungsmechanische Experiment geeignet, Kausalzusammenhänge der Entwicklung aufzuklären. Freilich besteht ein Unterschied: beim Experiment sind mit der Versuchsanordnung, die bekannt ist, auch die ersten Ursachen zur Abweichung gegeben, bei der Varietät dagegen ist deren Erkennung erst zu leisten. Doch sind wir in der speziellen Embryologie der höheren Wirbeltiere nicht in der glücklichen Lage, durch Variierung der Bedingungen im Experiment Gesetze finden zu können. So muß die Kenntnis typischer Varietäten und ihrer Entwicklung Ersatz leisten, was vielfach möglich ist: denn der Nebenweg, der zur typischen Abweichung führt, ist nicht ein Spiel des Zufalls, sondern ebenso den Entwicklungsgesetzen unterworfen wie der Weg zur Norm, und ein Vergleich der differenten und gemeinsamen Bilder beider Wege muß die wichtigen Momente und Faktoren der Entwicklung aufdecken lassen und kann mithin als Grundlage zur Aufstellung von Gesetzen dienen.

Diese fruchtbare Methode haben bewußt und ausführlich zum erstenmal Fischer und Eisler (1911) angewandt, indem sie eine typische Varietät, nämlich die *Hernia mesenterico-parietalis dextra*, kausal zu analysieren und an ihr zugleich für die Vorgänge der normalen Lageentwicklung des Darmes mechanische Gesetze zu finden suchten.

Daß für die rein morphologische Betrachtung der Entwicklung die typischen Varietäten und ihre Entstehungsgeschichte notwendige Ergänzungen sind, ist bei ihrer Mannigfaltigkeit selbstverständlich; das Wesentliche, das Lebensnotwendige, Entwicklungsgebende muß ja auch in der Varietät vorhanden sein und kann durch Vergleich besser erkannt werden als bei bloßer Betrachtung normaler Vorgänge (hierzu die klassischen Untersuchungen der Darm- und Mesenteriumentwicklung von Meckel, Johannes Müller, Toldt u. a.).

Schließlich sind Material für die vergleichende und phylogenetische Forschung diejenigen typischen Varietäten, die unter Erhaltung eines foetalen Zustandes oder Ähnlichkeit mit einem solchen zugleich an eine tierische Stufe erinnern. Hier ist aber größte Vorsicht und Zurückhaltung geboten. Die ersten Anregungen nach dieser Richtung hat schon Meckel (1817) gegeben, weiter haben Joh. Müller und Toldt auf die Tierähnlichkeit einzelner Varietäten hingewiesen, ferner hat Klaatsch

(1892) eine ausführliche, vergleichende Darstellung der Mesenterien und Darmlage bei den Wirbeltieren gegeben und die ontogenetischen Stufen der menschlichen Darm- und Mesenteriumbildung damit in Beziehung gesetzt. Auf diesen Untersuchungen weiterbauend, haben schließlich Koch (1900) und von Böninghausen-Budberg (1901) versucht, systematisch die Varietäten der menschlichen Darmlage in eine phylogenetische Reihe zu bringen. Eine solche systematische Gruppierung ist vielleicht einmal möglich. Leider ist aber die Reihe der vorliegenden Untersuchungen sehr unvollkommen und in ganz falsche Richtung geraten; Klaatsch hat offenbar sekundäre Bildungen, wie das Lig. hepato-cavo-duodenale und recto-duodenale, weit überschätzt, diese dann für den Menschen gefordert und in seiner Ontogenese und in Varietäten auch zu finden geglaubt, außerdem sind ihm in der ontogenetischen Darstellung der menschlichen Darmlageentwicklung grobe Fehler unterlaufen (wie z. B. die Umwandlung der „Urflexur“ des Colon zur Fl. coli dextra und Einwachsen derselben ins Mesoduodenum); einzelne seiner Beobachtungen haben bereits von Toldt (1893) eine scharfe Widerlegung erfahren. Die Untersuchungen Kochs und B.-Budbergs leiden einmal in ihren Voraussetzungen an der fehlerhaften ontogenetischen Darstellung der Darmlageentwicklung, die ganz von Klaatsch her übernommen wurde; der Hauptfehler liegt aber in der Methode insofern, als die genannten Autoren wahllos jede Lage- oder Mesenterialvarietät des Darmes als tierähnlich in eine Gruppe einzureihen suchten, ohne die unerläßliche Grundfrage zu stellen, welche Varietäten zu phylogenetischer Betrachtung überhaupt geeignet und welche auszuschließen sind. Phylogenetischen Wert können doch gewiß nur solche Varietäten haben, die man als echte regressive Variationen ansehen kann, also solche, deren Entstehungsursache in einer Keimesvariation vermutet werden darf. Dafür genügt aber weder die Tierähnlichkeit noch der Umstand, daß eine Varietät typisch ist.

Vielmehr sind für jede typische Varietät zunächst zwei Möglichkeiten der Entstehung gegeben: Keimesvariation oder Entwicklungsstörung. Die Entscheidung hierüber muß vorher für jede einzelne Form gefällt oder wenigstens erwogen sein, erst dann kann man eine sinnvolle Reihe der tierähnlichen Varietäten aufstellen. Daß diese Entscheidung jedesmal sorgfältiger Untersuchung bedarf und sehr schwierig ist, liegt auf der Hand; denn einmal sind, selbst wenn schon der morphologische Weg zur Abweichung bekannt ist, die Störungsfaktoren nicht immer zu bestimmen; andererseits kann ein abnormer Entwicklungsvorgang als störend erscheinen, der vielleicht eine Parallele bei einer tierischen Form tatsächlich hat und doch auf Erbfaktoren beruht; also auch genaue Kenntnis der tierischen Entwicklungsvorgänge, nicht nur ihrer Endstadien,

ist zur phylogenetischen Beurteilung der typischen Varietäten erforderlich; vor allem aber liegt es in dem eigenartigen Zusammenhange der Ontogenese und Phylogenese selbst begründet, daß Entwicklungsstörungen, welche zur Erhaltung ontogenetischer Vorstufen beim Erwachsenen führen, zugleich auch Tierähnlichkeit mit sich bringen; so tritt gerade für die tierähnlichen Varietäten die Frage in den Vordergrund, die die genannten Autoren nicht beachteten, ob nicht eine bloße Entwicklungshemmung vorliegt, durch irgendwelche teratologischen, jedenfalls sekundären Faktoren verursacht: so ist es z. B. durchaus nicht erwiesen, daß die tierähnlichste Varietät, nämlich das Mesenterium commune in allen seinen Abstufungen auf einer Keimesvariation beruht, es ist vielmehr im Gegenteil diese Varietät in ihren verschiedenen Graden viel häufiger mechanisch gedeutet worden als atavistisch, und mir scheint, daß eine phylogenetische Reihe mechanisch erklärbarer Varietäten jeglichen Sinnes entbehrt, wenigstens solange wir nicht auch die Mechanik der tierischen Lageentwicklung genau kennen und mit berücksichtigen.

Diese Vorbemerkungen mögen andeuten, wie die Varietätenforschung mit der entwicklungsgeschichtlichen in engen Rahmen zusammengehört, daß gemeinsame Beurteilung nicht nur berechtigt, sondern notwendig ist. Der phylogenetischen Betrachtungsweise aber muß notwendig die Erörterung der morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Fragen vorangehen.

Es mag ferner daraus hervorgehen, daß die Untersuchungsrichtung bei Einbeziehung von typischen Varietäten in embryologischen Betrachtungen eine zweifache nicht nur sein kann, sondern sein muß: entwicklungsmechanisch und vergleichend, entsprechend den beiden Entstehungsmöglichkeiten, Entwicklungsstörung oder Keimesvariation.

Das ist in der bestehenden Literatur bisher wenig zum Ausdruck gekommen. Am besten noch bei Toldt, der zwischen entwicklungsmechanischen und vergleichenden Gedankengängen schwankt, aber nur mit großer Vorsicht sich zu endgültigen Deutungen herantastet. Ganz einseitig ist, wie schon erwähnt, die Reihe vergleichender Untersuchungen durch die Nichtachtung mechanischer Faktoren. In der kasuistischen Literatur der Mesenterialvarietäten herrscht dagegen das entgegengesetzte Bestreben vor: es wird ausschließlich nach mechanischen Deutungen gesucht, oft ohne an Erbfaktoren überhaupt zu denken.

Eine zusammenfassende Bearbeitung in diesem Sinne, welche also eine Darstellung der Mesenterien- und Lageentwicklung des Darmes im normalen und abnormen Verlauf und eine Gruppierung der Varietäten nach mechanischen und Erbmomenten zum Ziele hätte, wäre zur Sichtung der gewaltig angewachsenen Einzelliteratur und als Grundlage zu vergleichenden Untersuchungen sehr erwünscht. Bei dem Versuch, eine

solche zu unternehmen, fand ich aber so wesentliche Widersprüche schon in den rein morphologischen Befunden der früheren Autoren, daß ich mir vorläufig nur die Aufgabe stellen konnte, an der Hand einer neuen umfassenden embryologischen Untersuchung zunächst zu einer eindeutigen Darstellung der normalen Lageentwicklung des menschlichen Darmes zu gelangen, was ich als die wesentliche Aufgabe des I. Teils dieser Abhandlung ansehe.

Zum Leitfaden der Darstellung habe ich gemacht die morphologischen und mechanischen Beziehungen von Duodenum und Colon während der Entwicklung, einmal, weil diese bisher am widerspruchsvollsten behandelt worden sind, vor allem aber, weil ich zu der Überzeugung gekommen bin, daß sie morphologisch und mechanisch den Ablauf der Lageentwicklung beherrschen. Ist das wirklich der Fall, so müssen sie auch vergleichend die größte Bedeutung haben: es sei darauf hingewiesen, daß Klaatsch die Duodenum-Colon-Verbindungen zum wichtigsten Kriterium vergleichender Situsbetrachtungen machte; freilich vor allem die sekundären, wie Lig. recto-duodenale, duodeno-mesocolicum u. a.; ich glaube viel ursprünglichere Beziehungen als maßgebend erweisen zu können.

Ist die Wechselwirkung von Duodenum und Colon entwicklungsmechanisch maßgebend, so müssen auch die Entwicklungsstörungen ganz besonders in den Duodenum-Colon-Beziehungen getroffen sein, was im II. Teil näher begründet werden soll; hier genüge der Hinweis, daß fast alle Untersucher des Mesenterium commune von Treitz (1857) an, auf die auffallende Rechtsstellung des Duodenumendes hinwiesen und die ungewöhnliche Stellung der Fl. duod. jejunalis in kausale Beziehung zum Ausbleiben der normalen Colonbefestigungen zu bringen versuchten, freilich ohne zu einer befriedigenden mechanischen Deutung zu kommen.

Im III. Teil gebe ich die Bearbeitung einer typischen Varietät der Colonlage, nämlich des Caecumhochstandes. Entgegen älteren Deutungen, die diese Varietät auf eine Hemmung der Colonwanderung durch frühzeitige Fixierung der Lage, also als Erhaltung eines foetalen Zustandes, deuteten, fand ich, daß ein entsprechender Zustand beim Embryo normalerweise überhaupt nie existiert; da vielmehr eine Störung der Wechselwirkung von Duodenum- und Colonwachstum als Ursache sich erweisen läßt, habe ich eine Analyse von zwei verschiedenen Typen dieser Varietät als besondere Anwendung der im embryologischen Teil gewonnenen Anschauungen angeschlossen.

Für die embryologische Untersuchung hoffe ich schließlich durch Herausheben dieses einen Tatsachenkomplexes aus der ganzen Lageentwicklung Weitschweifigkeiten vermeiden zu können durch die Weglassung des schon früher einwandfrei Festgestellten. So unterlasse ich

eine genaue Bearbeitung des von Mall (1897) erschöpfend behandelten Dünndarmwachstums und übergehe die ziemlich unabhängig geschehende Entwicklung der Bursa retro-ventricularis und ihrer Anhangsorgane (Bro man) sowie die Entwicklung des linken Colon (Toldt, Waldeyer).

Um eine Übersicht zu gewinnen, seien kurz die Hauptvorgänge der Mesenterien- und Lageentwicklung vorangestellt, wie sie seit den grundlegenden Untersuchungen von Toldt und Ergänzungen durch Mall, Fischer und Eisler allgemein angenommen werden:

Der wichtigste Vorgang der Lageentwicklung ist die vielbeschriebene sogenannte Darmdrehung; sie besteht in groben Zügen in folgendem: Der longitudinal angelegte, durch dorsales Mesenterium in seiner ganzen Länge an der rückwärtigen Bauchwand befestigte Darm bildet in seinem mittleren Teil eine einfache Schlinge, die als schmale Schleife nach vorn in die Bauch- und weiter in die Nabelschnurhöhle vorgetrieben wird, an ihrem Scheitel mit dem Dottersack durch den dünnen Dottersackstiel verbunden. Ziemlich nahe der Rückwand verbleibt der Anfangsdarm, der gleichzeitig eine S-förmige Biegung erhält, indem sein erster Abschnitt, der Magen, nach hinten links, sein unterer Abschnitt, das Duodenum, nach vorn rechts sich wendet, und der Enddarm, der vom dorsalen Ende des aboralen Nabelschleifenschenkels an zunächst seine Lage hinten längs der Rückwand nicht ändert. Durch die Bildung der mit schmaler Wurzel dorsal beginnenden und endigenden Nabelschleife sind Anfangs- und Enddarm in nahe Beziehung gekommen, eben an der Wurzel der Nabelschleife; hier liegen in naher Nachbarschaft die beiden Übergangswinkel, Flex. duod.-umbilicalis (Brösike) und primäre Colonbiegung.

Auf diese einleitenden Vorgänge folgt als zweite Etappe die Drehung der Schleife: der ursprünglich kranial gelegene orale oder Dünndarmschenkel wird unter Schlingenbildung sowohl in der Bauchhöhle, wie in der Nabelschnur zunächst rechts zum aboralen oder Colonschenkel gebracht und dann allmählich von rechts nach links unter ihm hindurch entwickelt, so daß zum Schluß dieser Etappe der Colonschenkel auf dem stark angewachsenen Dünndarmkonvolut kranial aufliegt, noch immer in ziemlich geradem schlingenlosen Verlauf von vorn nach hinten. Die dorsalen Partien des Colon, also die primäre Colonflexur und der von da absteigende Enddarm, haben gleichzeitig die Mitte verlassen und sind vom anwachsenden Dünndarm unter eigener Verlängerung des Colon und seines Mesenterium nach links verlagert worden, so daß Fl. lienalis und Colon desc. in ihrer späteren Anordnung erscheinen.

Der dritte Abschnitt führt zur endgültigen Lagerung auch des Colonanfangsteils, also des aufsteigenden Nabelschleifenschenkels; nachdem das ganze in der Nabelschnur entwickelte Konvolut in die allmählich

erweiterte Bauchhöhle zurückgezogen ist, wird der noch immer dorso-ventral dem Dünndarmkonvolut aufliegende Colonschenkel nach rechts an die rückwärtige Bauchwand befördert, indem die begonnene Drehung des Dünndarmknäuels von rechts nach links unter dem Colon hindurch sich vollendet. Durch Ausbildung der *Fl. coli dextra* und Auswachsen (?) des *Colon asc.* wird die endgültige Lagerung des Darmes erreicht, durch die sekundäre Verwachsung der an die Rückwand angelegten Mesenterium- und Colonabschnitte schließlich die *Radix mesenterii*, die definitive Fixation des Darmes, geschaffen.

Während dieser zweiten und dritten Etappe der Lageentwicklung hat der Magen in Fortsetzung der gleich anfangs begonnenen Linkswendung seine große Krümmung immer weiter von der Rückwand entfernt, nach links und schließlich unter Senkung und Querstellung nach links und vorn abwärts gewendet; zugleich ist sein dorsales Mesogastrium mit übermäßigem Wachstum dieser Bewegung vorangeilt und hat den Netzbeutel im gleichen Sinne, also erst nach links, dann nach vorn und abwärts weit über die große Krümmung hinaus entwickelt; das Netz gewinnt seine definitiven Beziehungen dadurch, daß es kranial zu dem ihm entgegen gehobenen Quercolon nach vorn durchgeschoben wird, in sich selbst und mit *Colon transversum* und dessen *Mesocolon* verwächst und die *Fl. lienalis* durch Vermittlung der Milzverbindungen an das Zwerchfell anheftet.

Das sind die Grundzüge der Lageentwicklung, über die sich alle neueren Untersucher von Toldt an einig sind. Im einzelnen sind diese Vorgänge nach mehreren Richtungen hin vortrefflich und erschöpfend behandelt worden. Toldt, der die grundlegenden Untersuchungen gab, indem er zum erstenmal die ganze Lageentwicklung auf die eigenen Wachstumsverhältnisse des Darmes und die endgültig fixierte Lage auf die physiologischen Verwachsungen zurückführte, hat neben einer ausgezeichneten morphologischen Darstellung der einzelnen Entwicklungsstadien vor allem die peritonealen Bildungen, Mesenterien, Ligamente, Peritonealfalten, Recessus (hier besonders auch Brösike, 1891) untersucht und die Entwicklung der Mesenterien und des Netzes in der heute noch allgemein maßgebenden Weise dargestellt. Die wichtigste Ergänzung zu den Toldtschen Befunden hat Mall (1897) gebracht; er fand, daß die gesamte Schlingenbildung des Darmes, also vor allem die des Dünndarms in der Bauchhöhle wie in der Nabelschnur, gesetzmäßig in ganz bestimmter Formenfolge verläuft, und daß es vornehmlich dieses gesetzmäßige Dünndarmwachstum ist, was zur Drehung der Nabelschleife führt. Mall hat damit das wichtigste mechanische Moment für die Lageentwicklung erkannt und seine Wirkung im einzelnen ausgeführt; seine Abbildungen, Zeichnungen nach Wachsrekonstruktionen, sind zugleich wertvollstes Material. In entwicklungsmechanischer Richtung sind die



Beobachtungen Malls wesentlich vertieft worden durch Fischer und Eisler (1911), die besonders auf Grund der Mallschen Befunde eine ausführliche Analyse der typischen und atypischen Lageentwicklung versuchten.

Eine Besprechung der verschiedenen Anschauungen dieser Autoren kann zweckmäßig nur im Anschluß an die einzelnen Untersuchungen gegeben werden, da eine zusammenfassende Darstellung der ungeklärten Fragen bereits zu sehr in die Einzelbefunde führen würde.

## I. Die Beziehungen zwischen Duodenum und Colon während der Entwicklung; ihre Wechselwirkung als Ursache der Darmdrehung.

### 1. Die Lageentwicklung bis zur siebenten Woche; Ausbildung der Duodenalschlinge und ihrer mesenterialen Beziehungen.

#### A. Die Darmlage beim 6—7wöchigen Embryo.

Zum Ausgangspunkt der Untersuchung wähle ich das viel beschriebene Stadium, welches in den meisten Lehrbuchdarstellungen seiner Übersichtlichkeit wegen als Grundlage zum Ausgangsschema dient, nämlich den 6—7wöchigen Embryo, bei welchem die Gastroduodenalschlinge sowie die Nabelschleife bereits gebildet und auch die wichtigen anfänglichen Beziehungen von Colon und Duodenum schon vorhanden sind. Erst danach werde ich jüngere Stadien zur Erklärung dieses Zustandes heranziehen.

#### Eigene Befunde bei Embryo I, 17 mm, und Embryo II, 22 mm.

Embryo I, Scheitel-Steiß-Länge 17 mm, Alkohol. (Äußere Form entspricht sehr genau dem Embryo Nr. XX der Keibelschen Normen-tafel. Das Darmstadium ist etwas älter als das Toldtsche Ausgangsstadium und ungefähr identisch mit Malls Embryo IX, 17 mm, Tafel XX, etwas jünger als Embryo I bei Fischer und Eisler.)

Die Nabelschnur wurde gespalten und mit der vorderen Bauchwand zusammen entfernt, die Leber mit spitzer Pinzette so weit weggenommen, daß Magen und Duodenum von vorn frei liegen. Der Verlauf des Darmtraktes ist aus der Fig. 1 ersichtlich, die von rechts und etwas von vorn gesehen mit dem Zeichenapparat entworfen ist. Der Magen ist flach, die Vorderfläche sieht nach links ventral-kranial, die Pars pylorica steht erheblich weiter vorn als die Cardia und transversal. Der Übergang in das Duodenum bildet einen Bogen mit kranial gerichtetem Scheitel über die darunter vorkommende Nabelschleife hinweg. Das Duodenum ist dick, bildet einen sehr engen Halbkreis in einer nach ventral-caudal sehenden Ebene. Es ist also erst nach rechts, dann nach dorsal-caudal, dann nach links gerichtet. Letzteres Stück ist das kürzeste, es geht in schärfster Umbiegung in den rückläufigen Weg des Dünndarms über. Die so gebildete, scharf markierte Flex. duodeno-jejunalis liegt mit dem links gerichteten Scheitel median, ihre Schenkel parallel voreinander. Der Dünndarmschenkel, deutlich verdünnt, verläßt die Flexur ventral vor dem Duodenumende gelegen, erst ganz kurz nach rechts, dann aufwärts, dann links gewendet, beschreibt also den gleichen rückläufigen Bogen wie das Duodenum, aber enger ihm parallel und ihm ventral-

caudal angelagert; er biegt dann unter dem Pylorus nach vorn um, erscheint hier rechts parallel neben dem Colonschenkel, geht mit diesem zusammen schräg ventral-kranialwärts zur Durchtrittsstelle durch die Bauchwand und biegt schließlich in stumpfem, nach caudal offenem Winkel in die ventral-caudale Richtung der Nabelschnur ein. Innerhalb der Nabelschnur bildet der Dünndarmschenkel eine nach links dorsal gerichtete, über dem Colonschenkel gelagerte, einfache Schlinge, die einzige Dünndarmschlinge, die vorläufig besteht, und geht 2,5 mm von der Bauchwand entfernt mit scharfem vorderen Scheitel in den sogenannten aufsteigenden Schenkel der Nabelschleife über. Dieser verläuft ohne Schlingenbildung in geradem Verlauf, beginnt als Dünndarm, geht auf halbem Wege zur Bauchwand in das Colon über; die Caecumanlage, scharf gegen das Ileum abgesetzt, liegt versteckt unter der erwähnten Schlinge des Dünndarmschenkels. Das Colon verläuft dann rückläufig, wesentlich verdünnt, genau links zum Dünndarmschenkel, verschwindet mit ihm unter dem Duodenum-Magenübergang und biegt von hier in der Medianebene gelegen allmählich caudalwärts um. Die Umbiegung erfolgt in sanftem Bogen, ohne daß die spätere Flexura lienalis schon deutlich markiert wäre. Wichtig ist ihre Lage zur Flex. duodeno-jejunalis; das Colon läuft in der Medianebene unmittelbar links an der Flexur vorbei nach hinten in gleicher Höhe mit dem caudalen Umfang der Flex. duodeno-jejunalis. Da nun diese sehr viel dicker als der schmale Colonschenkel ist, steht sie also mit dem Hauptteil ihrer Masse kranial zum Colon, und ihr links gewendeter Scheitel ist gegen das sagittal ausgespannte Mesenterium des primären Colonbogens gerichtet und ihm angelagert. Am deutlichsten ist dies Verhalten von links gesehen, wenn man den Magen aufhebt. Dann sieht man von der Colonbiegung sagittal aufwärts ausgespannt ein dünnes Mesenteriumblatt, durch welches der Scheitel der Flex. duodeno-jejunalis hindurchschimmert. Das Mesenteriumblatt setzt an dem von den Vasa mesent. sup. gebildeten Strang an, verschwindet mit ihnen kranial in der Duodenalbiegung, setzt sich ventral mit ihnen fort in das schmale Gekrösplättchen der Nabelschleife. Diese Verhältnisse der Mesenterien sind deutlicher an dem etwas älteren Embryo II. (Zur Orientierung über Fig. 1 sei noch bemerkt, daß der übrige Bauchraum in folgender Weise ausgefüllt zu denken ist: Der ganze obere Teil enthält Leber, die vorn bis herab zur Nabelschleife, zu beiden Seiten bis hinab aufs Becken, hinten bis tief hinter das Duodenum hinunterreicht, nur hinten seitlich liegen die großen Urogenitalanlagen und unterhalb der Nabelschleife vorn Blase, Urachus und Art. umbilicalis.)

Embryo II, Scheitel-Steiß-Länge 22 mm, Alkohol. (Äußere Formen wie Embryo Nr. XXIII der Keibelschen Normentafel. Das Darmstadium entspricht ungefähr Malls Embryo IV, 24 mm, Fischer und Eislers zwischen 1 und 2.) Alter ca. Anfang der 8. Woche.

In der Nabelschnur liegen mehrere Dünndarmschlingen, die erste caudal unter dem Colonschenkel nach links geschoben, die zweite und dritte kranial darüber, so daß das Caecum dazwischen eingepackt ist. Demnach ist die Schlingenbildung schon auf Malls Stadium Tafel XXII, Fig. 8 und 9, Embryo VI, angelangt, aber die Darmdrehung dagegen noch zurück. Der Nabelbruch wurde mit der Bauchwand entfernt, da die Nabelschnur an der Durchtrittsstelle eingerissen war. Die Leber füllt wie bei I den ganzen Bauch, beiderseits neben der Nabelschleife bis auf das Becken reichend. Sie wurde entfernt außer dem hinter Lig. hepato-entericum und Pars desc. duodeni tief herabreichenden Teil. Später wurde eine sagittale Schnittserie von dem Präparat hergestellt.

Die Stellung des Magens ist aus Fig. 2 ersichtlich. Seine freie Fläche sieht nach links ventral, weniger aufwärts als bei Embryo I. Die Pars pylorica nach rechts aufsteigend, geht in gleichmäßiger Krümmung in die enge Schlinge des

Duodenum über. Dieses, in Fig. 4 von rechts dargestellt, beschreibt eine Spirale, und zwar fast eine volle Windung, deren Achse nach ventral-caudal gerichtet ist, etwas mehr caudal als die wirkliche Achse der Schlinge, nämlich die Vasa mesent. sup. Der Weg, den das Duodenum beschreibt, geht von median vorn oben nach rechts kranial, dann rechts dorsal, dann caudal-dorsal, dann links caudal, dann nach links. Die Flex. duodeno-jejunalis ist mit ihrem scharf geknickten Scheitel genau links gerichtet, überschreitet die Mittellinie ein wenig, ihr Duodenumschenkel liegt dorsal, der Dünndarmschenkel ventral, etwas caudal; von hier aus beschreibt der Dünndarm viel ausgeprägter als bei I den rückläufigen Weg der Duodenumschlinge, ist dabei ebenso wie vorher dem Duodenum parallel ihm ventral-caudal angelagert (siehe Fig. 4), biegt schließlich von der Pars sup. duodeni nach vorn etwas absteigend ab, um in ventral-caudaler Richtung in den rechten Schenkel der Nabelschleife überzugehen. Die beiden Schenkel der Nabelschleife lagen im Bauch und beim Durchtritt vermutlich nebeneinander (nicht mehr zu entscheiden). Sicher aber entfernt sich der rückläufige Colonschenkel im Abdomen allmählich immer mehr caudal vom Dünndarmschenkel und erreicht, die Flex. duodeno-jejunalis unmittelbar caudal berührend, die Rückwand, in flachem Bogen in die Caudalrichtung umbiegend.

So wird von links gesehen wiederum die Flex. duodeno-jejunalis verdeckt durch das Mesenterium der primären Colonflexur. Fig. 2 und Phot. Fig. 3, Tafel X zeigen diese etwas subtilen Verhältnisse: bei emporgehobenem Magen (Fig. 3) erscheint eine dicke, weiße Masse, die die Konkavität der Duodenumschlinge ausfüllt, d. i. Pankreaskopf und -gefäße. Von hier aus setzt sich nach caudal-ventral ein besonders dicker weißer Strang fort (V. omphalo-mesenterica), der weiterhin zur Achse der Nabelschleife wird. Kranial über dem Anfang dieses Stranges verschwindet, von links gesehen, das Duodenum nach rechts; caudal läuft, der V. omphalo-mesenterica zunächst parallel, der aufsteigende Colonschenkel und läßt, indem er sich in flachem Bogen absteigend von ihr entfernt, zwischen sich, der V. omphalo-mes. und der Wirbelsäule eine dreieckige Fläche frei; in diesem Dreieck ist das Mesenterium der primären Colonflexur sagittal ausgespannt, und durch dieses Mesenterium schimmert caudal zur V. omph.-mes., kranial zum Colon, die Flexura duodeno-jejunalis hindurch, die von rechts her gegen das Mesenterium gerichtet ist und es bereits deutlich nach links vorwölbt. Eine scharfe Flexura lienalis besteht noch nicht.

Um die genaue Mesenterialbeziehung der Flex. duodeno-jejunalis und des Colonbogens festzustellen, wurde das Präparat in eine Sagittalserie zerlegt; Fig. 5 zeigt den Medianschnitt (mit kleinen Ergänzungen aus den Nachbarschnitten, und zwar sind ergänzt das Colonlumen und die Anfänge von Art. mes. sup. und inf.). Es ergeben sich folgende Einzelheiten des Mesenterialverlaufs: Das Mesogastrium entspringt in der Mittellinie, von Cardia bis Duodenumanfang als dünne, links gewendete, hintere Platte des Netzbeutels, enthält im caudalen Abschnitt das Corpus pankreatis und reicht noch ein wenig nach links caudal über die große Kurvatur hinaus. Im linken unteren Rande findet sich die wohl abgegrenzte Milzanlage. Das Mesogastrium wird nach caudal und rechts abgegrenzt durch die Art. coeliaca. Von deren Eintrittsstelle in das Mesenterium an caudalwärts (s. Fig. 5) existiert nicht eine einfache Mesenteriumansatzlinie, sondern der Ansatz verbreitert sich sofort zu einem dicken Stiel, der an seinem Ursprung von der Wirbelsäule die Art. coeliaca, mesent. sup., dichte Zellanhäufungen (Sympathicusanlagen) und viel indifferentes Gewebe enthält. Der Stiel ist in der Medianebene schräg ventral-caudal gerichtet und trägt die Duodenumschlinge, indem er die Achse ihrer Spirale bildet. Er setzt sich über sie hinaus fort als Inhalt des Nabelschleifengekröses, als Vena und Art. omphal.-mesenterica. Die Art. coeliaca ge-

hört nur dem Anfang des Stieles an, da sie beim Herantreten ans Duodenum ihre Äste entsendet. Der Gefäßstiel nimmt von der Wirbelsäule sich entfernend rasch an Dicke zu, dadurch, daß der Pankreaskopf und die mächtige *V. portae* (resp. *omphal.-mes.*) hinzukommen. Letztere, von der Leber kommend, tritt an den dorsalen Umfang der *Pars sup. duod.*, tritt dorsal vom Pankreaskopf in den Stiel ein (s. Fig. 5) und bildet weiterhin den dicken Kern desselben, erst direkt vor *Art. mesent. sup.*, dann weiter caudalwärts links vor ihr verlaufend. Den genannten Gefäßen liegt der Pankreaskopf breit auf, an ihrem kranial-ventralen und rechten Umfang; da, wo *V. omphalo-mes.* unter dem Pankreaskopf caudal wieder heraustritt (Pankreaswinkel), liegt sie bereits links vor der Arterie. Die Duodenalschlinge liegt dem so aus Gefäßen und Pankreas gebildeten massiven Stiel mit ganz breiter Fläche an, um ihn herumlaufend, wie der Gummischlauch um eine Radfelge.

Wenn ich diese Masse, welche das Duodenum trägt, hier nicht als *Mesoduodenum*, sondern als „Gefäß-Pankreas-Stiel“ bezeichne, so geschieht das aus Gründen der Darstellung, die noch zu erörtern sein werden. Zunächst die Beziehung des *Mesocolon* hierzu.

Der Stiel setzt sich vom Pankreaswinkel abwärts mit der *Vena omphal.-mes.* und *Art. mesent. sup.* fort als ganz schmales Gekröse der Nabelschleife, in dem die Arterie etwas mehr rechts und hinten und die Vene mehr links und vorn gelegen ist. An den linken lateralen Umfang der Vene schließt das dünne Mesenterium der primären Colonflexur an. Dieses entspringt vor der Wirbelsäule vom Ursprung der *Art. mesent. sup.* ab caudalwärts in der Mittellinie und setzt kranial an den Stiel an, indem sein Ansatz erst dem Anfangsteile der *Art. mesent.* folgt und vom Pankreaswinkel ab dem linken Umfang der *V. omphalo-mes.* Da auf diese Weise das Mesenterium der primären Colonflexur den Winkel ausfüllt, den der Stiel mit der Wirbelsäule bildet, kommt folgende wichtige Peritonealbeziehung zustande: Die linke Platte des genannten Mesenterium setzt sich kranialwärts in ziemlich glattem Verlauf fort, über *V. omphalo-mes.* hinweg, auf die jetzt noch sehr schmale Ventralfläche des Pankreaskopfes und den ventralen Umfang des oberen Duodenumabschnitts (*Pars sup. und desc.*). Es folgt die Beziehung der *Flex. duod. jejunalis*: Indem das Duodenum mit *Pars sup. und desc.* dem Pankreaskopf, mit *Pars inf.* dem caudal-dorsalen Umfang des Stieles mit breiter Fläche angelagert ist, beginnt ein schmales, dünnes, eigentliches Gekröseblättchen erst im Bereich der Flexur selbst, und zwar ist die Knickungsstelle an ihrem ventral-kranialen Umfang mit dem caudal-dorsalen des Stieles ganz kurz so verbunden, daß noch im Bereich des letzten Duodenumstückes die breite Anlagerung ziemlich plötzlich in eine schmale Verbindung übergeht; diese folgt dem Knick und geht dann mit dem Dünndarm nach rechts vorn um den Stiel herum, indem sie dauernd die Konkavität dieser ersten Dünndarmschlinge kurz an den rechten Umfang des Stieles anheftet; mit Übergang des Dünndarms in die Nabelschleife wird diese Verbindung natürlich zur rechten Hälfte des Gekröseblättchens der Schleife. Somit ist die *Fl. duod.-jejunalis* nur mit der unteren hinteren Fläche des Gefäßstieles verbunden an einer Stelle desselben, die bereits ein Stück von der Wirbelsäule entfernt ist; mit der Wirbelsäule selbst und mit dem *Mesocolon-ansatz* besteht noch keinerlei andere Beziehung als flächenhafte Berührung.

Toldts Darstellung des 6—7wöchigen Embryo; Kritik seines Schemas. „*Mesoduodenum*“ oder „Gefäß-Pankreas-Stiel“.

Die hiermit gegebene Darstellung des 6—7wöchigen Embryo weicht in wesentlichen Punkten ab von der besten und ausführlichsten Beschrei-

lung dieses Zustandes, die wir besitzen in Toldts „Gestaltung des Gekröses bei sechswöchentlichen Embryonen“ (1879). Da Toldts Untersuchungen die Grundlage unserer heutigen Anschauungen von der Mesenteriumentwicklung geworden sind, muß ich ausführlich seine Beobachtungen anführen und die Differenzen aufzuklären versuchen. Was zunächst Stellung und Fixation der Fl. duod.-jejunalis betrifft, so gibt Toldt an, „daß schon in dieser frühen Periode, in welcher noch gar keine Dünndarmwindungen vorhanden sind, der hinterste Teil des aufsteigenden Schenkels (der Nabelschleife) links und über dem absteigenden gelegen ist, und daß er an dieser Stelle in das Endstück des Darmes umbeugt“; bei Beschreibung seines nächsten Stadiums „erste Hälfte des 3. Foetalmonates“: „daß die Fl. lienalis schon in dem sechswöchigen Embryo etwas über der Fl. duod.-jejunalis gelegen, infolge des Wachstums des Dickdarms noch höher hinaufgerückt ist“. Ich glaube, es war Toldt wichtig, gegenüber anderen Darstellungen hervorzuheben, daß am Anfangsteile der Nabelschleife der Colonschenkel links und etwas höher als der Dünndarmschenkel gelegen ist, das trifft aber nicht zu für den dorsalen Abschnitt, den Colonbogen; ich verweise auf Fig. 2—5 und die gleiche Beobachtung an dem Embryo I, den ich wesentlich zu diesem Zweck präparierte; ich verweise ferner auf Malls Abbildungen nach Wachsrekonstruktionen: In Fig. 4, Taf. XX (17 mm, Nabelschleife erst mit einer eben angedeuteten Schlinge) steht die Fl. duod.-jejunalis links gerichtet an die rechte Seite des Mesenterium der flachen Coloflexur angelehnt, ganz analog unserer Fig. 2; das gleiche zeigt besonders Malls Fig. 9, Taf. XXII bei einem 24 mm-Embryo; bei dem 28 mm-Embryo, Fig. 10 und 11, ist die Fl. duod.-jejunalis selbst unsichtbar, aber nach der Richtung ihrer Schenkel erheblich oberhalb der Colonbiegung gegen dessen Mesenterium hin gerichtet. Daß Malls Figuren einwandfreies Material darstellen, liegt bei ihrer Gewinnung auf der Hand.

Dagegen bildet Endres (1892) in der schematischen Fig. 4 bei 6—7 wöchigen Embryonen die Fl. lienalis scharf geknickt, erheblich kranialwärts zur Fl. duod.-jejunalis ab, ähnlich Fredet (s. Poirier und Charpy, 1914), Fischer und Eisler berücksichtigen die Stellung der beiden zueinander nicht, doch geben sowohl Endres wie Fischer und Eisler an, daß die Fl. duod.-jejunalis zu dieser Zeit unmittelbar caudal zum Ursprung der Art. mesenterica sup. liegt und links gerichtet ist; hieraus geht hervor, daß die Lage mit der hier und bei Mall gegebenen Darstellung identisch gewesen sein muß, da auf die Art. mes. sup. abwärts unter allen Umständen ein Stück Mesocolon folgen muß, welches den Raum zwischen den beiden divergent verlaufenden Gebilden, Art. mes. sup. und Colon, ausfüllen muß (von Toldt auch erwähnt).

Über die mesenterialen Beziehungen des Duodenum-Dünndarm-Überganges sagt Toldt, „daß die Umbeugungsstelle des Duodenum

in die Nabelschleife jener Punkt des Darmkanales ist, welcher am meisten an die hintere Leibeswand fixiert ist". Er teilt entsprechend das Gekröse in drei Abschnitte: „Der oberste gehört dem Magen und Duodenum an, der mittlere der Nabelschleife, der unterste dem Endstück des Darmes. Zwischen dem oberen und mittleren Abschnitt findet sich eine ganz kurze Unterbrechung entsprechend der Fl. duod.-jejunalis.“ Von dieser Vorstellung ausgehend hat Toldt sein bekanntes Schema entworfen, welches mit zahlreichen Modifikationen in den gebräuchlichen Lehrbüchern sich findet; der gemeinsame Fehler ist, daß die Fl. duod.-jejunalis durch kurze dorsale Fixation an die Wirbelsäule angeheftet erscheint und so das Mesoduodenum vom Mesenterium der Nabelschleife trennt. Die Unmöglichkeit eines solchen Zustandes ist aus Toldts eigenen Angaben leicht zu erweisen: Wenn die Fl. duod.-jejunalis rechts neben der Fl. lienalis oder gar schon etwas caudal von ihr liegt, beide aber ein dorsales Mesenterium resp. kurze Anheftungen besitzen, so müssen zwei dorsale Mesenterialansätze nebeneinander bestehen, was undenkbar ist, solange sekundäre Verwachsungen fehlen: wenn aber, wie das Toldt schildert und die davon ausgehenden Schemata (Corning, Kollmann, Sobotta, Rauber-Kopsch) angeben, die Flexur sich oberhalb des Nabelschleifengekröses an die Wirbelsäule anheftet, so muß sie auch oberhalb der Art. mesent. sup. liegen, da nach Toldts Angaben das Mesenterium der Colonbiegung bis an die Arterie heranreicht; dann müßte sie aber den Pankreaskopf von den Vasa omph.-mesent. trennen, was gleichfalls unmöglich ist. (Tatsächlich schiebt sich in allen den genannten Schemata die Flexur trennend zwischen Art. mes. sup. und Pankreaskopf ein. Über weitere Fehler dieser Schemata s. S. 126, 171 u. 172). Andererseits sind sich die Autoren (Mall. Enders, Fischer und Eisler, sogar Toldt) darüber einig, daß die Fl. duod.-jejunalis im Stadium des sechswöchigen Embryo bereits caudal dem Ursprung der Art. mesent. sup. anliegt, dann ist aber, wie erwiesen, eine Befestigung derselben gegen die Wirbelsäule undenkbar.

Damit fallen eine ganze Reihe von Toldts weiteren Schlüssen, die er auf die frühzeitige Fixation der Fl. duod.-jejunalis gegen die Wirbelsäule aufbaut. (Auffallenderweise schließt sich sogar auch Brösike (1891) in diesen Punkten vollkommen an Toldt an.) Eine Erklärung für Toldts Behauptung ist vielleicht darin zu finden, daß ihm keine Serienschritte zur Verfügung standen, daß er vielmehr das genauere Verhalten der Mesenterialansätze durch Abpräparieren des ganzen Darmtraktes von der Wirbelsäule festzustellen suchte. Wenn man danach den Darm mit den Mesenterien in einer Ebene flach auszubreiten sucht, kann man wohl jener Täuschung verfallen. Ich verweise noch einmal auf den Sagittalschnitt der Fig. 5 und habe das dort dargestellte Verhalten an mehreren Querschnittserien ähnlicher Stadien (s. später Fig. 6—15) feststellen

können: die Flexur ist, sobald sie caudal unter die Gefäße getreten ist, mit ihrem ventral-kranialen Umfang durch eine schmale Verbindung gegen deren caudal-dorsalen Umfang fixiert, diese Verbindung geht duodenumwärts über in die breite Auflagerung des Duodenum auf den Pankreaskopf, und jejunumwärts in das Gekröseblättchen der Nabelschleife. Damit ist eine ununterbrochene Beziehung des Mesenterium der primären Colonflexur zur Ventralfläche des Pankreaskopfes und der Duodenalschlinge sichergestellt.

Es bleibt der dritte Differenzpunkt, das Mesoduodenum: Toldt schreibt dem Duodenum des 6wöchigen Embryo „ein verhältnismäßig langes Gekröse zu, welches an der konkaven Seite der Schlinge haftet und nach aufwärts hinter den Magen ziehend ohne Unterbrechung in das eigentliche Magengekröse übergeht; die Insertionsverhältnisse des Magengekröses lassen sich am besten übersehen, während man den Darmkanal an seinem Gekröse mit der nötigen Vorsicht herauspräpariert. Namentlich überzeugt man sich dabei, daß das Magengekröse erst an der Fl. duod-jejunalis sein Ende erreicht, da, wo diese der Wirbelsäule unmittelbar anliegt.“ Und weiter: „daß dieselbe Gekröseplatte, welche an der großen Krümmung des Magens haftet, sich ununterbrochen in die Konkavität des Duodenum hinein forterstreckt, sich daselbst als freies Gekröse ansetzt und das Pankreas in sich einschließt“. Was Toldt als Mesoduodenum beschreibt, ist, das kann keinem Zweifel unterliegen, genetisch als Mesoduodenum und als Fortsetzung des Mesogastrium aufzufassen. Es ist Toldts Verdienst, gegenüber Joh. Müller und anderen Autoren, die die Existenz eines Mesoduodenum leugneten, beim Menschen ein solches festgestellt und es in Analogie mit den übrigen dorsalen Mesenterialabschnitten gebracht zu haben. Auch die Entstehung des Pankreaskopfes im Mesoduodenum, des Körpers im Mesogastrium, hat Toldt als erster erkannt und so den Übergang dieser Mesenterialabschnitte zweifellos erwiesen. Das Mesoduodenum ist aber im Stadium des 6wöchigen Embryo so umgewandelt, daß es morphologisch diese Bezeichnung nicht mehr verdient. Toldt spricht von einem „verhältnismäßig langen Mesoduodenum“ und bezeichnet es als „Gekröseplatte“. Mit dem Begriff Mesoduodenum verbindet man notwendig die Vorstellung einer Gekröseplatte, die freilich durch Einlagerung des Pankreaskopfes sehr verdickt sein kann, die aber jedenfalls als Teil des dorsalen Mesenterium einen dorsalen Ansatz an der Wirbelsäule haben muß. Eine Gekröseplatte besteht aber tatsächlich nicht mehr infolge der Querstellung des Duodenumanfanges, der breiten Auflagerung desselben auf den Pankreaskopf und dessen breiten Anschlusses an die Oberfläche der Vasa omph.-mesent. Dadurch kommt die vom früheren Zustand vollkommen abweichende Verlaufsweise des Peritoneum zustande: Während von vornher gesehen die kraniale Bauchfellplatte des oberen Duode-

nalabschnittes in längerem Verlauf sanft aufsteigend erst den Pankreaskopf bedeckt und dann, mit der Plica art. hepat. resp. coeliacae aufsteigend den Übergang in das Mesogastrium vermittelt und am Ursprung der Art. coeliaca schließlich in das parietale Peritoneum überführt, hat die caudale Peritonealbedeckung des Duodenumanfanges einen gerade entgegengesetzt gerichteten Verlauf: vom caudalen Umfang des Duodenum ausgehend setzt sich das Peritoneum, der ganzen Konkavität der Duodenumschlinge entsprechend, über den Pankreaskopf hinweg auf den Gefäßstiel in glattem Verlauf fort, so daß es von der Pars sup. aus in die linke Platte des Mesenterium der Colonflexur und anschließend in die obere des Nabelschleifengekröses übergeht, von der Pars desc. und inf. auf den rechten vorderen Umfang des Pankreaskopfes und von da ebenfalls in die obere Fläche des Nabelschleifengekröses. Kein Teil dieser Peritonealfläche gewinnt aufsteigend einen eigenen Anschluß an den dorsalen Mesenterialansatz. Also besteht keine Gekröseplatte des Duodenum, sondern eine massive, annähernd spindelförmige Achse, um welche die Schlinge breitbasig anliegend herumgelegt ist.

Dadurch fehlt auch das zweite Kennzeichen eines dorsalen Meso: der Anschluß an die Wirbelsäule. Das Mesogastrium reicht mit seiner Ansatzlinie herab bis zur Art. coeliaca, die seinem Gebiet noch angehört. Unmittelbar darunter entspringt aber bereits die Art. mesent. sup., mit der Coeliaca in gemeinsamem dicken Stiel gelegen, und diese gehört bereits dem Mesenterium der Nabelschleife an; dann folgt sofort das wiederum dünne Mesenterium der Colonbiegung. Es ist klar, daß für ein Mesoduodenum kein eigener dorsaler Ansatzpunkt bleibt; den ganzen Stiel als Mesoduodenum zu bezeichnen, wäre ganz ungenau, da er ja sowohl die Coeliaca als auch die Mesenterica sup. enthält.

Es kommt schließlich noch eine genetische Betrachtung hinzu. Es ist nicht einmal das, was als Mesoduodenum allenfalls übrigbliebe, nämlich die ganze Masse, welche die Konkavität der Duodenalschlinge ringsum an die Gefäßachse anschließt, als einheitliche Bildung des dorsalen Mesenterium aufzufassen. Denn es liegen ebenfalls darin die ventralen Pankreasanlagen, der Lebergang und ein Teil des Verlaufes der V. portae; diese entstammen aber dem ventralen Duodenalgekröse und sind erst durch die bekannten Vorgänge, Rechtsdrehung der Leber, Linksdrehung des Magens und damit Querstellung des Duodenumanfanges und Achsendrehung desselben, vom ventralen Umfang des Duodenum an seinen dorsalen und damit an die Ansatzstelle des Mesenterium dorsale verlagert worden, um hier zum Teil das Lig. hepato-duodenale zu bilden, zum Teil mit dem Mesoduodenum dorsal zu verschmelzen, in ihm aufzugehen. Ein Mesoduodenum existiert also beim 6wöchigen Embryo morphologisch nicht; weder eine Gekröseplatte, noch ein als Mesoduodenum ab-



grenzbarer Gekröseabschnitt, noch eine einheitlich aus dorsalem Mesenterium entstandene Bildung ist vorhanden.

Ich schlage deswegen vor, die Bezeichnung „Mesoduodenum“ hier ganz fallen zu lassen und die Masse, welche das Duodenum trägt, nach ihrem Aufbau „Gefäß-Pankreas-Stiel“ zu nennen. Dieser stellt danach eine von der Wirbelsäule in schräg ventral-caudaler Richtung abgehende Masse dar, welche die Art. coeliaca, mesent. sup. und weiterhin V. omph.-mesent. und Pankreaskopf enthält, um welche das Duodenum breit aufgelagert herumgelegt ist. An den Stiel setzt sich kranialwärts das Mesogastrium an, caudal das Mesenterium der primären Colonflexur; seine eigene freie Fortsetzung ist das Gekröse der Nabelschleife. Der Duodenum-Dünndarm-Übergang ist gewissermaßen als Nebenschleife an den rechten und unteren Umfang dieses Stieles mit schmalem Gekröse angeschlossen. Eine Unterbrechung des Mesenterium dorsale hat nur insofern statt, als es an der Stelle des Ursprunges der Art. coeliaca. und mesent. sup. zu einem Stiel verdickt ist, der das Duodenum und die Nabelschleife trägt. Der Stiel ist morphologisch und mechanisch die Achse der Darmdrehung.

Es ist hiernach notwendig, die Nabelschleife in ihren Abgrenzungen anders zu definieren, als es bei Toldt, Endres, Fredet u. a. geschieht, die ihre Wurzel durch die Enden der Schenkel in Fl. duod.-jejunalis und Fl. lienalis bezeichnet sein lassen. Die Begrenzung des oralen Dünndarmschenkels durch die Fl. duod.-jejunalis ist scharf und hat, morphologisch wenigstens, Berechtigung. Die Colonbiegung dagegen ist in diesem sogar schon ziemlich vorgeschrittenen Stadium der Nabelschleife noch ganz sanft, der Schenkel geht, wie in Fig. 1—5 klar zu sehen ist, in flachem Bogen in den Enddarm über. Hier ist eine besondere Abgrenzung erforderlich: am geeignetsten ist die Zuhilfenahme des Gekröses der Schleife; in ihm verläuft als zentrale Achse die Art. und V. mesent. sup.; da wo diese Arterie im Pankreaswinkel hervorkommt, beginnt das Nabelschleifengekröse, scharf gegen den dicken Gefäß-Pankreas-Stiel als dünnes Mesenteriumplättchen gesondert. Dieser Stelle des Gekröses entspricht eine Stelle des Colon (s. besonders Median-schnitt Fig. 5), die das Ende des geraden Schleifenschenkels und den Beginn der Krümmung zum Enddarm bildet; da hier wenig später die „Fl. coli media“ (s. später bei Embryo III) sich markiert, die besonders für die mechanischen Verhältnisse des vorderen und hinteren Colonbereichs eine scharfe Grenze darstellt, so halte ich diese Stelle für geeignet, als Grenze für den aboralen Nabelschleifenschenkel zu dienen; auch Fischer und Eisler setzen hier das Ende des Nabelschleifenschenkels ein. Ich bezeichne also durchweg als Colonschenkel der Nabelschleife nur den gestreckten Colonschenkel bis zu dieser Stelle der späteren Fl. coli media, als „primären Colonbogen“ den folgenden Anteil, der durch das be-

schriebene, dreieckige, breitere Gekröseblatt an Gefäßstiel und Wirbelsäule angeheftet wird, und den Rest als Enddarm. Auch eine andere Einteilung der Mesenteriumabschnitte, als von Toldt diesen Stadien gegeben wurde, halte ich für notwendig: Toldt teilte in drei Abschnitte: Gastroduodenalgekröse, Gekröse der Nabelschleife, Enddarmgekröse. Den vorher gegebenen Ausführungen entspricht dagegen nur folgende Einteilung: 1. Magengekröse mit Magen, 2. Gefäß-Pankreas-Stiel mit zirkulär herumlaufender Duodenalschlinge, 3. Nabelschleifengekröse mit Dünndarm und geradem Colonschenkel, 4. Mesenterium des primären Colonbogens, 5. Enddarmgekröse. Von diesen fünf Gekröseabschnitten hat einer, nämlich das Nabelschleifengekröse, keinen eigenen Ansatz an der Wirbelsäule, dieses bildet vielmehr die freie Fortsetzung des Gefäß-Pankreas-Stieles.

In der Beschreibung eines Mesoduodenum schließen sich die späteren Autoren wesentlich an Toldt an, in seinen Schemata auch Fredet (s. auch Text S. 341). Endres unterscheidet bei Beschreibung des Gastroduodenalgekröses mit Toldt an diesem drei Abschnitte: „der oberste ist nach links, der mittlere nach vorn und abwärts, der unterste nach vorn und rechts gewendet. Eine nach rechts und oben konvexe Falte erhebt sich als Grenze zwischen dem Gebiet des Omentum majus, wozu also auch ein großer Teil des Gekröses der Pars horiz. sup. duodeni gehört, und dem Gekröseanteil des mittleren und unteren Duodenalschenkels (Pl. art. hepat.).“ Es kann mit dieser Angabe nur das erwähnte, vom Duodenum kranial und rechts ausgehende Peritoneumblatt gemeint sein, ein ihm entsprechendes caudales linkes existiert nicht (s. hierfür besonders Fig. 16 oder auch 12 und 13). Dabei hat aber diese Trennung durch die Plica art. hepat. eine wesentliche Bedeutung; links von ihr ist außer dem Mesogastrium auch der allererste Anfangsteil eines wirklichen Mesoduodenum gelegen, der mit an der Netzbildung beteiligt wird und sich so als Mesenterium erhält; es wird daraus der Teil der Bursa omentalis, der später das Tuber omentale des Pankreas von Pars sup. duodeni trennt, und der schmale rechte Endabschnitt des Netzes, der später die Fl. coli media mit der Pars sup. duod. verlöten läßt.

Weniger wichtig ist die von Endres gemachte Scheidung in ein rechtes und linkes, resp. oberes „supraarterielles“ und unteres „infraarterielles“ Gekröseblättchen der Nabelschleife entsprechend der trennenden Art. mesent. sup.; das rechte „supraarterielle“ schließt an Pankreaskopf und Duodenum an und bildet gleich an der Wurzel das schmale Seitenfältchen, welches die Fl. duod.-jejunalis von unter her gegen den Gefäßstiel befestigt; das linke „infraarterielle“ setzt sich, wie oben beschrieben, rückwärts fort in das dreieckige Mesenterium der Colonbiegung; in Wirklichkeit sind beide im Stadium der ausgebildeten Nabelschleife bereits infraarteriell gelegen.

## B. Wachstumsdrehung um den Gefäß-Pankreas-Stiel (von 7 bis ca. 25 mm, 5.—8. Woche).

Die Forderung, daß man im Zustand des 6 wöchigen Embryo nicht ein Mesoduodenum beschreiben soll, sondern die ganze das Duodenum tragende Gewebsmasse unter einen Begriff zusammenfassen, eben als „Gefäß-Pankreas-Stiel“, wurde aus den morphologischen Verhältnissen abgeleitet, sie gründet sich aber ebenso auf der Mechanik der Lageentwicklung: dieser Stiel wirkt während des Wachstums des Duodenum als einheitliches Gebilde, als Achse, um welche das Duodenum durch sein Wachstum eine Raddrehung beschreibt, wobei es diese Achse selbst zum Teil mitdreht. Zur besseren Übersicht sei es gestattet, dieses Ergebnis der weiteren Untersuchungen im voraus kurz zusammenzufassen: Die Drehung erfolgt so, daß der Pylorus am wenigsten verschoben wird, und zwar ein wenig nach rechts, wesentlich gehalten durch die Leberverbindung, daß aber von hier aus das Wachstum des Duodenum die Pars desc. abwärts und nach hinten, die Pars inf. erst nach links, dann nach links kranial vortreibt. Eine solche Schiebung muß erfolgen, da die Duodenalschlinge sich nur wenig aufweiten kann (nur entsprechend dem geringen Wachstum ihrer Achse, der sie breitbasig anliegt), und ferner, da am oberen Anfang der feststehende Magen ein aufwärts und links gerichtetes Wachstum nicht erlaubt. Es wird so die Fl. duod.-jejunalis von rechts her caudal zum Gefäßstiel nach links durchgeschoben; sie stößt hier gegen das Mesenterium der Colonbiegung, buchtet dieses erst nach links etwas aus und erhebt es schließlich nach kranial-dorsal empor. Bei diesem Vorgang wird der Stiel etwas mitgedreht, so daß der Pankreaskopf nach rechts caudal um die Gefäße umgebogen wird und diese selbst ihre Lage wechseln. Die angedeuteten Vorgänge sind ausschlaggebende Faktoren für die ganze Darmdrehung.

Der Ablauf der Drehung in dem genannten Sinne als Folge der Wachstumsrichtung des Duodenum läßt sich erweisen vor allem aus drei Momenten: 1. Wanderung der Fl. duod.-jejunalis, 2. Wanderung der Mündungen von Gallengang und Pankreasausführungsgang und 3. der Lageveränderung von Pankreaskopf und -gefäßen zueinander. Um diese drei Vorgänge darstellen zu können, muß ich auf jüngere Stadien zurückgreifen, da der Drehungsprozeß beim 6—7 wöchigen Embryo bereits in vollem Gange ist.

### Entstehung und Wanderung der Fl. duod.-jejunalis.

Eine solche wurde zuerst angenommen von Treitz, aber von Waldeyer und Toldt wieder bestritten (Toldt 1879, S. 26), dann von Endres wieder erwähnt, der aber keine Belege dafür bringt, und von Fischer und Eisler bestätigt, die ihr eine wesentliche Bedeutung für die

Drehung beilegen. Doch haben diese Autoren weder ihre genaueren morphologischen Beziehungen noch ihre unmittelbare Wirkung — Aufrichtung des Mesenterium der primären Colonflexur — erkannt. Fischer und Eisler geben als Stellung der Flexur an: beim 16 mm-Embryo median, dorsal zum Gefäßbündel; bei 19 mm links konvex, ungefähr in der Mittellinie, dorsal zu Pars pylorica und Vasa mesent.; bei 23 mm links der Medianebene, dorsal zu Pars pylorica. Auch Fredet (S. 336 und 341) beschreibt die Wanderung, und zwar gibt er dafür an  $270^\circ$ , d. i.  $\frac{3}{4}$  Kreis. Die Frage nach der Wanderung der Fl. duod.-jejunalis ist untrennbar von der nach ihrer ersten Entstehung, und diese ist identisch mit der von His (1885, S. 21), Toldt (1889, S. 36), Brösike (1891) und Endres (1892) diskutierten Streitfrage, ob die zuerst entstehende Biegung des Duodenum gegen den Dünndarmschenkel der Nabelschleife (Brösikes Fl. duod.-umbilicalis) die spätere Fl. duod.-jejunalis selbst ist (Toldt und Endres), oder ob diese erst sekundär distal von der Fl. duod.-umbilicalis entsteht (His und besonders ausführlich Brösike), so daß danach die Pars inf. und asc. duodeni aus dem Anfang des Dünndarmschenkels der Nabelschleife entstehen würden. Fredet hält die Frage für unentschieden.

Um die Ausbildung der scharf geknickten Fl. duod.-jejunalis und ihre anfängliche Lage rechts von der Mittellinie neben dem dorsalen Mesenteriumansatz zu verstehen, muß man sich die Entwicklung des Duodenalbogens und seine der Magendrehung entsprechende Umwendung nach rechts klarmachen. Gute Abbildungen dieser frühen Verhältnisse hat vor allem His gegeben, man vgl. Taf. XII (Atlas), die Querschnittbilder des 5 mm langen Embryo R mit dem 7 mm-Embryo B der Taf. III. Bei dem 5 mm-Embryo R steht der Darm noch rein sagittal mit kaum merklicher Vorbiegung der Duodenalpartie. Bei dem 7 mm-Embryo B (nach einer zeichnerischen Rekonstruktion, die ich von den Bildern der Tafel I machte) ist die Duodenalschlinge schon deutlich vorgewölbt; in Höhe des sagittal stehenden vorderen Scheitels finden sich die Mündungen von Leber- und Pankreasgängen, von hier caudalwärts bildet das Duodenum einen sanften Bogen dorsalwärts, dessen hinterer Scheitel schon deutlich nach rechts abweicht, so daß die Stelle, welche (von Fig. 25—28) der Höhe des Ursprungs von Art. coeliaca und mesent. sup. entspricht, bereits rechts zu den Gefäßen gelegen ist. Das Mesoduodenum erscheint hier nach rechts umgebogen. Der Übergang in den Dünndarmschenkel der erst angedeuteten Nabelschleife liegt bereits rechts seitlich angelehnt an die Gekrösefortsetzung, die weiter caudalwärts dem Colonschenkel zukommt (Fig. 25, 24 und vorhergehende). Gerade diese His'schen Figuren zeigen die Anbahnung der späteren Lage ganz vortrefflich. Die Magendrehung hat in dem Stadium des 7 mm-Embryo eben erst begonnen. Indem diese weiterhin rasch sich vollzieht.

wird der Anfangsteil des Duodenum quergestellt. Lewis (1910) gibt an, daß beim 7,5 mm-Embryo die Drehung begonnen hat und bereits 20° beträgt. Der Fundus des Magens dreht sich weniger rasch, während der Übergang ins Duodenum sehr bald transversal gestellt ist, so daß er die Gefäße rechtwinklig kreuzt, mit denen er ursprünglich gleichsinnig verlief.

Der Rechtswendung des Duodenumanfanges entspricht ein Anlegen des noch ziemlich flachen bogenförmigen Dünndarm-Überganges an die Rückwand, rechts neben den Gefäßaustrittsstellen, also eine seitliche Anlehnung an das Mesocolon; dadurch wird die Umwandlung des ursprünglich sagittal stehenden Mesoduodenum in eine spiralige oder kreisförmige breite Anlagerung des Duodenum um den Gefäßstiel eingeleitet. Sie wird vollendet dadurch, daß das Mesogastrium oberhalb der Art. coeliaca und das Mesocolon unterhalb der Art. mesent. sup. immer dünner werden, während in der Gefäßgegend die Dicke dauernd zunimmt.

Es bildet sich so zunächst das Stadium aus, welches Brösike beschreibt an einem 13 mm langen Embryo, dem jüngsten Stadium der Literatur, von dem eine sorgfältige Beschreibung makroskopischer Präparation gegeben wurde: Die Pylorusgegend steht transversal, rechts der Mittellinie, ein wenig nach vorn konvex; vom Pylorus aus läuft das Duodenum — „zunächst etwa 1 mm lang in durchaus sagittaler Richtung nach hinten (Pars transv. sup. duodeni), bildet hierauf eine Biegung (Flexura duodeni prima) und verläuft alsdann wiederum in einer Länge von etwa 1 mm senkrecht nach abwärts (Pars desc. duodeni). Dieser letztere Abschnitt, welchen ich, wie eben erwähnt, für die Pars desc. ansprechen möchte, ist zunächst in einer ziemlich tiefen Rinne zwischen der Wirbelsäule und dem Wolffschen Körper verborgen. Erst wenn man den letzteren abgetragen hat, erhält man einen völlig klaren Überblick über seinen Verlauf. Man sieht alsdann deutlich, daß diese Pars desc. an ihrem Ende unter nahezu rechtem Winkel nach vorn abbiegt und in den proximalen (nach Toldt absteigenden) Schenkel der Nabelschleife übergeht. Die letztere Biegung des embryonalen Darmkanals möchte ich, um nichts zu präjudizieren, als Fl. duod.-umbilicalis bezeichnen, weil dieselbe erstens vom Duodenum nach dem Nabel hin abbiegt und zweitens den Übergang zwischen dem Duodenum und der Nabelschleife (Ansa umbilicalis) darstellt. Eine Pars transversa inf. oder ascendens duodeni existiert somit zu dieser Zeit entschieden nicht.“ — „Das Duodenalgekröse war im übrigen, wie ich beim vorsichtigen Aufheben konstatieren konnte, allseitig frei und nirgends mit der rechten Seite der Wirbelsäule verwachsen; es ging kontinuierlich in das Gekröse der Nabelschleife über. Eine Abgrenzung zwischen dem Duodenalgekröse und dem Gekröseplättchen der Nabelschleife war nur insofern gegeben,

als beide, ebenso wie die ihnen korrespondierenden Darmabschnitte, miteinander einen nach vorn offenen, rechten Winkel bildeten.“

Danach ist also die anfängliche Rechtswendung des Duodenum, wie sie sich im Hisschen Embryo B, 7 mm findet, in eine Rückwärtswendung mit der Konvexität nach hinten weitergeführt worden, und das hinten gelegene Mittelstück kommt dadurch zwischen Wolffschen Körper und Mesenterialansatz zu liegen. Die Wendung erfolgt nach meiner Ansicht nicht durch eine Drehung des Duodenalbogens um 90°, sondern einmal durch Vorwärts-Abwärtsrücken der Pylorusregion unter gleichzeitiger Querstellung und ferner durch das Längenwachstum der Schlinge (Magensenkung + Magendrehung, s. hierfür Mall 1897, S. 320). Durch eine solche Bewegung der Pylorusregion nach vorn und abwärts muß das transversal rechtsgerichtete Anfangsstück des Duodenum in annähernd sagittale Lage, Richtung dorsalwärts, gedreht werden, da das absteigende Mittelstück nicht nach vorn folgt, vielmehr durch die sich vollendende Drehung der Leberpforte noch etwas weiter nach hinten verlagert wird. Brösike bezeichnet die Ebene der so erreichten Stellung des Duodenum als Sagittalebene mit der Konvexität nach hinten. Da nun (wie Toldts und die eigenen Untersuchungen bestätigen) beim 6—7 wöchigen Embryo die Duodenalschlinge ihre Konvexität nach rechts und ein wenig nach vorn wendet, folgert Brösike hieraus „eine ganz beträchtliche Lokomotion aus der Sagittalebene in die Frontalebene oder sogar noch darüber hinaus — während eines Zeitraumes von 8—14 Tagen“. Als Ursache wird angeführt „Wachstum der Urniere, durch welches die zwischen der letzteren und der Wirbelsäule befindliche Rinne ausgefüllt wird. In zweiter Linie Wachstum des Duodenum selbst und der Leber, welche sich mit ihrem hinteren Teil von oben her zwischen das Duodenum und die hintere Bauchwand einschiebt.“ Die weitere Folgerung Brösikes enthält einen offenbaren Fehler, der ihn zu falschen Schlüssen über die Entstehung der Fl. duod.-jejunalis führt: „Während sich aber das Duodenum und somit auch sein Ende, die Fl. duod.-umbilicalis in der eben geschilderten Weise von hinten nach rechts und vorn bewegt, bleibt der größte Teil des proximalen Schenkels der Nabelschleife unbeweglich im Nabelstrang eingeschlossen: Dies muß dazu führen, daß sich an dem zwischen der Fl. duod.-umbilicalis und dem Nabel gelegenen Anfangsteil der Schleife eine mit der Konvexität nach links und hinten gekehrte Biegung bildet, in welcher ich die erste Anlage der Fl. duod.-jejunalis zu sehen geneigt bin.“ Wenn tatsächlich, wie Brösike angibt, auch das untere Ende des Duodenalbogens, also die Fl. duod.-umbilicalis, bei der Abhebung des Duodenum sup. und descendens von der Rückwand mit nach vorn rechts bewegt würde, müßte es zu der behaupteten neuen Knickung des Dünndarmanfanges kommen; das ist aber nicht der Fall, auch bleibt Brösike die Belege dafür schul-

dig. Vielmehr bleibt das Duodenumende, die Stelle, die mit nach hinten gerichteter Konvexität in den Dünndarm übergeht, dauernd hinten an der Rückwand liegen, dauernd unmittelbar rechts der Mittellinie an die rechte Seite des dorsalen Mesenterialansatzes angelehnt.

Dies Verhalten konnte ich an Querschnittserien der Marburger Sammlung in mehreren Stadien feststellen, die zwischen Brösikes 13 mm-Embryo und Toldts resp. meinen 6—7 wöchigen Embryo fallen. Ich gebe als Beleg den Befund eines 12,4 mm-Embryo, der dem Alter von Brösikes entsprechen dürfte. Der Embryo (Homo Strahl, 12,4 mm, der Marburger Sammlung) findet sich als Nr. 53 in der Keibelschen Normentafel abgebildet und beschrieben. Die Figuren 6—11 geben die wichtigsten Punkte des Duodenalverlaufs: Der Pylorus (Fig. 6) steht quer in der Medianebene, mitten zwischen Wirbelsäule und vorderer Bauchwand; von hier biegt die Pars sup. duodeni ziemlich scharf in genau dorsaler Richtung um (Fig. 7), erreicht die Rückwand (Fig. 8) links von den Gefäßen, läuft von hier als Pars descendens zwischen Wolffschem Körper und Mesenterium caudalwärts, biegt (von Fig. 9 ab), dauernd dem Mesenterium angelagert, nach vorn um, in den Dünndarmschenkel der Nabelschleife (Fig. 10). Es ist übrigens ersichtlich, wie das ganze Duodenum dem Gefäßstiel mit breiter Fläche anliegt und erst (von Fig. 9 an) beim Übergang in den Dünndarm eine schmalere seitliche Anheftung an das Mesenterium bekommt. Dieser Befund entspricht dem Brösikeschen 13 mm-Embryo, nur steht dort der Pylorus median. Bei einem etwas älteren Embryo, 15,5 mm (Rostock) ist der einzige Unterschied, daß der Pylorus noch mehr nach vorn gerückt ist, die Pars sup. duodeni nicht mehr exakt nach hinten, sondern nach rechts verläuft, um mit rechts gerichteter Konvexität in die Pars desc. umzubiegen. Diese ist zunächst durch zwischengeschobene Leber von der Rückwand abgehoben (wodurch eben neuerdings die Querstellung der Pars sup. zustande kommt), aber nur im oberen Teil; sie verläuft dann nach dorsal-caudal, zu der etwas caudalwärts gelegenen Umbiegung in den Dünndarm. Letztere liegt, genau wie beim 12,4 mm-Embryo, etwas rechts der Mittellinie, ist aber schärfer geknickt, mit dem Scheitel nach hinten, eben infolge der von obenher erfolgten Abhebung der Pars desc., welche das Spitzerwerden des Umbiegungswinkels am unteren Ende bewirken muß. Dieses Stadium führt unmittelbar in dasjenige über, bei dem eine Linkswendung des eben noch nach hinten gerichteten Scheitels der Fl. duod.-jejunalis beginnt. Sie findet sich bereits in einem 13 mm-Embryo (Homo Lieberknecht, 1. XII. 1906 der Marb. Sammlung), dessen Duodenum im übrigen noch sagittal steht, genau wie bei dem abgebildeten. Sie findet sich ferner weitergeführt bei dem 17 mm-Embryo I, der eingangs beschrieben wurde, bei dem die Flexur bereits in der Mittellinie dorsal zum Stiel gelegen ist.

Jenes Übergangsstadium also, welches Brösike zwischen der 5. und 7. Woche vermutet, in welchem eine Vorwärts- und Rechtsverlagerung auch des untersten Duodenalabschnittes bestehen soll, existiert nicht. Wie ist aber dann die von Toldt und Brösike beobachtete und später oft erwähnte Verlagerung des Duodenum aus der „Sagittalebene“ (5. Woche) in die „Frontalebene“ (7. Woche) vorzustellen? Der Fehler liegt darin, daß das Duodenum tatsächlich in keinem dieser Stadien in einer Ebene liegt, vielmehr die bezeichneten Ebenen nur annähernd sind und nur einen Teil des Duodenum betreffen. Man stelle sich das Duodenum vor, wie es Brösike beschreibt und wie es in meinen Fig. 6 bis 11 dargestellt ist: Die Pars desc. steht mit dem Übergang in den Dünndarm in sagittaler Ebene, aber Pars sup. beginnt vom Pylorus aus in transversaler Richtung, biegt sofort nach hinten um und geht dann hinten in die caudal gerichtete Pars descendens über. Damit beschreibt der Duodenalanfang eine S-förmige Biegung, deren Anfang in einer transversalen Ebene, deren weiterer Verlauf in der Sagittalebene steht. Wenn jetzt die Pars desc. von hinten nach vorn abgehoben wird, so betrifft die Bewegung nur die Fl. duodeni sup., also das Ende der Pars sup. und den Anfang der Pars descendens, denn der Pylorusübergang bleibt transversal gerichtet, der Dünndarmübergang bleibt hinten in sagittaler Lage. Jetzt nimmt also beim 6—7wöchigen Embryo (z. B. Toldts, bei dem meinigen ist schon die Fl. duod.-jejunalis etwas nach links weitergebogen worden) der Hauptteil des Duodenum, nämlich Pars. sup. und descendens, eine zwischen Frontal- und Transversalebene liegende Schräglage ein (diese als Frontalebene zu bezeichnen — Toldt und Brösike —, ist ungenau, da die Pars sup. und Pylorus viel weiter nach vorn liegen als der Dünndarmübergang), der unterste Abschnitt aber mit dem Dünndarmübergang steht noch immer sagittal.

Die ganze Bewegung, die nach der Brösikeschen Beschreibung eine Umwendung der ganzen Duodenalschlinge um  $90^\circ$  bedeutet, liegt also in einer Vorwärts-Abwärts-Bewegung des Magenduodenumüberganges und einer Vorwärtsbewegung der Fl. duod. sup.

Was diese Bewegung und scheinbare Wendung des Duodenum hervorruft, ist leicht zu übersehen: Wachstum der Leber, des Gefäßstiels und des Duodenum selbst. Dadurch, daß bei ihrem Wachstum die Leberunterfläche sich vergrößert, wird der querstehende Magenduodenumübergang nach vorn bewegt; dadurch, daß gleichzeitig der Gefäßstiel länger wird und der Magen wächst, erfolgt außer der Vorwärtsbewegung die Senkung, so daß der Pylorus mehr annähernd vor die Flexur zu liegen kommt; dadurch, daß die Leber außerdem hinten abwärts wächst, wird die Pars sup. mit ihrem Ende und die Pars desc. mit ihrem oberen Teile von der Rückwand abgehoben, aus der vorher beschriebenen Rinne heraus, indem die Leber sich dazwischen schiebt (s. Embryo II.



Leberkeil bis zur Fl. duod.-jejunalis zwischengeschoben). Dadurch, daß außer alledem noch der Gefäßstiel dicker wird, vor allem durch Pankreaswachstum, und das Duodenum selbst mitwächst, wird die Fl. duod. sup., die vorher mit der Konvexität noch neben dem Gefäßstiel lag, mit ihrer Konvexität nach rechts gerichtet, so daß Pars sup. und Pars desc. jetzt mit ihrer Konvexität den viel massigeren Pankreas-Gefäß-Stiel umgreifen. Aus allem geht hervor, daß die Fl. duod.-jejunalis entsteht: aus dem untersten Teil des anfangs flachen Bogens, den das hinten rechts der Mittellinie angelagerte Mittelstück des Duodenum mit dem Dünndarmschenkel der Nabelschleife bildet, und zwar dadurch, daß dieses Mittelstück von oben nach unten fortschreitend durch herabwachsende Leber abgehoben wird, indem zugleich der länger und dicker werdende Gefäß-Pankreas-Stiel die Konvexität der Fl. duod. sup., die erst nach hinten gerichtet war, nach rechts wendet. Bei alledem ist zu beobachten, daß kleine Abweichungen der Stellen einzelner Teile schon sehr bedeutende Richtungsabweichungen vortäuschen können, sobald man sich das Duodenum in einer Ebene gelagert denken will. Es ist stets ein etwas spiralförmiger Verlauf nachzuweisen. Am meisten einer Ebene angenähert dürfte das Duodenum im Embryo I, 17 mm, und II, 22 mm, liegen, da bei diesen das untere Ende der Pars desc. bereits links gewendet ist, entsprechend der weiteren Bewegung der Fl. duod.-jejunalis.

Nachdem erst die Pars desc. duodeni nicht mehr rein caudalwärts, sondern von vorn oben nach hinten um den Pankreas-Gefäß-Stiel herumläuft, ist die nun folgende Umwendung der Fl. duod.-jejunalis aus der Richtung nach hinten in die nach links durchaus verständlich als Folge des Wachstums ihrer beiden Schenkel. Sie kann nur nach links ausweichen; nach rechts liegt der Wolffsche Körper, auch kann nach rechts das Ende der Pars desc. nicht abweichen, da es an den Umfang des Stieles breit angeheftet ist; ein Ausweichen nach hinten ist völlig unmöglich; nach abwärts ist nicht ganz unvorstellbar, es dürfte diese Richtung tatsächlich eingenommen worden sein in einigen Fällen von Hemmungsbildungen (s. später); nach links dagegen ist die gegebene Wachstumsrichtung des Duodenum unten um den Gefäß-Pankreas-Stiel herum. Da der Dünndarmschenkel der Nabelschleife den Gefäßen bei der Schmalheit des Gekröses sehr eng anliegt, ist verständlich, daß dessen Wachstum ebenfalls die Fl. duod.-jejunalis, aus der er beginnt, nach hinten links um den Gefäßstiel heruntreiben muß. Das wird noch unterstützt durch die eigentümliche Parallellagerung des Dünndarm-anfanges mit der Duodenalschlinge, die in Embryo I sich anbahnt und bei II sehr charakteristisch vollendet ist. Sie kommt zustande dadurch, daß der Dünndarmschenkel zu dieser Zeit innerhalb der Bauchhöhle nur an seinem Anfang Schlingen bilden kann, da die Nabelschleife in eine Rinne der beiderseits sie umgreifenden Leberunterfläche eingeklemmt

liegt. Richtet sich somit das Wachstum dieses intra-abdominalen Teiles des Dünndarmschenkels nach hinten, so muß sich der Dünndarmanfang gegen das Duodenum gegenstauchen und wird, da die scharfe Fl. duod.-jejunalis bereits ausgebildet ist, genau den rückläufigen Weg des Duodenum um den Gefäßstiel herum beschreiben müssen (dieser Vorgang läßt sich ebenso wie die vorher beschriebene Wendung des Duodenum bei der Magensenkung leicht mit Hilfe eines Gummischlauchs veranschaulichen und als zwangsläufig erweisen). Liegen aber erst Duodenumende und Dünndarmanfang in entgegengesetzter Verlaufsrichtung parallel aneinander, so kombiniert sich die Richtung ihres Wachstums; dieses schiebt notwendig die Fl. duod.-jejunalis um den Gefäßstiel herum und bringt sie dadurch von rechts hinter und unter den Gefäßen hindurch in die spätere Lage links vor der Wirbelsäule. Hiermit fällt auch Brösikes letztes Argument fort, daß nämlich schwer zu verstehen sei die Verlagerung der rechts angelegten Fl. duod.-umbilicalis nach der Mitte und weiterhin nach links wegen der gleichzeitigen Rechtswendung der Duodenumkonvexität, daß vielmehr die spätere Lage der Fl. duod.-jejunalis links der Mitte notwendig zur Annahme einer neu am Dünndarm entstandenen Flexur führen müsse.

Nach dem vorigen halte ich die Identität der späteren Fl. duod.-jejunalis mit dem unteren Teil der primären Duodenum-Dünndarm-Biegung (Brösikes Flexura duod.-umbilicalis) für erwiesen und damit auch die Entstehung der Pars inf. und ascendens duodeni aus der Duodenalschlinge, nicht aus dem Anfang des Dünndarmschenkels der Nabelschleife.

#### Wanderung der Mündungen von Ductus choledochus und pancreaticus.

Daß die Wendung der Fl. duod.-jejunalis um den Gefäßstiel herum nur durch Wachstum des Duodenum und Dünndarmanfanges bedingt sein kann, läßt sich schon aus den beschriebenen allmählichen Veränderungen der Form und Lage des Duodenum mit Sicherheit schließen. Diese Wachstumsschiebung wird ausgezeichnet bestätigt durch die Lageveränderung, welche die Mündungen von Ductus choledochus und pancreaticus durchmachen. Die Verschiebung ist insofern kompliziert, als sie nicht nur die beiden Mündungen vom Pylorus immer mehr caudalwärts entfernt, sondern gleichzeitig die Lage der beiden Mündungen zueinander betrifft. Letztere Verschiebung ist bekannt und vor allem von Helly (1898) und anderen Autoren beschrieben worden; es wird der beim 5 wöchigen Embryo in gleicher Höhe mit dem Ductus pancreaticus, aber weiter dorsal mündende Choledochus wesentlich weiter caudalwärts verschoben als der erstere, so daß später die Gänge sich kreuzen. Auf diesen Punkt kann ich hier nicht näher eingehen; es soll zugrunde liegen

eine ungleiche Wachstumsschiebung der einzelnen Wandteile des Duodenum, die vor allem zusammenhängt mit der Dorsalwendung der ursprünglich ventralen Duodenum-Leber-Verbindung. Mag eine solche Wachstumsdifferenz immerhin bestehen, so wird das relative Abwärtsrücken der Choledochusmündung jedenfalls unterstützt, wenn nicht allein bedingt, durch eine gleich zu erörternde Richtungsänderung des Duodenum sup. und descendens.

Ich will hier nur als Beweis für die radförmige Schiebung des gesamten Duodenum einige Daten geben über die Höhe der Einmündung beider Gänge im Verhältnis zum Pylorus, zur Fl. duod.-jejunalis und zum caudalen Duodenumscheitel, wie ich sie aus Querschnittserien der Marburger Sammlung gewonnen habe. Die Lagebestimmung wurde vorgenommen an Serien mit bekannter Schnittdicke durch Abzählen der zwischen den wesentlichen Punkten gelegenen Schnitte und durch Messung des Abstandes dieser Duodenumpunkte vom Rückenmark. Es ist klar, daß diese an sich unkorrekte Methode nur annähernde Werte geben kann, aber die Differenzen früherer und späterer Stadien sind so erheblich, daß hier auf solche Weise die Tatsache der Schiebung und ihre ungefähren Maße sich sicher erweisen lassen.

Die Angaben betreffend Pylorus und Flexur beziehen sich stets auf die Lumenmitte.

Bei dem vorher beschriebenen und in Fig. 6—11 abgebildeten Embryo 12,4 mm liegen die beiden Mündungen auf einem Schnitt, Fig. 7, nur 8 Schnitte unterhalb des Pylorus, die des Pankreaticus nur wenig, die des Choledochus etwas mehr dorsalwärts an der ventro-dorsal verlaufenden Pars sup. duodeni; die Mitte der noch nicht sehr scharf geknickten Fl. duod.-jejunalis 30 Schnitte tiefer als die Mündungen und 0,6 mm weiter dorsalwärts als der Pylorus, der Anfang des Dünndarms, also der unterste Scheitel der Biegung (Lumenmitte), sogar 54 Schnitte tiefer.

Das gleiche Verhältnis bei einem 14 mm-Embryo (Homo Gödecke 15. IX. 1910); Pylorus bis Mündungen 0,24 mm abwärts und die des Pankreaticus außerdem 0,15 mm dorsalwärts; Mündungen bis Mitte der Fl. duod.-jejunalis 0,54 mm abwärts und 0,5 mm dorsalwärts; Umbiegung in den Dünndarm, d. h. unterster Teil des Lumens der Fl. duod.-jejunalis, 0,57 mm tiefer als die Mündungen der Ausführungsgänge. Auch bei einem 15,5 mm-Embryo (Rostock) besteht noch etwa gleiche Höhendifferenz. Er verhält sich insofern etwas anders, als die Pars sup. duodeni schon einen etwas erhobenen Scheitel besitzt, der sich über die Pylorushöhe um ca. 0,1 mm erhebt. Der Pylorus steht rechts der Mittellinie, mitten zwischen vorderer Bauchwand und Wirbelsäule; die Pars sup. geht fast genau sagittal nach hinten abwärts, rechts der Mittellinie und biegt rechts unterhalb des Ursprunges der Art. mesent. sup. beim Übergang des dicken Gefäßstieles in das dünne Gekröse der primären Colonbiegung bereits etwas nach links um, so daß von da abwärts die ganze untere Hälfte der Pars desc. nur wenig rechts der Mittellinie abwärts läuft und das Mesenterium schon etwas nach links vorbuchtet; der noch wenig scharfe Übergang in den Dünndarm liegt aber noch mit der Konvexität nach hinten. Hier liegt die Pankreaticusmündung 0,24 mm tiefer als Pylorus (choledochus 0,3 mm), der Übergang in den Dünndarm 0,7—0,8 mm tiefer als die Pankreaticusmündung. (Zwei sehr instruktive Bilder für die Lage der

Gänge zum Duodenumverlauf und zu den Venen gibt Begg [1912] nach Rekonstruktionen von 10- und 11,5-mm-Embryonen.)

Dagegen die Verhältnisse bei einem 36 mm-Embryo (über die Rückenkrümmung gemessen), Fig. 12—15 (Homo Penkert der Marburger Sammlung, I. VII. 1910, entspricht Nr. 23 der Keibelschen Normentafel): Die Fl. duod.-jejunalis liegt bereits erheblich links der Mittellinie (Fig. 14) und höher als die Pars inf. duodeni: Pylorus bis Pankreasöffnung 0,3 mm abwärts und 1 mm dorsalwärts, Pylorus bis Choledochusöffnung 0,3 mm abwärts und 1,5 mm dorsalwärts (Fig. 12 und 13); Pankreaticusöffnung bis unterer Duodenumscheitel (Lumenmitte) 0,4 mm abwärts und 0,8 mm dorsalwärts; unterer Duodenumscheitel bis Fl. duod.-jejunalis 0,1 mm aufwärts und 0,6 mm nach links. Die Fl. duod.-jejunalis wölbt das Mesenterium der Fl. coli erheblich nach links vor (Fig. 14); die Pars desc. ist bis zur Höhe der Mündungen von Leber- und Pankreasgang von der Rückwand durch zwischengeschobene Leber abgehoben (Fig. 12), von da abwärts der Rückwand anliegend.

Im gleichen Sinne ist die Veränderung fortgeschritten bei einem 44 mm-Embryo (über die Rückenkrümmung gemessen), Fig. 16—18 (Homo Halle der Marburger Sammlung 13. X. 1910, etwas älter als Nr. 25 der Keibelschen Normentafel). Der Pylorus liegt rechts der Mittellinie; das Duodenum steigt erst um 0,15 mm steil rechts an, biegt nach rechts hinten abwärts um. Die Mündung des Ductus pankreaticus (Fig. 16) liegt trotz dieses langen Weges noch um 0,78 mm tiefer als der Pylorus und 0,6 mm weiter rechts dorsalwärts, der Ductus choledochus 1,05 mm tiefer als der Pylorus, ziemlich genau caudal der Pankreaticuseinmündung. Von hier läuft das Duodenum nach medial-dorsal-caudal, so daß sich der unterste Scheitel der Pars inf. (Fig. 18) quer von rechts nach links hinter dem Gefäßstiel hindurch auf die linke Seite begibt, dann nach links ein Stück emporsteigt und erst ganz links von der Mittellinie die scharf geknickte Fl. duod.-jejunalis bildet (Fig. 17). Der unterste Duodenumscheitel (Lumenmitte) liegt 0,7 mm tiefer als die Pankreaticusöffnung und 0,7 mm nach medial-dorsal, nur 0,33 mm tiefer als die Choledochusöffnung. Die Fl. duod.-jejunalis steht 0,23 mm höher als der unterste Duodenumscheitel und 1 mm nach links vorwärts.

Im ganzen kommen also folgende ungefähren Verhältnisse heraus: Solange die Fl. duod.-jejunalis noch nicht scharf geknickt und noch sagittal nach hinten gerichtet ist, liegt Pankreaticuseinmündung im Verhältnis 1:2 bis 1:5 dem Pylorus näher, als dem unteren Duodenumende, die des Choledochus etwa 1:2 bis 1:4. Ist die Flexur nach links abgebogen und somit eine Pars inf. duodeni geschaffen (Embryo 33 mm), so besteht (für den Pankreaticus gerechnet) das Verhältnis 1:1. Ist die Fl. duod.-jejunalis links der Mittellinie und höher als der untere Duodenumscheitel gelegen, besteht also eine Pars inf. und ascendens (Embryo 44 mm), so steht die Pankreaticusöffnung merklich näher dem unteren Duodenumscheitel als dem Pylorus, wenn man den oberen Abschnitt der über den Pylorus erhobenen Pars sup. mit hinzurechnet. Die Choledochusöffnung, die anfangs stets genau oder ungefähr in gleicher Höhe mit der Pankreaticusöffnung liegt, aber ein gutes Stück weiter dorsal, ist im letzten Falle erheblich tiefer gelegen, so daß sie dem unteren Scheitel im Verhältnis 1:3 näher liegt als dem Pylorus, fast in gleicher Höhe mit der Fl. duod.-jejunalis.

Dieses letzte stärkere Abwärtsrücken des Choledochus im Verhältnis zum Pankreaticus ist, wie aus der Serie Homo 44 mm deutlich erkennbar ist, dadurch bedingt, daß jetzt die Leber sich weit abwärts zwischen Pars desc. und Rückwand eingeschoben hat, während sie vorher nur bis etwa zur Höhe etwas oberhalb der Mündungen das Duodenum von der Rückwand trennte (vgl. Fig. 16 und 13). So wird das Stück Duodenum, welches die Mündungen trägt, aus seiner sagittalen in eine schräg von vorn oben nach hinten unten verlaufende Richtung gebracht; das muß natürlich den Choledochus im Verhältnis zum Pankreaticus senken.

Man kann auch diese ganze Lageveränderung des Duodenum und der Mündungen von Choledochus und Pankreaticus in folgender Weise charakterisieren: In der 5. Woche existiert eine Pars sup. duodeni, die sagittal nach hinten gerichtet ist, ungefähr in ihrer Mitte die beiden Mündungen, die des Choledochus mehr hinten, die des Pankreaticus mehr vorn. Im 3. Monat dagegen besteht eine quergestellte Pars sup., die erst etwas auf-, dann wieder absteigt, eine Pars desc., die ungefähr in ihrer Mitte die Pankreaticusmündung, etwas näher ihrem unteren Ende die Choledochusmündung enthält, dazu eine Pars inf. quer und asc. nach links oben. Danach muß die ursprüngliche Pars sup. die spätere Pars sup. und desc. geliefert haben, die ursprüngliche Pars desc. sowohl die inf. wie die ascendens. Das ist das gleiche Resultat, welches aus der Wendung der Fl. duod.-jejunalis erschlossen werden konnte, nachdem ihre Identität mit dem unteren Teil der ursprünglich flachen Fl. duod.-umbilicalis sichergestellt war.

So findet also eine Raddrehung des Duodenum statt: Der obere Anfang steht fest, von ihm aus wird das Duodenum durch sein Wachstum um den rechten Umfang des Gefäß-Pankreas-Stiels herumgetrieben, so daß die Bewegung vom Anfang zur Flexur hin allmählich zunehmende Werte erreicht, gleichzeitig wird der Duodenalbogen aufgeweitet, entsprechend dem Wachstum seines Inhalts, Gefäße und Pankreaskopf. Die Raddrehung wird begleitet von einer Abhebung der hinteren oberen Duodenalbiegung von der Rückwand und der Magensenkung. Beide Vorgänge, das Duodenumwachstum und die Magensenkung, bewirken die komplizierte Lageveränderung des Duodenum: Sie bringen die anfangs langgezogene halbe Spiraltour des Duodenum zunächst in eine zwischen transversaler und frontaler Ebene liegende Schrägebene, wobei der Anfang (Pylorus) und das Ende (Flexur) einander genähert werden, so daß die halbe Spiraltour fast in einen zu  $\frac{3}{4}$  geschlossenen Kreis weiter gedreht und zusammengeschoben wird; und bewirken weiterhin den völligen Stellungswechsel von Anfang und Ende im Verhältnis zur Achse, indem erst der Duodenumanfang mehr aufwärts, das Ende mehr abwärts zum Gefäßstiel lag, später beide, im Verhältnis zur Achse, einander gegenüber (sehr deutlich im Sagittalschnitt Fig. 5) und indem

schließlich der Anfang so weit nach vorn abwärts, das Ende so weit nach hinten aufwärts geschoben wird, daß das Ende, die Fl. duod.-jejunalis, im Endstadium mehr proximal (neben dem Gefäßeintritt), der Anfang, Pylorus-Duodenum-Übergang, mehr distal (vorwärts-abwärts) zum Gefäßstiel gelegen ist; damit ist der Sinn der Spirale umgekehrt gegen anfangs. Das Endstadium ist insofern noch nicht erreicht, als das Duodenum weiterhin sich langsam immer mehr frontal einstellt (über die Ursachen später). In bezug auf die Raddrehung dürfte mit dem zuletzt beschriebenen Embryo 44 mm bereits das Endstadium erreicht sein.

#### Achsendrehung des Gefäß-Pankreas-Stiels.

Gleichzeitige Lageveränderungen innerhalb des Stiels lassen mit Sicherheit darauf schließen, daß das wandernde Duodenum den Inhalt seiner Schlinge, den Stiel, dem es breitbasig aufgelagert ist, mitdreht, und zwar ungleich, nach dem Ende hin in zunehmendem Maße; einmal die Lageveränderung des Pankreaskopfes, welche der beschriebenen der Ausführungsgänge vollkommen analog ist: Diese Wachstumsbewegung ist ja längst bekannt, von Toldt und besonders von Endres beschrieben, doch hebt Endres nur das Eigenwachstum des Pankreas hervor, welches bewirkt, daß der Kopf, der anfangs nur dem mittleren Duodenumabschnitt innen anliegt, fortschreitend die Duodenalschlinge immer mehr ausfüllt. Fischer und Eisler sprechen vom „Vordringen der Fl. duod.-jejunalis nach links, dorsal um die Vasa mesent. supp. herum, eine Bewegung, die gleichzeitig einen Teil des Pankreaskopfes als Proc. uncinatus um die Gefäße herumschlägt“. Ich will hier nur auf einen Punkt hinweisen: Während im 5wöchigen Embryo die ventrale Pankreasanlage an die Choledochusmündung angeschlossen, dorsal hinter der dorsalen Anlage liegt (hierhin gelangt sie phylogenetisch, infolge der Wanderung der Leberpforte und des Lig. hepat.-duodenale), stellt sie später den unteren Teil des Pankreaskopfes dar, welcher dem unteren Teil der Pars desc. und der Pars inf., zuweilen auch noch mehr oder weniger der Pars asc. duodeni innen anliegt. Diese Lageveränderung entspricht der Wanderung der Choledochusmündung und des entsprechenden Duodenalteiles, ist also sehr wohl aus einer Achsendrehung des Stieles erklärlich; ein Punctum fixum ist hierbei die mächtige Vena portae (omph.-mesenterica): Das vereinigte ventrale und dorsale Pankreas zieht kranial quer über sie hinweg, sie rechtwinklig überkreuzend (s. Begg 1912, Fig. 3); anfangs liegt der ventrale Anteil rechts neben ihr, später ganz erheblich caudalwärts, so daß die Vene die Knickungsstelle des Pankreas bezeichnet, um welche es nach rechts unten herumgezogen wird. Das Pankreaswachstum kompliziert die Verhältnisse natürlich, so daß die sicheren Lageveränderungen nur mit Hilfe von

Rekonstruktionen des ganzen Gefäß-Pankreas-Stieles festgestellt werden können.

Auch für die Lageveränderung der axialen Gefäße im Verlauf der beschriebenen Duodenumumdrehung möge hier ein vergleichender Hinweis auf ihre anfängliche und definitive Lage genügen. Bei dem abgebildeten 12,4 mm-Embryo treten dicht übereinander die Art. coeliaca in den oberen, die Mes. sup. in den unteren Teil des Stieles ein, von hinten oben nach vorn unten verlaufend; die Vena portae (entgegen ihrer Stromrichtung beschrieben) erreicht von kranial her hinter dem Magen die linke Seite des Stieles, so daß sie in Höhe des Pylorus erheblich links der Mittellinie die Stelle des Stieles durchläuft, an welche unmittelbar das Mesogastrium sich ansetzt. Durch die Linkslage der Vena portae wird in diesem Stadium die Art. coeliaca beträchtlich von der Medianebene nach links abgelenkt, indem sie sich am linken Umfang der Vena portae an der Ansatzstelle des Mesogastrium verzweigt. Die Art. mesent. sup. dagegen läuft genau median, in Höhe des Pylorus rechts neben, nur wenig hinter der Vene in den Stiel eintretend. In Höhe der Pankreaticus- und Choledochusmündung ist die Lage die gleiche: In Fig. 6 ist nur der Kopfteil des Pankreas zu sehen rechts neben der Vene, bei anderen gleichaltrigen oder wenig älteren Embryonen zieht in dieser Höhe das Pankreas dorsale vom ventralen aus als schmaler Streif vor der Vene vorbei ins Mesogastrium. Die Lage von Vena portae und Art. mesent. sup. zueinander besteht bis in die Höhe der Fl. duod.-jejunalis unverändert, erst hier, beim Übergang der Gefäße in das Nabelschleifengekröse (Fig. 9), tritt die Vene allmählich mehr vor die Arterie. So liegt also im ganzen Bereich des Durchtritts der Gefäße durch die Duodenalschlinge die Vene links, nur wenig vorwärts zur Arterie. Das Endstadium ist bekanntlich umgekehrt, die Vene rechts neben der Arterie. Das Zwischenstadium findet sich bei den Embryonen mit bereits links gewendeter Fl. duod.-jejunalis, die die Mittellinie noch wenig überschritten hat, z. B. in Fig. 13 des Embryo 36 mm: Die Vene liegt hier in Höhe der Einmündung von Pankreaticus und Choledochus genau vor der Arterie im Stiel und hat diese Lage exakt vom Eintritt in den Stiel bis zum Übergang ins Nabelschleifengekröse, hier tritt sie rechts neben die Arterie.

Es findet also, wenn man die Verlagerung der Gefäße als Ausdruck einer Achsendrehung des Stieles anerkennt, eine Drehung des Stieles um ungefähr  $90-120^\circ$  statt, gleichsinnig mit dem Wachstum des dem Stiel fest angelagerten Duodenum. Dabei bildet die Art. mesent. sup., also der untere linke Umfang des Stieles, ungefähr die Drehungsachse; der übrige Stiel, also Vena portae und Pankreaskopf, wird nach rechts um sie herumgewälzt, aber weit mehr in den distalen als in den proximalen Partien. Sogar der obere Umfang des Stielanfanges, der einem fast unbewegten Darmabschnitt entspricht, nämlich dem Pylorus, macht die

Drehung etwas mit; das drückt sich aus im Verhalten der Art. coeliaca, die anfangs (12,4 mm-Embryo) erheblich nach links abwich, allmählich in die Sagittalebene gelangt, um weiterhin die obere Kante des Stiels bis zum Duodenum hin zu bilden, als Plica art. hepat. Die Drehung darf man sich nicht schematisch, wie an einer in sich selbst unverschieblichen Walze, vorstellen, zumal ja der Ursprung des Stiels ganz unverändert bleibt und die Drehungsachse exzentrisch liegt, doch ist die Achsendrehung überhaupt sicher vorhanden; sie äußert sich auch darin, daß die weitere Fortsetzung des Mesenterium vom Stiel abwärts, also das Mesenterium der primären Colonflexur, seinen kranialen Ansatz ursprünglich genau am caudal-dorsalen Umfang des Stiels hat, im Stadium des 22 mm-Embryo aber am linken.

So ist die Achsendrehung also ungleich, einmal wegen der spiraligen Anordnung des Duodenum, dann wegen der nach abwärts zunehmenden Wachstumsbewegung desselben und ferner wegen der exzentrischen Lage der Drehungsachse (Art. mesent. sup. am unteren linken Umfange); die Drehung ist in grob schematischer Weise zu veranschaulichen, indem man eine kurze biegsame Walze, etwa aus Ton oder Gummi, am einen Ende festhält (entsprechend dem feststehenden Ansatz an der Wirbelsäule), am anderen um etwa  $\frac{1}{2}$  Windung dreht; dann macht sich die Drehung, je weiter vom Ansatz entfernt, um so stärker bemerkbar.

Nun wird der Inhalt der Duodenalschlinge, also der Gefäß-Pankreas-Stiel, fortgesetzt durch das schmale Gekröse der Nabelschleife. Diese dreht ebenfalls ihre Schenkel durchaus in gleichem Sinne mit der beschriebenen Wanderung der Fl. duod.-jejunalis und der Achsendrehung: Der Dünndarmschenkel liegt anfangs über, dann rechts neben, später rechts unter dem Colonschenkel; der naheliegende Schluß könnte sein, daß die Drehung der Nabelschleife ebenfalls mechanisch durch die Stieldrehung bewirkt wird. Das ist aber nur in beschränktem Maße der Fall. Nur die Wurzel des Gekröses und der erste Anfang beider Schenkel werden durch die Bewegung des Duodenum und seiner Achse mitbewegt; für den Beginn des Dünndarmschenkels ist das selbstverständlich, da er ja die Bewegung der Fl. duod.-jejunalis mitmacht und selbst mitbewirkt; die Einwirkung auf den Anfang des Colonschenkels dagegen ist indirekt und wird sich erst weiterhin erweisen. Für die Nabelschleifenschenkel selbst kommen deren eigene Wachstumsschiebungen als wesentliche Ursache in Betracht, wie es schon Mall (1897) und besonders Fischer und Eisler ausführlich analysiert haben; immerhin ist die Nabelschleifendrehung mit der Stieldrehung gleichsinnig, und man kann zunächst nur sagen, daß beide Vorgänge sich gegenseitig unterstützen.

Der Grund, warum die Stieldrehung nicht als Ursache auch für die Drehung der distaleren Teile der Nabelschleife verantwortlich gemacht



werden kann, ist ohne weiteres klar: Das Nabelschleifengekröse ist von der Stelle an, wo es als Wurzel den Gefäß-Pankreas-Stiel verläßt, nur ein dünnes Gekröseplättchen, zwar mit zentralem Inhalt starker Gefäße, aber doch ganz zarten Flügelblättchen; ich glaube, daß diese und überhaupt alle dünnen Mesenteriumpartien, wie z. B. auch das Mesenterium der primären Colonflexur, nicht durch Zug die zugehörigen Darmabschnitte in der Lage beeinflussen können, sondern sie geben vielmehr in ihrer Ausdehnung und ihrem Wachstum ganz den entsprechenden Darmpartien bei deren Lageveränderungen nach. Daher sind nicht nur die beiden Nabelschleifenschenkel, sondern auch der Colonbogen an den beschriebenen Lageveränderungen der Stieldrehung in ihrer ersten Hälfte ganz unbeteiligt; dann aber wird das Colon durch die besondere Wirkung der wandernden Fl. duod.-jejunalis mit in die Drehungsvorgänge hineinbezogen. Diese Einflüsse seien im folgenden geschildert.

## 2. Die Umwandlung des primären Colonbogens zur Fl. lienalis unter dem Einfluß der Fl. duod.-jejunalis und 1. Jejunumschlinge.

Beziehungen des Colonbogens und seines Mesenterium zum  
Duodenum. Bis zur 7. Woche. — 22 mm.

In den frühesten Stadien bei noch sagittal gestelltem Darm geht das Gekröse der kaum angedeuteten Nabelschleife unmittelbar kranial in das Mesoduodenum, caudal in das Mesocolon über. Diese ursprüngliche Beziehung des Duodenum zur primären Colonflexur erhält sich nicht nur dauernd, sondern sie wird erheblich inniger durch die relative Konzentration des Duodenalgekröses, die Bildung des Gefäß-Pankreas-Stieles. Da hierbei die Fl. duod.-jejunalis mit zu- und abführendem Schenkel als Seitenschlinge nach rechts umgeschlagen wird, ohne zunächst die Lage des Duodenumanfanges und der beiden Nabelschleifenschenkel erheblich zu beeinflussen, stellt die Wurzel des Nabelschleifengekröses als Fortsetzung des Gefäß-Pankreas-Stiels die unmittelbare Verbindung des Duodenumanfanges mit der primären Colonflexur dar: Der Duodenumanfang liegt dem Stiel quergestellt unmittelbar auf, die primäre Colonflexur folgt ihm unmittelbar caudal, mit ihm durch das Gekröse der Biegung verbunden. So hängt der Duodenumanfang durch Vermittlung des Pankreaskopfes, der Gefäße und des Colongekröses mit der primären Colonflexur direkt kurz zusammen (s. Homo 22 mm, Fig. 3), doch hat dieser Zusammenhang für das Colon während der ganzen bisher dargestellten Drehungsvorgänge nur die eine Folge, daß sein Mesenterialansatz am Gefäßstiel, je weiter er vom Mesenteriumursprung entfernt ist, um so mehr an der linken Seite der Gefäße etwas kranialwärts erhoben wurde; das läßt sich auf Querschnittserien ausgezeichnet ver-

folgen. Da das Gekröse des Colonbogens selbst ziemlich lang ist, das des Colonschenkels der Nabelschleife ganz schmal, so wird dadurch die Stellung des Bogens gar nicht beeinflusst, während der Colonschenkel mit der ganzen Nabelschleife sich so dreht, daß er in den distaleren Partien erst links, dann links kranial zum Dünndarmschenkel zu liegen kommt; dies geschieht nicht durch Zug von seiten des gedrehten Nabelschleifengekröses (s. Ende vorigen Abschnitts), sondern nach Mall und Fischer und Eisler durch Eigenwachstum des Colon: Indem der sagittal stehende Colonbogen wächst, staucht er sich entsprechend seiner Konvexität nach hinten und oben, er weicht mit dem oralen Schenkel aus, da der aborale nicht ausweichen kann, und muß sich links neben den Dünndarmschenkel legen, da rechts bereits der Weg verlegt ist durch die als Seitenschlinge vorgetriebene Fl. duod.-jejunalis, die sich von rechts her an ihn anlehnt (s. Fig. 1, Embryo 17 mm).

Das ist die zweite und für die ganze Lageentwicklung des Colon ausschlaggebende Beziehung des Duodenum zum Colon; sie ist erreicht mit der Linkswendung der Fl. duod.-jejunalis gegen das sagittal gestellte Gekröse der Colonbiegung beim 22 mm-Embryo II.

Die Wirkungen dieser Lagebeziehung mögen im voraus kurz zusammengefaßt sein; indem die Fl. duod.-jejunalis in der beschriebenen Weise nach links hinter den Gefäßen durchgeschoben wird, wölbt sie das Gekröse der Colonbiegung und diese selbst zunächst nach links vor und erhebt weiterhin beide allmählich fortschreitend nach links oben, indem der Magen Raum gibt. Ist die Fl. duod.-jejunalis neben der Wirbelsäule angelangt, so wird ihre Wirkung auf das Colon in gleichem Sinne fortgesetzt durch die 1. Jejunumschlinge. Diese Vorgänge sind aus dem Vergleich des Embryo II mit einem 9wöchigen Embryo leicht zu erkennen.

Embryo III, 33 mm. Ende 9. Woche.

25 mm Nacken-Steiß-Länge (der Kopf fehlte, das Maß entspricht nach Keibel-Malls Kurve (Hdb. I, Fig. 147) einer Scheitel-Steiß-Länge von etwa 33 mm). Formfixierung, ausgezeichnete Erhaltung der Körperformen.

In der Nabelschnur liegt ein dickes Konvolut zahlreicher Dünndarmschlingen, diesem links kranial angelagert das Caecum mit Proc. vermiformis; Dünndarm- und Colonschenkel treten nebeneinander in die Nabelhernie ein, das Colon links zum Dünndarm. Die Dünndarmschlingen wurden vom Eintritt des Dünndarmschenkels bis zur Ileumeinmündung abgeschnitten. Nach Entfernung der vorderen Bauchwand erscheinen Leber und Nabelschleife. Die Leber füllt den größten Teil des Bauchraumes. Sie bildet ein beiderseits schräg abfallendes Dach über dem abdominalen Teil der Nabelschleife und reicht zu beiden Seiten bis aufs Becken herab. Bei ihrer Entfernung zeigt sich, daß ein dicker Leberkeil die Pars sup. und desc. duodeni von der Rückwand trennt, aber bis zur Pars. inf. allmählich sich verdünnt, so daß diese der Wirbelsäule anliegt. Die Übersichtsphotographie (Fig. 19), aufgenommen nach Wegnahme der Leber, orientiert über die Lage des Magens, des Duodenum und der beiden von der Pars pylorica an mit den Gefäßen zusammen caudal nach vorn gerichteten Nabelschleifenschenkel. Die Pars py-

lorica ist nach rechts kranial gerichtet, der Pylorus steht etwas rechts der Mittellinie, die Pars sup. duodeni steigt erst nach rechts dorsal etwas empor, um nach dorsal, etwas caudal, in die Pars desc. überzugehen; die Pars inf. liegt quer vor der Wirbelsäule und geht hinter der Pars pylorica in die Fl. duod.-jejunalis über. Der Dünndarm erscheint erst wieder mit einer rechts konvexen Schlinge, die genau wie bei Embryo II rückläufig den Weg des Duodenum beschreibt, ihm aber nicht ganz angelagert, sondern durch über das Duodenum herübergreifende Leber von ihm getrennt ist (s. Fig. 16—18 des gleich alten Embryo, 44 mm). In Fig. 19 ist diese Schlinge von der des Duodenum noch etwas weiter caudalwärts abgezogen nach Durchtrennung ihres Anfangsschenkels hinter der Nabelschleife, um besser die Richtung des Duodenum zu zeigen. Man erkennt so deutlich den exakten Parallelverlauf beider Schlingen. Diese Dünndarmschlinge geht aber nicht mehr wie bei II direkt aus der Fl. duod.-jejunalis hervor, sondern aus einer weiteren, der 1. Jejunumschlinge, die nach links hinter der Nabelschleife hindurch vorgetrieben ist. Hierüber orientiert Fig. 20. In Fig. 20 ist der Magen an seinem Anfang und Ende durchschnitten, die Ansatzlinie der hinteren Netzplatte entlang dem unteren Rande des Pankreas vom Kopf bis zur Cauda abgetrennt und der Magen mit dem Netz nach links geklappt und durch eine Haarschlinge gehalten. Eine zweite Haarschlinge zieht die Nabelschleife etwas nach hinten. Die Ansicht ist von links und etwas von oben her genommen, so daß sie über die Lage der einzelnen Teile zur Mittellinie keine genaue Auskunft gibt. Es wird jetzt sichtbar das Pankreas ungefähr in seiner späteren Form, aber noch schrägen Lage. Der Anfangsteil der Pars sup. duod. ist nicht in Verbindung mit dem Pankreaskopf, sondern trägt an seinem unteren Anfang den rechten Anfang des Netzes, verhält sich also hier wie der Magen, frei dem Pankreas ventral angelagert. Erst von der Stelle an, wo die Vena omph.-mesenterica an den caudalen Umfang des Duodenumanfanges herantritt, ist dieses der rechten Seite des Kopfes breit angelagert, der von medial nach rechts etwas abwärts in die Konkavität der Duodenumschlinge hineinzieht (vgl. Fig. 16, die diese Anlagerung im Querschnitt zeigt). In ähnlicher Neigung zieht der Pankreaskörper nach links, etwas abwärts, so daß der untere Rand des Pankreas einen stumpfen Winkel bildet, in dem die Art. mesent. sup. hervorkommt. Von hier bis zur Vena omph.-mes. setzt an den unteren Rand des Kopfes eine schräg nach vorn links abwärts sich ausbreitende Gekrösefläche an, die in ihrem rechten vorderen Teil die Gefäße trägt, (von rechts nach links zuerst Vena omph.-mesenterica, dann Vena mesent. sup., dann Art. mesent. sup.) und die von hier aus nach links hin an das Colon ansetzt. Das Colon liegt mit seinem Anfang parallel zu den Gefäßen, der Arterie unmittelbar angeschlossen durch ganz schmales Gekröseblättchen. Nach  $\frac{3}{4}$  des Weges, vom Caecum bis zum unteren Pankreasrand gerechnet, biegt es nach links dorsal-kranial stumpfwinklig ab, biegt darauf zum zweitenmal stumpfwinklig um in kranial-dorsale Richtung, erreicht so den unteren Rand der Cauda des Pankreas und bildet hier die halbkreisförmige, ungefähr in der Frontalebene stehende Fl. lienalis, die mit der Konvexität nach links oben zeigt. Diese zweimalige Knickung des Colon auf dem Wege bis zur Fl. lienalis ist von Interesse: einmal weil diese Knickungen typisch sind, sich erhalten und späteren charakteristischen Biegungen des Colon entsprechen, was besonders von der ersten gilt. und ferner, weil sie bedingt sind durch den Verlauf der hinter dem Colon und seinem Mesenterium liegenden Fl. duod.-jejunalis. Die erste Knickung, also die Stelle, an welcher der sagittale gestreckte Colonschenkel der Nabelschleife nach links hinten oben sich wendet, bezeichne ich als „Flexura coli media“; von hier ab entfernt sich das Colon unter rascher Verbreiterung seines Mesenterium von der Art. mesent. sup., die Fl. coli media selbst liegt der Arterie unmittelbar an (Fig. 20). In den zweiten stumpfen Winkel hinein zieht von oben her das erwähnte verbrei-

terte Mesenterium, das vom Pankreaswinkel und der Arterie ausgeht. Dieses Blatt ist etwas vorgewölbt und läßt im Bereich der Wölbung links von den Gefäßen, rechts vom zuführenden Schenkel der Fl. lienalis, caudal zum Pankreas-körper, die Fl. duod.-jejunalis hindurchschimmern. Sie liegt links der Mittel-linie mit der Konvexität nach links kranial gerichtet. Ihr Duodenumschenkel läuft aus der vor der Wirbelsäule quergestellten Pars sup. duodeni kurz nach links aufwärts, die Biegung ist ganz scharf, der Dünndarmschenkel verläßt sie in caudaler Richtung, vor dem Duodenumschenkel gelegen. Dieser caudal etwas nach vorn gerichtete Dünndarmanfang verursacht die Vorwölbung des Mesocolon und bewirkt ferner die doppelte Knickung des Colon selbst (s. Fig. 21, bei hochgeschlagener Nabelschleife); er erscheint unterhalb des schräggestellten Mittel-stücks des Colonschenkels, bildet eine kreisförmige Schlinge nach links, die 1. Jejunumschlinge, welche frontal gestellt in ihrem weiteren Verlauf genau die Biegung der Fl. lienalis nachahmt, in ihrer Konkavität gelegen, ihrem Mesen-terium ventral angelagert. Das Ende dieser Schlinge zieht in transversaler Rich-tung hinter ihrem eigenen Anfang und dem Colon hindurch nach rechts, caudal zur Fl. duod.-jejunalis, biegt von hier ab dem Duodenum parallel, ihm zunächst caudal angelagert, dann von ihm durch Leber getrennt, nach rechts oben um und bildet so die schon beschriebene Parallelschlinge zum Duodenum um die Gefäße herum, um schließlich als Dünndarmschenkel der Nabelschleife rechts von den Gefäßen, mit ihnen gleich gerichtet, die Bauchhöhle zu verlassen. Die Fig. 21 zeigt nach Emporheben der Nabelschleife nach rechts oben diese ganze 1. Jejunumschlinge, ihren caudal gerichteten Anfang aus der Fl. duod.-jejunalis und ihre Parallellage zur Fl. lienalis. Das Colon geht nach Bildung der Fl. lienalis erst etwas nach rechts, dann allmählich in caudaler Richtung in das Endstück über. Von sekundären Verwachsungen ist noch nichts zu bemerken. Es läßt sich sowohl die Fl. duod.-jejunalis aus ihrer Mesocolonische hervorziehen, als auch das Mesenterium des Colon desc. von der Rückwand abheben.

Die Mesenterien verhalten sich folgendermaßen: Ein Mesoduodenum be-steht wie bei Embryo II nur in der dort beschriebenen Umwandlung als Gefäß-Pankreas-Stiel; der Anfang dieses Stieles ist relativ dünner geworden, er enthält die dicht übereinander entspringenden Artt. coeliaca und mesent. sup. Von oben gesehen breitet sich von der oberen Kante des Stiels, der Plica art. hepat., nach links das dorsale Blatt der Bursa retroventricularis aus, nach rechts das Peritoneal-blatt, welches schräg abfallend über Pankreaskopf hinweg an den kranialen Um-fang des Duodenum tritt (dieses Peritonealblatt wird von Toldt und Endres als Mesoduodenum beschrieben). Das Peritoneum des caudalen Duodenumumfanges geht an dessen breitbasiger Anheftung an den Gefäßstiel direkt in das wesentlich caudalwärts sich erstreckende Mesenteriumblatt über, welches das Duodenum mit den Gefäßen verbindet; es setzt sich fort in das früher linke, jetzt vordere Blatt des Nabelschleifengekröses (diese beiden vom Duodenum ausgehenden Peritonealblätter sind klar in ihrem divergenten Verlauf zu sehen in Fig. 16, dem entsprechenden Querschnitt des Embryo 44 mm). Die Fl. duod.-jejunalis ist durch ganz kurzes schmales Gekröse an den hinteren unteren Umfang des Gefäß-stieles befestigt, da wo dieser caudal zum Pankreas hervorkommt. Diese schmale Verbindung stellt die Fortsetzung der breitbasigen Anheftung des Duodenum an den Gefäß-Pankreas-Stiel dar und geht mit dem absteigenden Dünndarmanfang in das breiter werdende Dünndarmgekröse über.

Das Mesenterium des Colon ist anfangs ganz schmal (infraarterielles Gekröse-blättchen der Nabelschleife), wird breit, wo es die Fl. duod.-jejunalis ventral über-deckt (Mesenterium des primären Colonbogens). Sein vorderes Blatt setzt sich kontinuierlich über die Gefäße bis an den unteren Rand des Pankreaskopfes fort. Im Pankreaswinkel beginnt der dorsale Ansatz des Mesocolon, der linear in der

Mittellinie von ihm aus abwärts verläuft. Von dieser Ansatzlinie ist das Mesocolon nach links der Rückwand anliegend, je weiter kranialwärts, um so breiter ausgedehnt, so daß das Mesenterium der Fl. lienalis am längsten ist. Zum aufsteigenden Schenkel der Fl. lienalis zieht das Gekröse vom Pankreaswinkel aus ventral zur Fl. duod.-jejunalis, zum Scheitel der Flexur zieht es kranial über den Scheitel der Fl. duod.-jejunalis hinweg, zum absteigenden, also Colon descendens, zieht es dorsal der Fl. duod.-jejunalis, entlang der Rückwand. Somit liegt die Fl. duod.-jejunalis vom Mesocolon dorsal, kranial und ventral umhüllt, das Mesocolon bildet eine kranial konvexe, tütenförmige Falte, in welche die Flexur von caudal rechts her eingeschoben liegt; sie füllt den medialen Teil dieser Falte, dem lateralen ist in gleicher Weise der kraniale Scheitel der 1. Jejunumschlinge eingelagert.

#### Vergleich mit Embryo II und Mechanik der Linkswanderung des Colonbogens.

Der beschriebene Zustand ist nach den vorigen Auseinandersetzungen über die Wanderung der Fl. duod.-jejunalis ohne Schwierigkeit von dem des Embryo II abzuleiten. Indem die Fl. duod.-jejunalis erst nach links, dann nach links oben geschoben wurde, hat sie das Mesenterium der primären Colonflexur in gleichem Sinne vor sich hergeschoben. Dazu hat der Anfangsteil des Dünndarms eine Schlinge nach links hinter der Nabelschleife vorgetrieben und so mit der Fl. duod.-jejunalis gemeinsam das Mesocolon nach links an die Rückwand angelehnt, indem dieses einem Wachstum des Colonschenkels folgend sich stark verbreitert hat. Es ist durch diese nach links und kranialwärts erfolgte Ausbreitung gefaltet worden, so daß es in Mesocolon descendens und Mesocolon transversum gegliedert erscheint. Als Mesocolon transversum kann man schon jetzt den die Fl. duod.-jejunalis ventral bedeckenden Abschnitt bezeichnen, der vom Pankreaswinkel ausgeht und an die Gefäße links anschließt, also in das Gekröse der Nabelschleife kontinuierlich übergeht. Somit besteht für Dünndarm und Colon bis zur Fl. lienalis ein Mesenterium commune, welches die Fortsetzung des Gefäß-Pankreas-Stieles darstellt. Das Duodenum beginnt bereits durch starkes Wachstum des Pankreaskopfes sich mit der Pars sup. und desc. von den Gefäßen zu entfernen, so daß der Pankreaskopf an seiner Vorder- und Rückfläche in größerer Ausdehnung vom Peritoneum überzogen wird, während er vorher nur mit schmalen Kanten die Peritonealfäche zu beiden Seiten des Duodenum berührte. Dadurch wird von neuem die Existenz eines Mesoduodenum angebahnt, welches aber nur im Bereich des Pankreaskopfes als solches zu bezeichnen ist. Einen eigenen dorsalen Mesenterialansatz gewinnt es nicht, vielmehr hat es Beziehung zur Wirbelsäule nur durch Vermittlung der Art. coeliaca und mesent. sup., von der die eine dem Mesogastrium, die andere dem Mesenterium commune zuzurechnen ist.

Von besonderem Interesse ist noch, daß die Pars sup. duodeni vom Pylorus aus fortschreitend frei von Beziehung zum Pankreas wird, in-

dem in ihrem Bereich Netz von ihrem caudalen und des Pankreas kranialem Umfang nach abwärts sich erstreckt. Ob hier die Netzbildung nach links fortschreitend diesen Teil der Pars sup. vom Pankreaskopf abtrennt oder ob nur der auch früher schon frei gewesene allererste Duodenumanfang gewachsen ist, während der Pankreaskopf gleichfalls wuchs und mehr nach rechts geschoben wurde, so daß dadurch die Netzgrenze nach rechts rückte, ist schwer zu entscheiden. Für letzteren Modus spricht, daß die stark rechts verschobene, noch deutlich in ihrer ganzen Länge als dünner Faden verfolgbare V. omphalo-mesent. noch immer die rechte Netzursprungsgrenze bildet, da wo sie an dem caudalen Umfang der Pars sup. duodeni herantritt.

Für das Verhalten des Colon verweise ich noch einmal auf die Abbildungen von Embryo II und III und vor allem auf die Querschnittsbilder der Embryonen von 36 und 44 mm (Embryo 36 mm ist ziemlich genau gleichaltrig mit Embryo II 22 mm, der Embryo 44 mm ebenso mit III 33 mm; die Maßdifferenz erklärt sich bei beiden aus der Messungsweise, Embryo 36 mm und 44 mm sind über die Rückenkrümmung gemessen); besser als durch ausführliche Beschreibung kann man sich durch genauen Vergleich dieser Stadien die Lageveränderung des Colon in ihrer ursächlichen Abhängigkeit von der Drehung der Fl. duod.-jejunalis und Entstehung der 1. Ileumschlinge klarmachen. Die Wirkung der Fl. duod.-jejunalis geht zurück auf ihre sehr frühe seitliche Anlehnung an das Mesenterium der Colonbiegung, deutlich in Fig. 9—11 beim 12,4 mm-Embryo. Bei Embryo II, Fig. 2, 3 und 5 zeigt sich ihr Vordrängen nach links an der Vorwölbung dieses Mesenteriumblattes; am schönsten sieht man dies Verhalten in Fig. 14 und 15 beim 36 mm-Embryo, der seiner Darmlage nach ein genaues Parallelstück zu Embryo II darstellt; in 14 sieht man, wie die Fl. duod.-jejunalis sich im Mesenterium fängt und es mächtig nach links vortreibt, in 15, wie sich der caudale Umfang der Flexur an den Colonbogen anlegt und ihn in die Bewegung nach links mit hineinzieht. Schließlich zeigen die Fig. 17 und 18, die Querschnitte des 44 mm-Embryo, die Umlegung des Colonbogens selbst, etwa bis zur Mitte des Weges nach links hinten vollzogen, ziemlich genau wie bei Embryo III: in Fig. 17 die Abbiegung des Colonbogenanfangs und seines Mesenterium durch die bereits nach links vorn oben vorgetriebene Fl. duod.-jejunalis, diese beginnt eben mit dem Mesocolon durch eine schmale Peritonealverbindung zu verwachsen; in Fig. 18, etwas tiefer, die Einlagerung des Bogenscheitels in das Netz und das Zurückweichen nach links vor dem gegendrängenden Anfang der 1. Jejunumschlinge.

Das Wesentliche der Veränderung ist also: Verschiebung des Colonbogens nach links, dadurch Knickung des Colon am Anfang der Nabelschleife — „Fl. coli media“ —, Ausweitung des Mesocolon zu einer Falte, die tütenförmig die Fl. duod.-jejunalis und 1. Jejunumschlinge um-

hüllt (die Spitze der Tüte liegt am Ursprung des Gefäßstiels, also der Eintrittsstelle der Art. mesent. sup. in das dorsale Mesenterium); schließlich Verschärfung des Scheitels des Colonbogens zur Fl. lienalis und ihre Erhebung nach links oben.

Für diese Vorgänge ist natürlich eine notwendige Vorbedingung das Eigenwachstum des Colon. Dies wird von den früheren Autoren (Toldt 1879, Brösike 1891, Endres 1892) ganz ausdrücklich als das bedingende Moment angesprochen; z. B. gibt Endres (mit Toldt) schon beim 6—7 wöchigen Embryo an, daß durch starkes Wachstum des Enddarms die Fl. coli sinistra schon höher als der Dünndarmschenkel erhoben ist, was zeitlich, wie wir sahen, übrigens gar nicht zutrifft. Nur Fischer und Eisler haben das Duodenum- und Jejunumwachstum und ihre Entwicklung nach links unter der Nabelschleife hindurch als mechanisches Moment mitbeachtet, doch wird die Wirkung der Fl. duod.-jejunalis nur flüchtig erwähnt: „Dessen linke Hälfte bis zur Fl. sin. entsteht aus dem bogenförmigen Verbindungsstück zwischen dorsalem Ende des Colonschenkels der primitiven Darmschleife und Enddarm. Dieses Stück spannt sich anfangs dorsal über die nach links vordringenden Dünndarmschlingen hinweg, nachdem es bereits durch den Scheitel der Duodenojejunal-schlinge etwas nach links gedrängt war.“ Für den Mechanismus dieser Linksschiebung der Fl. duod.-jejunalis halten Fischer und Eisler folgenden Vorgang für wesentlich: „Durch die Massenzunahme der dorsalen Leberpartien wird die Leberpforte und die dicht darangepreßte (Duodenum-) Schlinge von der dorsalen Bauchwand in sagittaler Richtung abgerückt, dadurch gleichzeitig das caudal zu der Schlinge in das primitive Mesenterium der Darmschleife ziehende Bündel der Vasa mesenterica supp. ventralwärts etwas angehoben, und es ergibt sich jetzt caudal zum Pankreas und zu den Mesenterialgefäßen ein Locus minoris resistentiae, an dem eine frontal gestellte Darmschlinge nach links getrieben werden kann.“ Das ist insofern ungenau, als das Gefäßbündel nicht angehoben wird, sondern durchaus seine Richtung beibehält, indem es vom sagittal ausgespannten Mesenterium der primären Colonflexur in schräg caudal-ventraler Richtung gehalten wird (s. Embryo II). Vielmehr erfolgt mit dem Leberwachstum und der ventralwärtigen Schiebung der Leberpforte gleichzeitig Verlängerung des Gefäßstiels, so daß dadurch bei seiner Schrägstellung das ganze Pankreas-Duodenum-Paket etwas caudalwärts und vorwärts rückt (entsprechend der Magen-senkung) und so von der Wirbelsäule entfernt wird; dieser Vorgang gibt dann Raum für das Vortreiben der Fl. duod.-jejunalis. — „Der aborale Schleifenschenkel verhält sich ebenso wie der wandständige Enddarm noch eine Zeitlang ziemlich passiv, während der Dünndarmschenkel jetzt in seiner ganzen Länge Schlingen produziert und nach links, caudal unter dem Colonschenkel hindurch schiebt.“ Dieses Hindurch-

schieben unter dem Colonschenkel findet statt, aber der wandständige Enddarm, speziell der Colonbogen, ist zu dieser Zeit nicht mehr unbetieilt: denn erst, nachdem die Fl. duod.-jejunalis und die 1. Jejunumschlinge bei ihrer Ausbildung den Colonbogen um ein gutes Stück nach links mitgenommen hat, indem sie sich ins Mesenterium von caudal rechts hineindrängt, erst nachdem hierdurch die Aufrichtung der Fl. lienalis und die Faltung des Mesocolon in ein ventral zur Fl. duod.-jejunalis gelegenes späteres Mesocolon transversum und ein dorsal zu ihr und der 1. Jejunumschlinge gelegenes Mesocolon descendens eingeleitet ist, tritt die Hindurchschiebung von Dünndarmschlingen unter dem Colonschenkel hindurch in Aktion, welche weiterhin ganz entsprechend Fischer und Eislers Angaben die kraniale Schiebung der Fl. lienalis, die Ausbreitung des Mesocolon descendens und schließlich wohl auch die Bildung der Fl. sigmoidea beherrscht.

Der Grund, weswegen noch von keinem Autor bisher die Wirkung der Fl. duod.-jejunalis auf das Mesenterium des Colonbogens erkannt wurde, kann nur darin liegen, daß die Stellung der Flexur zum Colonbogen, dessen flacher Verlauf und die Anlehnung der Flexur an das beschriebene Mesenterialdreieck des Bogens bisher nicht bemerkt worden ist. Vor allem haben wohl Verwirrung gestiftet Versuche, die Drehung der Nabelschleife schematisch darzustellen, wie es zuerst Toldt (1879) und auf neue Weise Endres (1892) und Fredet (1911) taten; bei allen ist der Hauptfehler die scharfe Fl. lienalis bei noch sagittal stehendem Colon, die als Wurzel des aboralen Nabelschleifenschenkels gedacht wird, ferner das falsche Verhältnis in der Stellung der Fl. duod.-jejunalis zum Colonbogen, indem alle drei Autoren bei Anfang der Drehung, wenn die Fl. coli schon scharf markiert sein soll, die Fl. duod.-jejunalis noch oberhalb der Gefäße zeichnen; das ist eine Lage, die schon beim 7 mm langen Embryo (B, His) nicht mehr besteht, wenn noch kaum die Nabelschleife gebildet und die Duodenum-Dünndarm-Grenze noch nicht feststellbar ist. Das zeitliche Verhältnis ist vielmehr so, daß die Fl. duod.-jejunalis den größten Teil der Drehung vollendet hat ( $180^\circ$ ), ehe der Colonschenkel seine Wendung überhaupt anfängt. Diesem Verhältnis widersprechen vollständig die rein theoretisch konstruierten Schemata bei Endres (Fig. 4, 5, 7 und 8) und Fredet (Fig. 211—214). Die wirkliche Mechanik der Darmdrehung wird durch diese Bilder nicht im mindesten zum Ausdruck gebracht, ebensowenig aber auch die wahren Mesenterialbeziehungen.

### 3. Die Rechtswendung des Colonschenkels der Nabelschleife. Einleitende Vorgänge.

Den weiteren Verlauf fand ich in ganz ähnlicher Weise, wie ihn ziemlich übereinstimmend Toldt (1879), Mall (1897), Fischer und



Eisler (1911) geschildert haben. Aus dem Stadium des Embryo III geht die Lageentwicklung des Darmes zwangsläufig in der Weise weiter, daß eine Reihe von Jejunumschlingen aus dem abdominalen Teil des Dünndarms gebildet und sämtlich unter die Nabelschleife geschoben werden; der Hauptteil wird dabei nach links hin entwickelt in die linke Colonnische (Waldeyer) hinein. Die Reihenfolge dieser Schlingen und ihre typische Lagerung ist von Mall sorgfältig bestimmt worden. Entscheidende Veränderungen in der Lage des Colon und Duodenum treten erst ein, wenn mit dem Wachstum des caudalen Bauchhöhlenabschnittes Raum geschaffen ist, um den Inhalt des physiologischen Nabelbruches aufzunehmen. Die weitere Schlingenbildung des Jejunum wirkt nämlich zunächst nur auf die beiden Schenkel der Fl. lienalis und deren Gekröse, indem diese Teile im Wachstum folgen; so wird der vor den Jejunumschlingen gelegene zuführende Schenkel nach vorn erhoben, der links hinten gelegene abführende Schenkel noch weiter nach links hin geschoben unter entsprechender Ausbreitung der zugehörigen Mesenterien. Dabei ist eine besondere Beziehung für den weiteren Verlauf wesentlich: Von dem Gekröse, welches dem Colonabschnitt von Fl. coli media bis zur Fl. lienalis zugehört (Mesocolon transversum), vergrößert sich vornehmlich die laterale Partie. Die Fl. coli media, jene oben erwähnte stumpfwinklige Biegung, welche den Colonschenkel um die Vorwölbung der Fl. duod.-jejunalis nach links herum führt, bewahrt dagegen ihre Lage zum Gefäß-Pankreas-Stiel, und somit braucht sich auch ihr Mesenterium nicht weiter auszudehnen. Ich verweise für diese wichtigen Lagebeziehungen noch einmal auf Fig. 19 und 20. Bei letzterer erscheint die Entfernung der Fl. coli media vom Pankreaswinkel und der Pars sup. duod. allerdings gar nicht besonders gering im Vergleich zu den übrigen Größenverhältnissen; das liegt zum Teil an der Richtung der Aufnahme: der Embryo ist von links vorn oben gesehen, um gerade das vom Pankreaswinkel zum Quercolon ziehende Mesenteriumblatt und die Gefäßstrecke ganz unverkürzt zu zeigen, zu diesem Zweck ist auch das Duodenum ein wenig nach rechts hinüber gezogen worden. Tatsächlich liegt der Colonknick von der Pars sup. duod. nur um etwa Darmesbreite entfernt (Fig. 19), und zwar links unterhalb der Stelle des oberen Duodenum, an der die Vena omph.-mes. (in beiden Bildern schön zu erkennen) als feiner Faden am ventralen Duodenumumfang verschwindet. Wenn man diesen Embryo III von rechts her betrachtet, so sieht man das Peritoneum des caudalen Umfanges der Pars sup. und desc. duodeni in sanfter caudal-medial gerichteter Neigung von rechts her an die Vena mesent. inf. (und den Rest der omph.-mesent.) herantreten, und zwar an die gleiche Stelle, welcher links die Anlagerung der Colonknickung an die Arterie entspricht. Es wird sich weiterhin zeigen, daß hier die schon jetzt kurze Mesenterialverbindung von Pars sup. duodeni und Fl. coli media kon-

tinuierlich in die erste Verwachsung des Colon mit Pankreaskopf und ventralem Duodenumumfang überführt. Auf diese Stelle wird daher weiterhin besondere Aufmerksamkeit zu richten sein.

Die Schlingenbildung des Dünndarms innerhalb der Nabelschnur hat sich wesentlich in gleichem Sinne entwickelt wie in der Bauchhöhle. Die Schlingen sind zum großen Teil caudal zum Colonschenkel angelegt worden und bilden so ein Konvolut, welchem das Colon links kranial aufgelagert ist, dabei kann es aber auch mehr oder weniger von einzelnen Schlingen umgriffen werden. Im Nabelring liegt, wohl dauernd während der Schlingenbildung in Bauchhöhle und Nabelschnur, der Dünndarmschenkel rechts neben dem Colonschenkel (s. Abbildungen bei Mall). Auf diese Lagerung ist übrigens mechanisch kein besonderes Gewicht zu legen, da sicher die Schlingenbildung intra- und extraabdominal wesentlich unabhängig voneinander erfolgt, der im Nabelring gelegene Dünndarmabschnitt bleibt ebenso wie der Colonschenkel an Ort und Stelle liegen, während von ihm aus das Wachstum beiderseits, dorsalwärts in die Bauchhöhle, ventralwärts in die Nabelschnur hinein gerichtet ist (s. über diese Verhältnisse Abschn. 5).

Die Reihenfolge, in welcher die Schlingen aus der Nabelschnur in die Bauchhöhle aufgenommen werden, scheint nicht ganz regelmäßig zu sein. Toldt (1879) beschreibt einen 4,8 cm langen Embryo (erste Hälfte des 3. Monats), bei dem er nur noch eine Ileumschlinge in der Nabelschnur findet, während das Caecum und die Ileumeinmündung bereits intraabdominal in der Gegend des Nabels gelegen sind; Fischer und Eisler geben bei ihrem Embryo X, 30,5 mm (Rumpflänge über der Mitte des Rückens gemessen) an, daß nur die beiden letzten Ileumschlingen in der Nabelschnur liegen, das Caecum intraabdominal, dorsal und links zum Nabelring. Dagegen fand ich bei einem Embryo von 37 mm Scheitel-Steiß-Länge (Embryo IV) das Caecum im Nabelring, einen langen Proc. vermiformis in seiner geraden Fortsetzung im Nabelstrang und die letzte Ileumschlinge gleichfalls darin, caudal zum Caecum und Wurmfortsatz (s. Fig. 22). Bei diesem Embryo würde sich wohl Proc. vermiformis und letzte Ileumschlinge zu gleicher Zeit als letzter Darmteil aus der Nabelschnur zurückgezogen haben, da nach Mall dieser Vorgang in seiner letzten Etappe rasch vor sich gehen muß. Ich bilde das Stadium zugleich ab, weil es gut die Lage des Colon während der Rückkehr in die Bauchhöhle zeigt.

#### Befunde bei Embryo V—VIII, 10.—11. Woche.

Den Vorgang der Rechtswendung des Colonschenkels und die Ausbildung seiner Verwachsung mit Pankreaskopf und Pars sup. duodeni konnte ich an vier Embryonen von 40—50 mm Scheitel-Steiß-Länge verfolgen. Die Wendung vollzieht sich nach Mall zwischen 28 und 80 mm

unter gleichzeitiger Senkung des Magens, so daß dessen Pylorusteil dem Colon während seiner Querstellung entgegenkommt und etwa mit seiner Mitte zusammentrifft. Zwischenstadien zwischen 28 und 80 mm fehlten Mall.

Embryo V, 41 mm.

Der größte Teil des Ileum ist noch in der Nabelschnur gelegen, das Caecum liegt links caudal zu dem Dünndarmkonvolut, läuft von da spiralg um die Schlingen so weit herum, daß es kranial zum Dünndarm in die Bauchhöhle eintritt; es erreicht in gestrecktem, wenig links gerichtetem Verlauf die große Krümmung dicht links am Pylorus, biegt hier etwas nach links hinten um, folgt weiterhin der großen Krümmung und bildet etwas dorsal zu ihr eine zweite stumpfe Umbiegung nach links dorsal-caudal, zur Fl. lienalis. Die erste Umbiegungsstelle, die Fl. coli media, liegt ventral zur Austrittsstelle der Arteria mesent. sup., unmittelbar unterhalb des Pylorus, und läßt sich nicht von hier abziehen. Unmittelbar rechts daneben sitzt ein kurzer Stummel, der Rest der Vena omph.-mes., am unteren Umfang des Duodenumanfanges (s. hierüber Broman, 1914). Der Pankreaskopf ist nur in der Konkavität der Pars desc., also dorsal rechts zur erwähnten Stelle, in geringer Ausdehnung zwischen Duodenum und Gefäßen zu sehen; der schmale Anteil zwischen Austrittsstelle der Gefäße und Pylorus ist durch den Colonknick verdeckt, der übrige Teil ist von hier aus nach medial hinten in das Innere des Stieles gerichtet. Dem entspricht die Ebene des Duodenum: der Pylorus weit vorn etwas rechts, die Fl. duod.-jejunalis ganz hinten links, die Ebene des Duodenum etwa eine Mittellage zwischen Frontal- und Transversalebene. Die Fl. duod.-jejunalis läßt sich zwar noch aus der Mesocolonische hervorziehen, aber nicht mehr zurückdrehen, da ihre Duodenumschenkel an die linke Seite des Gefäßstieles ganz kurz befestigt sind. Von Recessus und Falten ist in ihrer Umgebung nichts wahrnehmbar.

Embryo VI, 40 mm (28 mm Nacken-Steiß-Länge).

Die Nabelhernie ist verschwunden. Caecum mit Proc. vermiformis erscheint bei Wegnahme der vorderen Bauchwand am vorderen Leberende genau in der Incisura vesicae felleae. Von da geht das Colon gestreckt schräg medial-dorsal an die Fl. duod. sup., läuft von hier ab nach einer stumpfwinkligen Biegung, der Fl. coli media, genau transversal, parallel der Pars duod., biegt dann stumpf nach kranial-dorsal um und läuft ziemlich gerade zur hinter dem Magen gelegenen Fl. lienalis. Die Stelle, an der es der Pars sup. duod. ventral caudal anliegt, ist durch etwa 1 mm breites, glattes Peritonealblatt mit ihr verbunden, so daß sich diese Umbiegungsstelle des Colon nicht mehr vom Duodenum abziehen läßt. Die Verwachsungsstelle greift nur eben noch auf Pars desc. über und setzt sich nach links kontinuierlich in das Netz fort, das als schmale Falte zwischen Pylorus und Colon hervorkommt. Die Art. mesent. sup. läuft dorsal zu diesem Colonabschnitt noch etwas schräger als der Colonschenkel, indem ihr Anfang medial und hinter der Umbiegung gelegen ist, während ihr Ende das postcaecale Colon von hinten her erreicht. Die Stelle, wo die Gefäße unter dem Pankreaskopf hervorkommen, ist nicht mehr frei sichtbar, durch die Fl. coli media verdeckt, ebenso der Pankreaskopf selbst. Die Fl. duod.-jejunalis ist an ihrem kranialen und dorsalen Umfang an das Mesocolon angeklebt, ebenso die kurze Pars desc. Die Ebene des Duodenum ist mehr der Frontalebene angenähert, nur noch eine schmale Leberkante trennt die Pars sup. von der Rückwand. Die Fl. sup. und Pars desc. duodeni sind bereits vollkommen angelagert, aber noch nicht selbst mit der Rückwand verklebt, sondern nur der in ihre Konkavität eingelagerte Pankreaskopf läßt sich nicht mehr abheben. Ein kleines Lig. hepato-renalre ist vorhanden.

Embryo VII und VIII, 50 mm.

Bei zwei formolfixierten Embryonen von 50 mm Scheitel-Steiß-Länge von vortrefflicher Formerhaltung fanden sich sehr gleichartige Verhältnisse, dargestellt in Fig. 23 und 24. Die Leber, mit ihrem Vorderrand noch beiderseits fast gleich tief herabreichend, bildete zum Nabel hin einen dachförmigen Ausschnitt. Bei VII ist nach Wegnahme der vorderen Leberhälfte bis auf einen mittleren Keil durch einen Frontalschnitt frei gelegt die Pylorusregion und der von hier nach rechts caudal gerichtete Colonschenkel. Bei VIII ist die Leber ganz entfernt, um die Lage von Magen, Duodenumanfang und rechter Niere und Nebenniere zu zeigen. Bei beiden ist der Dünndarm vom Jejunumanfang bis zur letzten Ileumschlinge entfernt worden. Die schmale Schnittlinie, die in den beiden Abbildungen vom Jejunumanfang bis zur letzten Ileumschlinge läuft, bezeichnet den Rest des entfernten Mesenterium, die Linie entspricht der späteren Radix mesenterii. Das Caecum liegt in beiden Fällen am rechten unteren Rande des rechten Lappens in Höhe des unteren Nierenpols, noch nicht ganz an der Rückwand, sondern von ihr durch die letzte Ileumschlinge getrennt (in beiden Fällen!). Das Colon folgt von da, gestreckt medialwärts aufsteigend, der unteren Leberfläche, erreicht die Pars desc. duodeni an dem Übergang in die Pars sup., ist hier dem Duodenum parallel gebogen — Fl. coli media —, ihm ventral angelagert und kurz verlötet. Erst etwa von der Mittellinie an besteht ein allmählich breiter werdendes Mesocolon, in das von unten her die Fl. duod.-jejunalis eingeschoben ist. Nach der stumpfwinkligen Umbiegung der Fl. coli media ist die erste Strecke transversal gerichtet und reicht bis eben links von der Fl. duod.-jejunalis. Von da ab zeigt das Colon in den beiden Fällen einen verschiedenartigen Verlauf: die Norm ist Fig. 24; das Netz ist hier hochgezogen; das Colon anschließend an die große Kurvatur des Magens bis zur Fl. lienalis, diese in das Netz eingebettet, ihr vorderer zuführender Schenkel medial und schräg gelagert, der hintere abführende Schenkel ganz lateral, vertikal absteigend, von hier ab dem äußeren linken Nierenrande angeschlossen, so daß die linke Niere völlig vom Mesocolon bedeckt ist. Auf die ungewöhnliche Lage des linken Colon in Fig. 23 werde ich im II. Teil eingehen. Die Verlötung der Fl. coli media geschieht in beiden Fällen durch Netz; das Colon ist mit der Fl. duod. sup. bis zum Pylorus hin ganz kurz und fest, das Colon transversum mit der großen Kurvatur nur locker durch Vermittlung des offenen Netzbentels verbunden. Die Pars desc. duodeni wird vom Colonschenkel gekreuzt, und zwar so, daß etwa  $\frac{2}{3}$  Colonschenkel lateral über das Duodenum hinausreichen, noch ohne feste Verbindung an der Kreuzungsstelle; das Mesenterium commune läßt den gesamten unteren Duodenalbogen noch frei, wohl aber ist es mit der Vorderfläche des Pankreaskopfes verwachsen. Ein Zurück schlagen des Colon ist infolge dieser und der Verbindung mit Fl. duod. sup. nicht mehr möglich.

#### Verlauf und Mechanik der Rechtswendung des Colonschenkels.

Aus den Befunden dieser vier Embryonen kann man die Rechtswendung des Colonschenkels und die Ausbildung seiner Verwachsung mit dem Duodenum zusammenfassend charakterisieren: Die Fl. coli media, jene durch die Linkswendung des Colonbogens schon bei Embryo III entstandene stumpfwinklige Abknickung, welche den Colonschenkel der Nabelschleife in die Richtung der großen Kurvatur umbiegen läßt, wird schon vor der Wendung an die Fl. duod. sup. angelagert und mit

ihr verlötet, bleibt dann aber in ihrer Lage und bildet das *Punctum fixum*, um welches sich der Colonschenkel selbst nach rechts dreht; dieser gleitet dauernd gestreckt bleibend an der Unterfläche der Leber entlang, er ist dabei in dem oberen Umfang des rotierenden Dünndarmknäuels eingebettet. Auf diese Weise gelangt das Caecum erst in die *Incisura hepatica*, dann entlang dem vorderen Leberrand weiter rechts an die Gallenblase (Embryo VI) und schließlich am rechten Leberrand in die Nische vor dem unteren Nierenpol. Wichtig für unsere späteren Betrachtungen ist, daß das Caecum auf keiner Stelle des Weges mit dem Duodenum in Berührung kommt. Schon im Zustand des Embryos IV, wenn das Caecum noch im Nabelring liegt, ist der Abschnitt von ihm bis zum Pylorus so lang, daß es beim künstlichen Umlegen in solchem Stadium erheblich rechts neben die *Pars desc. duodeni* gelangen würde. Dazu kommt, daß das Colon während der Rechtswendung etwas wächst. Die gleiche Form der Rechtswendung beobachteten Mall, Fischer und Eisler, doch wurde von ihnen die beschriebene Colonsknickung und ihr Verhalten nicht besonders beachtet.

Ich habe schon vorher auf die wichtige Bedeutung dieser Colonstelle hingewiesen und sie *Fl. coli media* benannt: wichtig einmal als natürlicher Fußpunkt des Colonschenkels der Nabelschleife, als Winkelpunkt des sich umlegenden Colonbogens, ferner als Drehpunkt des Colonschenkels bei dessen Rechtswendung und schließlich durch ihre ursprüngliche und immer enger werdende Beziehung zum Duodenum.

Die einzige Lageveänderung, die die *Fl. coli media* während der Darmdrehung erfährt, ist eine langsame Drehung unmittelbar um die *Art. mesent. sup.* herum: Die entsprechende Colonstelle befand sich am sagittal stehenden Colon des Embryo II dicht unter der Austrittsstelle der *Art. mesent. sup.* aus dem Pankreaswinkel, bei Embryo III links neben der Arterie, bei V dicht über ihr, unmittelbar unter dem Pylorus, bei VI bereits an die *Pars sup. duodeni* angelagert und mit ihr verlötet. Der Weg dieser Lageveränderung ist sehr gering, da das Colon hier bis zur Fixation am Duodenum und Pankreaskopf dauernd sein schmales Mesenterium behält, also an die Arterie dicht angeschlossen bleibt. Schon bei Embryo II, also noch sagittal stehendem Colon, ist die entsprechende Stelle vom Duodenumanfang nur getrennt und zugleich mit ihm verbunden durch den Gefäßstiel: Das Duodenum ist oben quer, das Colon unten sagittal an den Gefäßstiel angeheftet (s. Fig. 3 und 5; in 5 ist die Anheftung des Colon scheinbar unterbrochen, da das Mesenteriumblättchen durch die *Fl. duod.-jejunalis* etwas nach links vorgewölbt und so im Schnitt nicht getroffen ist). Im Embryo III ist die Knickungsstelle von der *Pars sup. duodeni* ebenfalls nur getrennt durch die *Vasa mesent. supp.* eine schmale Pankreasfläche und den Stummel der *Vena omph.-mesent.* Der Pankreaskopf berührt das

Peritoneum zwischen Fl. duod. sup. und Mesenterialgefäßen nur schmal, weil er erstens noch sehr wenig ausgebreitet ist, ferner noch eine Richtung einnimmt von schräg dorsal-medial nach ventral rechts caudal, und weil sein Hauptteil sich noch rückwärts im Innern des Stieles befindet. Die Stelle des Pankreas, die zuerst überlagert wird, ist zudem die schmalste der ganzen Drüse überhaupt, nämlich diejenige, an welcher die Vena mes. inf. (resp. früher die omph.-mesent.) von caudal her eine tiefe Rinne verursacht. Außerdem liegt die Pars sup. duodeni, da wo die Vena omph.-mesent. an sie herantritt (s. Embryo III) mit ihrem ersten Anfangsstück rein ventral zum Pankreas, da von hier ab nach links schon das Netzbereich beginnt — alles Verhältnisse, welche die Beziehung der Colonknickung zum oberen Duodenum bereits sehr innig erscheinen lassen, noch ehe die Verlötung beginnt. Es sind die von Anfang an gegebenen Mesenterialverhältnisse, welche jetzt zu der engen Colon-Duodenum-Verlötung führen: Die Konzentration des Mesoduodenum, d. i. die Verschmelzung seines Ansatzes mit der Wurzel der Nabelschleife zum Gefäß-Pankreas-Stiel, und der nahe Anschluß des Colonschenkels an die Art. mesent. sup.

Bei der Verlötung ist der äußerste rechte Netzanfang wesentlich beteiligt, wie an allen vier Embryonen V—VIII ersichtlich ist, indem nämlich der erste schmale Netzteil sich bis zur Vena omph.-mesent. erstreckt und von Anfang an kontinuierlich in die Colon-Duodenum-Verbindung übergeht (s. Fig. 23 und 24 sowie Textfig. k). Die Verlötung erfolgt unmittelbar mit der Anlagerung. Das ganz schmale Mesenterium des Colonnickes verklebt an seiner ursprünglich linken Peritonealfläche mit dem Peritoneum des schmalen Pankreasstreifens zwischen Art. mesent. und Pars sup. duodeni; das Colon selbst legt sich in die Rinne zwischen Duodenum sup. und Pankreaskopf und findet hier eine schmale Netzfalte vor, die es alsbald innig mit dem unteren Duodenumumfang und der Rinne selbst verkittet. Die Verlötung schreitet fort mit weiterer Anlagerung des Schenkels an die Fl. duodeni sup. und Pars desc. duodeni, hier ohne Netzvermittlung durch Verklebung der visceralen Peritonealblätter beider Darmteile.

Die Erhebung der Fl. coli media um die Arterie herum an das Duodenum geschieht durch die von unten gegendrängenden wachsenden Jejunumschlingen, welche die von der Fl. duod.-jejunalis begonnene Wirkung zwangsläufig fortsetzen. Die vordringende Fl. duod.-jejunalis bewirkte bei Embryo III die Linkswendung des primären Colonnickens, brachte die Abknickung des Colon an der Grenze von Colonschenkel und -bogen hervor und schob sie gleichzeitig links neben die Arterie: in der so entstandenen linken Colonnische brachte dann die 1. Jejunumschlinge die Fl. coli lienalis zur Entfaltung; indem nun fernerhin in der Nische immer neue Jejunumschlingen gebildet werden, wird der

zuführende Schenkel der *Fl. coli sin.* und von hier das Colon daraufwärts fortschreitend schließlich bis zur *Fl. coli media* nach vorn erhoben und an die große Kurvatur und *Pars sup. duodeni* angelagert. Die *Fl. coli media* wird dabei nur um einen geringen Betrag nach rechts geschoben, indem sie rechts über die *Art. mesent.* zu liegen kommt.

Bei diesen Vorgängen wirkt entscheidend mit die schon früher begonnene Senkung von Magen und Duodenumanfang. Es wächst nämlich zu dieser Zeit (von 30—40 mm) der ganze Bauchhöhleninhalt gewaltig an, am meisten die Leber, so daß die Bauchhöhle vor allem in sagittalem Durchmesser zunimmt. Dadurch wird einmal Raum geschaffen zur Aufnahme des physiologischen Nabelbruchs in den unteren Bauchraum und wird ferner die gesamte Gastroduodenalschlinge nach vorwärts abwärts geschoben unter gleichzeitiger Verlängerung des Gefäßstiels; namentlich die *Pars sup. duodeni* und die Pylorusregion wird nach vorn abwärts gedrängt und weiter von der Wirbelsäule entfernt, dabei löst sich gleichzeitig der Duodenumanfang vom Pankreaskopf durch dazwischen vorquellende Netzfalte; die *Pars sup. duodeni* wird so weit verschoben, daß schließlich die *Fl. sup. duodeni*, die beim 17—20 mm-Embryo (I und II) in Schräglage zwischen Frontal- und Transversalebene verlief, in eine reine Transversalebene gelangt (s. Textfig. k, Embryo X, im Vergleich mit Fig. 1 und 2).

So kommen Gastroduodenalschlinge und Colon einander entgegen; von hinten oben her drängt die Leber, von hinten unten das wachsende Dünndarmknäuel, so daß beide Teile, große Kurvatur + Duodenumanfang und Colon fest gegeneinander gepreßt und nach vorn gedrängt werden, dabei durch die zwischenliegende Netzfalte miteinander verwachsen. Daß dabei die Abwärtsbewegung von Magen und Duodenum und die Aufwärtsbewegung von Colon nur ganz gering sein kann, ergibt sich aus der nahen Nachbarschaft beider Teile schon in den Anfangsstadien, wie die Abbildungen der Embryonen II und III zeigen; namentlich ist die Colonbewegung nach aufwärts nur relativ; zwar wird die *Fl. lienalis* auch im Verhältnis zur Wirbelsäule etwas aufwärts verschoben, die Colonmitte dagegen nur im Verhältnis zu den Gefäßen, Pankreas und Duodenum, die ihr durch Wachstumsbewegung in der Richtung der Gefäßachse, also nach vorn abwärts, entgegenkommen; im Verhältnis zur Wirbelsäule werden die gesamten Oberbaueingeweide und mit ihnen das Quercolon während seiner Anlagerung etwas gesenkt.

Die Mechanik der Rechtswendung des Colonschenkels selbst hat schon von den früheren Autoren eingehende Behandlung erfahren; sie geschieht durch Gegendrängen und Rechtsrotation des Ileumknäuels. Schon Toldt hat diese Anschauung aufgestellt gegenüber der Annahme einer aktiven Teilnahme des Dickdarms; die Art und Weise, wie das Ileumknäuel die Rotation bewirkt, ist von Mall, Fischer und Eisler er-

schöpfend analysiert worden. Der Prozeß ist durchaus die Fortsetzung der Lageveränderungen, die sich schon innerhalb der Nabelhernie einleiten, und wird nach Aufnahme in die Bauchhöhle dadurch vollendet, daß das ganze Ileumpaket mit dem aufgelagerten Colon die rechte untere Bauchhöhlenhälfte einnehmen muß; sie wird vom rechten Leberlappen frei gegeben, indem dieser im Verhältnis zum Bauchraume im Wachstum zurückbleibt. Dabei bewahrt die Leberunterfläche vorläufig noch ihre Dachform, so daß der unter ihr entlang gleitende Colonschenkel bei der Wendung nicht etwa quergestellt wird, sondern in eine Schräglage von medial oben nach lateral abwärts gelangt; das zeigt besonders ausgeprägt Fig. 23. Somit ist es unzutreffend, von einer „Aufrichtung des Colonschenkels der Nabelschleife“ zu sprechen, wie in vielen Darstellungen geschieht. Es findet lediglich eine „Rechtswendung“ statt.

Brösike (1891) hat für die Rechtswendung einen anderen Faktor verantwortlich gemacht, nämlich die Umwendung des Duodenum aus einer sagittalen in die Frontalebene; hierbei soll der angelagerte Colonschenkel nach rechts mitgezogen werden. Wenn auch diese Anschauung wegen den schon erörterten ganz anderen Lageverhältnissen des Duodenum hinfällig ist, so bleibt doch eine gewisse Beziehung bestehen: Nicht das ganze Duodenum, sondern nur die Pars desc. wird zu dieser Zeit an die Rückwand angelagert, indem sie aus der Schräglage bei Embryo III allmählich eine frontale Anlagerung an den medialen Nierenrand (Hilusgebiet) erfährt. Das geschieht ebenfalls durch relatives Zurückweichen der Leber. So wird die Pars sup. duodeni in einen mehr der transversalen Ebene angenäherten Bogen gelegt, wie ihn Textfig. *k*, die rechte Seitenansicht eines 8 cm langen Embryo X, in extremer Weise zeigt. Er wird hervorgerufen dadurch, daß die Pylorusregion und Duodenumanfang gegen früher noch mehr nach vorn rücken, während die Pars desc. (in Fig. *k* durch Colon verdeckt) nach hinten oben sich fortschreitend anlagert. So gibt also der hintere Leberrand und mit ihr die Pars desc. duodeni nach hinten Raum und muß auf diese Weise auch die weitere Lagebildung des bereits rechts gewendeten Colonschenkels in gleich zu erörternder Weise beeinflussen, auf die Rechtswendung selbst aber hat das Duodenum keinen Einfluß.

#### 4. Weitere Lageentwicklung des Colon: Ausbildung der Fl. coli dextra und des Colon ascendens.

Es fragt sich, ob die beschriebene Stelle der stumpfwinkligen Colonbiegung, die ich Fl. coli media benannte, mit der späteren Fl. coli dextra identisch ist, oder ob diese erst an dem noch gestreckten Anfangsstück durch eine neue spätere Knickung entsteht. Die Frage ist komplizierter, als zunächst scheinen möchte. Einmal sind die Verhältnisse dieser Gegend nach erfolgter Umlegung des Colonschenkels sehr variabel,

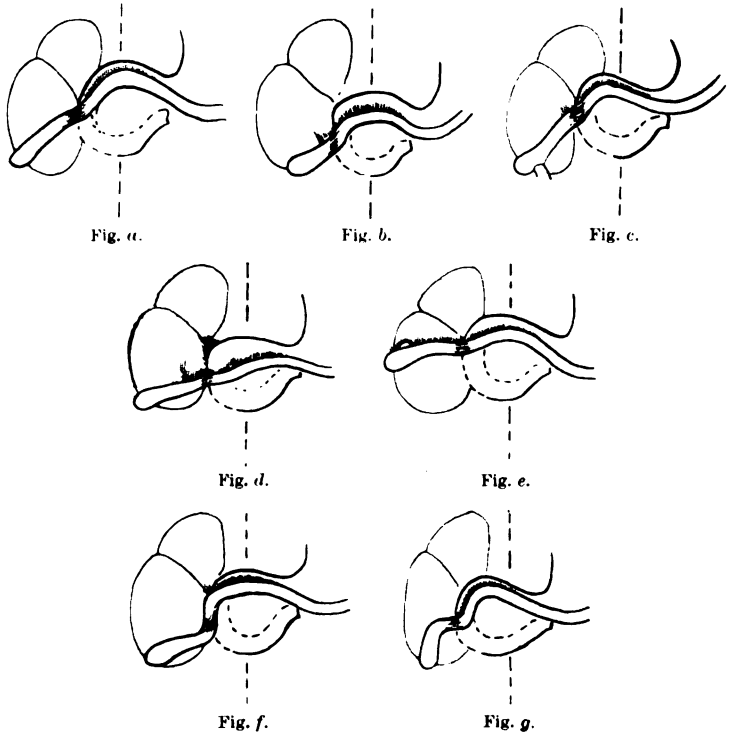


worauf schon Toldt hinwies, und ferner ist beim Erwachsenen die Stelle der *Fl. coli dextra* selten scharf zu bestimmen und nicht immer einheitlich bezeichnet worden. In den meisten Atlasbildern wird in der Ansicht der Baueingeweide von vorn jene Umbiegung des *Colon* als *Fl. coli dextra* bezeichnet, welche in das quergerichtete Anfangsstück des *Colon transversum* überführt. Dieser Biegung geht aber voraus ein kurzes, von hinten nach vorn verlaufendes Stück, und dieses entspricht einer zweiten meist schärferen Biegung, welche das *Colon asc. ventral* oder *caudal* zum unteren Nierenpol in die Richtung nach vorn führt. Bei Corning (1911, S. 451) ist diese Stelle als *Fl. coli dextra* bezeichnet, und hier ist jedenfalls ihr markantester Punkt, da sie das Ende des *Colon asc.* unter der Leber darstellt, während derselbe Autor aber in anderen Abbildungen die vordere Biegung beim Überschreiten des *Duodenum* so benennt; wenn man den ganzen Verlauf der zweifachen Biegung *Fl. coli dextra* nennt, wie es meist geschieht, so beträgt ihr Bereich jedenfalls eine längere *Colonstrecke*, etwa 15—20 cm. Ich werde, um Mißverständnisse zu vermeiden, die eigentliche und erste Umbiegung, also die Abknickung des *Colon asc.* im Nieren-Leber-Duodenumwinkel, als *Fl. coli dextra post.* bezeichnen, und mit *Fl. coli dextra* die *Gesamtstrecke* von dieser Biegung bis zur Anheftung an die *Pars sup. duodeni*, also bis zur *Fl. coli media*.

Die Untersuchung von zahlreichen Foeten von über 5 cm Länge bis zur Geburt erweist, daß der Hauptteil der *Fl. coli d.*, insbesondere die *Fl. coli d. post.*, an dem gestreckt umgelegten *Colonschenkel* erst neu entsteht. Während der umgelegte *Colonschenkel* vom *Caecum* bis zur *Fl. pylorica* nicht sehr beträchtlich in der Länge variiert, wird er durch die neu entstehende *Fl. coli d. post.* in variablem Verhältnis geteilt. Das ist eine wesentliche Ursache für die Mannigfaltigkeit des rechtsseitigen *Colonverlaufs* beim Erwachsenen, speziell der Lage des *Colon asc.* und der Lage des *Caecum*. Ich habe zur Klärung dieses ganz auffallend wechselnden Verhaltens der rechten *Colonhälfte* eine große Zahl von Embryonen untersucht und von 12 etwa 3 Monate alten Embryonen zwischen 6 $\frac{1}{2}$  und 8 cm Länge eine Reihe von 7 verschiedenen Typen in den halbschematischen Textfiguren *a—g* dargestellt; mit diesen Figuren sollen die Lageverhältnisse von *Duodenum*, rechtem *Colon* und rechter Niere gezeigt werden zu der Zeit, wo die *Colonlage* bereits fest zu werden beginnt durch Verwachsung der neu entstandenen *Flexur* und des *Colon asc.* mit der Rückwand. Die Verwachsungsstellen mit *Duodenum* und Niere sind in den Zeichnungen kurz schraffiert, die nach hinten gerichtete *Fl. coli d. post.* längs schraffiert.

Es fällt auf die große Verschiedenheit und Richtung des *Colon asc.* und seine Lage zur Niere. Die ersten drei, Fig. *a—c*, zeigen schräges und von vorn gesehen ziemlich gestrecktes *Ascendens*, dabei aber ver-

schiedene Lagen zur Niere: bei *a* (7 cm lang) und *c* ( $7\frac{1}{2}$  cm) steht die Duodenalschlinge mit *Fl. coli duodenalis* relativ hoch, das Colon asc. läuft schräg über die untere Nierenhälfte, bei *a* flacher, bei *c* besonders steil. Dagegen bei *b* tieferer Stand des Duodenum, besonders der *Fl. sup. duodeni*, das Colon asc. folgt dem medialen Rand des unteren Nierenpols, das Caecum liegt lateral unterhalb des Pols. Die folgenden zwei, Fig. *d* und *e*, zeigen quergestelltes Colon asc. bei gleichfalls ziemlich gestrecktem Gesamtverlauf des Schenkels, aber in *d* liegt das Ascendens



quer vor der unteren Nierenhälfte (bei Tiefstand der Duodenalschlinge), bei *e* quer vor der oberen (bei Hochstand des Duodenum), hier schon in ganzer Ausdehnung bis zum Caecum mit der Rückfläche verwachsen. Die letzten Fig. *f* und *g* zeigen ein zwei- und dreifach geknicktes Colon; bei *f*, einem besonders häufigen Typus, liegt das Ascendens quer vor dem unteren Nierenpol, steigt dann in der Rinne lateral neben Duodenum nach rechtwinkliger Umbiegung kranialwärts empor und schließt sich, erneut rechtwinklig nach vorn medial umbiegend, der *Fl. duodeni sup.* an. Bei *g* ähnlicher Verlauf, nur ist der erste Anfang des Colon frontal gelegen. Von den fünf nicht gezeichneten Fällen folgten einer von 8 cm

Länge dem Typus *a*, einer von  $8\frac{1}{2}$  cm dem Typus *d* (etwas schräger), einer von  $7\frac{1}{2}$  cm hielt die Mitte zwischen *a* und *f*; ein Fall ist in Fig. 25 dargestellt als Embryo IX,  $5\frac{1}{2}$  cm lang, gleicht der Fig. *f*, aber das querliegende Ascendens liegt etwas höher, vor dem unteren Nierenpol: ein letzter von 7 cm war mit Fig. 25 identisch, aber das quere Ascendens ist bereits zur Hälfte fixiert.

Um die halbschematischen Bilder zu verstehen, muß man sich die erhebliche Tiefendifferenz von Duodenum und Niere klar machen, die in den frontalen Schemata nicht zum Ausdruck kommt. Ich habe deswegen zwei rechte Seitenansichten hinzugefügt in Fig. *i* und *k* (die zu *i* gehörige Frontalansicht ist *h*, beide sind völlig maßgerechte Zeichnungen von einem ca. 10—12 cm langen Embryo und sollen die genaue Synoptie von Eingeweiden und Wirbelsäule darstellen; gezeichnet sind:

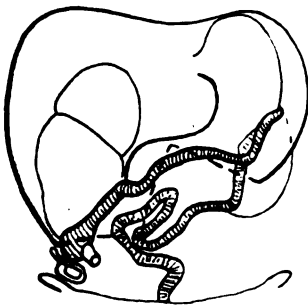


Fig. h.

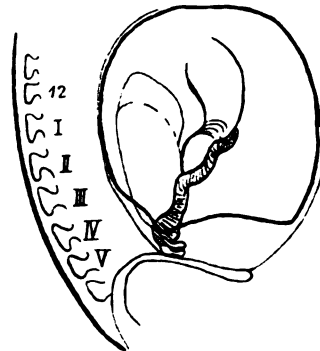


Fig. i.

Magen, Duodenumanfang, Colon schraffiert, Lebervorderrand punktiert, in *i* äußerer Umfang und unterer Rand des rechten Lappens, ferner rechte Niere und Nebenniere, Wirbelsäule (Spinae iliacae ant. sup. resp. Crista iliaca).

Fig. *i* zeigt die Pars sup. duodeni ziemlich hochstehend, das Duodenum liegt bereits ganz in einer Frontalebene, daher Pars sup. ziemlich der Rückwand genähert (nur ein schmaler, wenig tief herabreichender Leberkeil trennte die Fl. duodeni sup. von der Cava inf.), dementsprechend verläuft das Colon auch in der Seitenansicht ziemlich gestreckt, nur an der Stelle, wo es die Niere verläßt, um den oberen Anfang der Pars desc. duod. zu überkreuzen, biegt es kurz rechtwinklig ab. Das Colon ist bei diesem Embryo bereits in ganzer Ausdehnung mit Duodenum und Niere verwachsen, nur Caecum selbst ist frei. Der hintere Leberrand (nicht bezeichnet) folgt genau dem oberen Rand des Colon asc. Caecum und Proc. vermif. liegen caudal und lateral zum

unteren Nierenpol und erreichen gerade die Crista iliaca. Der rechte untere Leberrand reicht noch fast ebenso tief herab.

Eine zweite Seitenansicht, Fig. *k*, entstammt einem etwas jüngeren 8 cm langen Embryo, die zugehörige Frontalansicht ist Fig. *b*. Bei diesem Embryo liegt der Duodenumanfang erheblich weiter vorn und etwas tiefer als bei dem vorigen. Das Duodenum beschreibt erst  $\frac{1}{4}$  Kreisbogen von medial vorn nach lateral hinten in einer Transversalebene, bis es die Rückwand erreicht und hier ziemlich scharf in die frontal gestellte Pars desc. übergeht, diese liegt (in *k* durch Colon verdeckt)

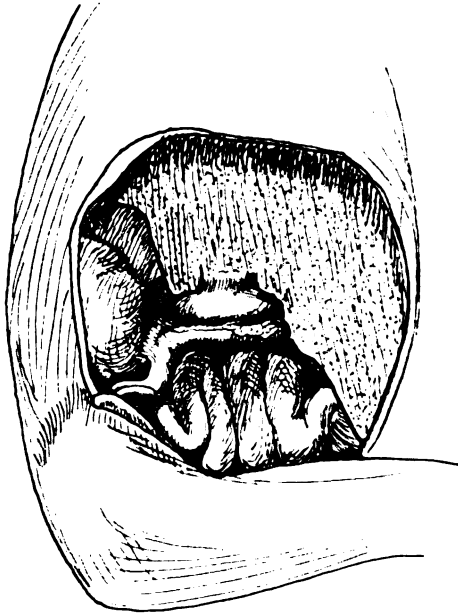


Fig. *k*.

medial dem inneren Nierenrand an. Genau parallel dem Duodenum sup. angeschlossen, beschreibt auch das Colon einen langen Bogen in der Transversalebene und erhält eine gegenüber Fig. *i* viel ausgeprägtere rechtwinklige Knickung in der Duodenum-Nieren-Nische, während es von vorn gesehen (Fig. *b*) ziemlich gestreckt schräg lateral abwärts zu verlaufen scheint. Die Verwachsung besteht am Duodenumanfang aus zwischengelageretem Netz; Fig. *k* zeigt, wie dieses rechte Netzende kontinuierlich in die weitere Verwachsung zwischen hinterem oberen Duodenumwinkel und Fl. coli d. post. übergeht und sich in eine glattere Membran fortsetzt, die den oberen Teil

des Asc. mit der Niere verbindet. Die untere Ascendenshälfte und Caecum sind frei, letzteres erreicht mit Proc. vermif. die Spina il. ant. Die Leber ist in Fig. *k* bis zum Ligamentum hepato-duodenale weggenommen, vorn weniger weit, um den tief herabreichenden Vorderrand des rechten Lappens zu zeigen. Der hintere Rand des rechten Leberlappens folgte wie bei *i* genau dem Colon und reichte lateral bis zum Caecum herab; so füllte die Leber also den ganzen in *k* vor der Niere freigelegten Raum aus.

Die aus den beiden Figuren *i* und *k* ersichtliche, bei *i* geringere, bei *k* extreme Vorlagerung der Pars sup. duodeni gilt in wechselnder Abstufung auch für die in *a—g* dargestellten Typen. Dementsprechend hat

das Colon in allen Fällen eine scharfe, nach hinten gerichtete Einknickung, an der Stelle, wo es aus der Nische neben dem Duodenum auf dessen Pars. desc. übergeht (in den Schemata längs schraffiert), das ist die oben erwähnte Fl. coli d. post. Die Fl. coli media ist in den meisten Fällen schwach erhalten, zuweilen ganz zu einem gleichmäßigen, dem Duodenum sup. folgenden Bogen ausgeglichen, ihre Lage ist aber stets bestimmbar als diejenige Colonstelle, die dem ersten Duodenumanfang angeschlossen ist und die der Austrittsstelle der Vasa mes. sup. aus dem Pankreaswinkel zunächst liegt.

Die Mannigfaltigkeit der Bilder wird noch vermehrt, wenn man auch ältere Stadien mit hinzunimmt. Bei 12 Embryonen zwischen 9 und 18 cm, also von  $3\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$  Monaten, fand ich die Lage des rechten Colon folgendermaßen: In allen Fällen außer einem ist das ganze rechte Colon breit mit der Rückfläche verwachsen, und zwar siebenmal auch das Caecum, viermal ist nur Caecum frei, einmal der größte Teil des Ascendens. In der Lage des Ascendens entsprechen fünf Fälle von 10 cm, 14 cm, 16 cm, 18 und 19 cm Länge einigermaßen dem Typus der Fig. *a* oder *h*, einer dieser Fälle von 14 cm Länge ist in Fig. 29 als Embryo XI dargestellt: Das Asc. läuft schräg über die Niere von lateral unten nach medial oben, die Fl. coli d. post. liegt neben oberem Anfang des Duod. desc., nach Überkreuzung desselben Anschluß an die Fl. duod. sup.; in diesen Fällen bleibt die Fl. coli media besonders deutlich bestehen, da der ganze Colonschenkel seine Schräglage beibehalten hat, das Transversum dagegen quer oder in neu gebildeten, abwärts gerichteten Schlingen verläuft. Vier Fälle entsprechen dem Typus der Fig. *f*, zwei Embryonen von 13 cm, je einer von 16 und 18 cm Länge; dabei folgte das Colon noch genauer dem Umfang des rechten Nierenpols: Caecum in der Rinne caudal-lateral am Nierenpol befestigt, Colonanfang quer, in medial-caudal konvexem Bogen aufsteigend, dann erst der Pars desc. duodeni, dann der Fl. duodeni sup. gleichmäßig parallel angeschlossen; in einem dieser Fälle, einem 13 cm langen Embryo, ist die rechtwinklige Knickung zwischen dem quer aufwärts gerichteten Teil des Ascendens ganz scharf und hinter das Duod. desc. von lateral her eingeschoben, zwischen dieses und die Rückwand, so daß die gesamte Fl. coli dextra spiralig den oberen Teil der Pars desc. und Fl. duodeni umläuft, unter inniger Verlötung, da wo es Duodenum oder Rückwand berührt; Caecum und Proc. vermif.-Anfang ist in diesem Fall ganz mit dem unteren Nierenpol und der Nische unter ihm verwachsen. Ein Fall entspricht etwa dem Typus *g*, die Knickungen ausgeprägter, Caecum mehr lateral und unterhalb des Nierenpols; ein Fall ist in Fig. *h* und *i* dargestellt; ein letzter zeigte völlig freies Ascendens schräg aufsteigend, wie früher etwa in Fig. 23. Hierzu kommt noch als 13. Fall der später zu besprechende Embryo XIV mit fehlendem Ascendens (Textfig. *g*).

Wenn man wieder hinzunimmt, daß auch bei den älteren Embryonen noch die Lage des Duodenum sup. in der größeren oder geringeren Entfernung von der Rückwand variiert, so kann man sich die außerordentliche Vielgestaltigkeit dieses Entwicklungsabschnittes vorstellen. Es ist schwer, einen einzelnen Normaltypus festzulegen. Am häufigsten (unter 24 Fällen neunmal) ist die in den Figuren *a* (*b* und *c*), *h* (*i* und *k*) und Fig. 29 dargestellte Form; sie ist wohl als Normalform zu bezeichnen, weil sie am zwanglosesten aus den jüngeren Stadien in die beim Erwachsenen als normal bezeichnete Lage überführt; die Merkmale dieses Typus sind: schräger und von vorn gesehen ziemlich gestreckter Verlauf des Ascendens, Caecum lateral unten am unteren Nierenpol, die scharfe Knickung der Fl. coli dextra post. etwa in der Mitte des Colonschenkels gelegen, neben oberem Anfang des Duod. desc., nach hinten in die Nieren-Duodenum-Lebernische gerichtet. Fast ebenso häufig ist auffallenderweise (unter 24 Fällen siebenmal ausgesprochen und zweimal annähernd) der in Fig. *f* dargestellte Typus, der so wenig den Verhältnissen beim Erwachsenen entspricht: Bei dieser Form liegt das erste Drittel des Ascendens quer, dem unteren Nierenrande angeschlossen oder vor der unteren Nierenhälfte, es biegt dann rechtwinklig aufwärts um, liegt mit dem aufsteigenden Drittel dem Duod. desc. entweder lateral oder ventral an und folgt mit dem letzten Drittel der Fl. duod. sup. Eine scharfe Knickung, die als Fl. coli d. post. bezeichnet werden darf, findet sich hier meist neben dem unteren Teil der Pars desc. duodeni, zwischen erstem und zweitem Drittel des ganzen Colonschenkels. Besonders bemerkenswert ist, daß bei sämtlichen vier Fällen der älteren Embryonen diese Querlage des ersten Ascendensdrittels durch breite Verwachsung mit der Rückwand fixiert war, eine Tatsache, die scheinbar schwer mit dem späteren Zustand beim Erwachsenen in Einklang zu bringen ist. Ich komme darauf zurück.

Zunächst einiges über die Ursache der ausgesprochenen Variabilität dieser Stadien. Die Bildung der Fl. coli d. post. wird, wie schon erwähnt, verursacht durch Einpressung des Colonschenkels, gewöhnlich ungefähr seiner Mitte in die Nische, welche ventral zur rechten Niere, lateral neben der Pars desc. duodeni, durch deren mächtige Vorwölbung gebildet wird. Vor Umlegung des Colonschenkels ist diese Nische vollkommen ausgefüllt durch den neben dem Duodenum herabreichenden rechten Leberlappen. Nun ist dessen relatives Zurückweichen bei gleich alten Embryonen durchaus nicht immer gleich weit fortgeschritten, der hintere Rand des rechten Lappens aber unter allen Umständen ganz entscheidend für die Lage des umgelegten Colonschenkels; denn bei allen untersuchten Embryonen liegt das Colon diesem hinteren Leberrand caudal angeschlossen und folgt genau seiner Konfiguration;

das kann nach der vorher gegebenen Darstellung der Rechtswendung auch gar nicht anders erwartet werden, da der Colonschenkel an der unteren Leberfläche entlangleitend umgelegt wird. Die drei Abbildungen Fig. 23, 24, 25 zeigen die Verschiedenheit der rechten Leber-nische resp. ihres unteren rechten Randes bei gleich alten Embryonen; bei 24 und 25 ist die Leber entfernt, man kann sich aber die Form ihres rechten Lappens nach der Form der Nische über dem Colon-anfang, die sie ganz ausfüllte, leicht vorstellen. Je nach der Ausdehnung, in der die Leber rechts neben dem Duodenum herabreicht, liegt der Anfangsteil des Colon schräg oder quer, hoch oder tief, vor oberer oder unterer Nierenhälfte. Das ist das wichtigste Variationsmoment.

Aber auch das Duodenum ist, wie schon erwähnt, zu dieser Zeit abhängig von der Leberform: Je nachdem, ob sich der anfangs stets hinter Fl. duod. sup. und Pars desc. tief herabreichende Leberkeil während der Rechtswendung des Colon ganz zurückgezogen hat oder noch einen größeren Teil der Fl. duod. sup. von der Rückwand abdrängt, ist das Duodenum sup. mehr vorn und tief oder mehr hinten und hochgelagert. Das beeinflußt den medialen Anteil des Colonschenkels, der meist sehr genau der Fl. duod. sup. folgt. Von diesen beiden Einflüssen zusammen ist abhängig die Entstehung der Fl. coli d. post., die stets da zu suchen ist, wo die drei Organe: Leber, Niere und Duodenum zusammenstoßen und eine tiefe Nische bilden. Man sieht den Leberkeil hinter dem Duodenum in Fig. 2; bei Embryo III (s. Text) reicht der Leberkeil bis an die Fl. duod. inf., nur Pars inf. liegt der Rückwand bereits an; bei dem Embryo V ist die Pars inf. und untere Hälfte der Pars desc. angelagert, bei VI auch Fl. duod. sup., bei mehreren älteren dagegen fand ich wechselnde Verhältnisse, vgl. Fig. i und k. Jedenfalls erfolgt die allmähliche Anlagerung der Pars asc. gewöhnlich von 30 bis 50 mm. Die Pars sup. duodeni bleibt auch beim Neugeborenen in der Regel durch einen gegen das For. Winslowii gerichteten Leberkeil von der Rückwand getrennt.

Ein dritter beeinflussender Faktor von seiten der Leber ist gegeben in ihrer Gesamtform und Ausdehnung. Ihre Dachform während der Wendung ist in manchen Fällen steil, in manchen abgeflacht, letzteres besonders, wenn ihre mittleren Partien durch das Wachstum weiter nach unten gedrängt sind. Hiervon ist die Höhenlage der gesamten mittleren Baueingeweide im Verhältnis zur Rückwand abhängig, also besonders die Lage der ganzen Duodenalschlinge zur rechten Niere: Ihre Verschiedenartigkeit bei gleich alten Embryonen kommt in der Figurenreihe a—g deutlich zum Ausdruck und ebenso der Einfluß auf die Colone-lage; vgl. z. B. Fig. a und e = hohes Duodenum mit b und f = tiefes Duodenum.

### Die bedingenden Momente für die definitive Lagerung des rechten Colon.

Die wechselnde Ausbildung und jeweilige Kombination der genannten drei Faktoren: Ausfüllung der Nieren-Duodenum-Nische durch den hinteren Teil des rechten Leberlappens, Stand des Duodenum sup. in sagittaler Dimension, Stand der Oberbaucheingeweide, insbesondere der Duodenalschlinge zur Rückwand — speziell zur rechten Niere — sind also die Ursache für die wechselnde Lagerung des Colon nach seiner Anlegung an die Rückwand. Es fragt sich nun, wie die einzelnen Typen zu den definitiven Lageformen führen, welcher Lageweise beim Erwachsenen jede einzelne Frühform entspricht. Um das im einzelnen klarzulegen, wäre aber ein sehr großes kasuistisches Material erforderlich, auch würde eine solche Auseinandersetzung nur Interesse haben unter genauer Berücksichtigung der Lage von Neummündung und Proc. vermif. sowie der Colonligamente und Recessus. Eine recht umfangreiche Literatur über diese Fragen besteht bereits und findet sich zusammengestellt bei Schiefferdecker (1886), Ancel und Cavaillon (1907), Fredet (1914). Ich muß mich hier beschränken auf eine kurze Darlegung der allgemeineren bestimmenden Faktoren für den Übergang zur definitiven Lagerung, soweit es sich nicht um die im III. Teil zu erörternde Frage nach den Ursachen des extremen Caecumhochstandes handelt.

Toldt hat für die variable Art der rechten Colonanordnung beim Erwachsenen eigentlich nur ein ursächliches Moment geltend gemacht, nämlich die sekundäre Verwachsung des Colonschenkels mit der Rückwand: Tritt diese frühzeitig in großer Ausdehnung auf, so soll das zu kurzem Ascendens und hochstehendem Caecum führen, im gegenteiligen Falle entsprechend umgekehrt, eine Anschauung, die von vielen späteren Autoren angenommen wurde, (s. Literatur über Caecumhochstand im III. Teil); wenn dieser Ansicht etwa der Gedanke zugrunde liegt, daß ein frühzeitig angeheftetes Colon im Wachstum gehemmt werden müsse gegenüber einem längere Zeit oder auch dauernd freibleibenden, so widersprechen dem sichere Beobachtungen: Es finden sich bei älteren Embryonen und Neugeborenen zahlreiche Fälle, bei denen trotz innigster Verwachsung des gesamten Colonschenkels vom Caecum bis zur Verbindung mit dem Duodenum dieser Schenkel sehr lang ist, wobei er dann häufig in verschiedenartigen, mit der Nachbarschaft und miteinander verwachsenen Schlingen und Biegungen verläuft; extreme Fälle dieser Art sind z. B. Embryo 8½ cm und Fall III des III. Teils; bei solchen Fällen sieht man sogar Colonbiegungen, welche bereits bestehende Verwachsungen benachbarter Organe wieder sekundär getrennt haben, dadurch, daß sie sich dazwischen hineindrängen; so z. B. Duodenum desc. von der Rückwand (wie in Textfig. *g*) oder auch Netz vom



Mesocolon transversum (Fall III); danach ist der oben geäußerte Gedanke sicher abzulehnen, und für besondere Kürze des rechten Colonschenkels beim Erwachsenen kann also frühzeitige Verwachsung nicht verantwortlich gemacht werden. Aber auch die Lage des Caecum und Ascendens beim Erwachsenen ist nicht zwingend abhängig von dem Zeitpunkt und Umfang der Verwachsung; das beweisen folgende Tatsachen: Man findet bei Foeten von 10—18 cm Länge oft das ganze Ascendens mit Caecum oberhalb des Beckens mit dem parietalen Peritoneum breit verwachsen in der Gegend des unteren Nierenpoles, sehr viel häufiger als beim Erwachsenen; man findet ferner häufig die oben erwähnte Querlage des Ascendens in relativ frühen Stadien schon ganz fixiert (s. z. B. Fig. *e* oder *f*, eine Anordnung, die ich bei vier Embryonen unter 18 cm völlig fixiert fand), während solche Lage beim Erwachsenen meines Wissens überhaupt nicht beobachtet wurde; danach ist anzunehmen, daß auch ein schon festgewachsenes Colon ascendens seine Lage zur Rückwand noch ganz erheblich ändern kann, daß also der sog. Descensus des Caecum auch dann erfolgen kann, wenn die Ileocäcalgegend schon frühzeitig am parietalen Peritoneum befestigt worden ist.

Es ist auch zu erwägen, daß solche Umlagerungen überhaupt regelmäßig eintreten müssen, da sich die Bauchhöhlenform vom Embryo bis zum Erwachsenen völlig verändert, man vgl. Fig. *h* und *i* (Ascendens in ganzer Ausdehnung verwachsen) mit dem Bauchsitus eines Erwachsenen. Ähnliches zeigen Merckels Sagittalschnitte (1894); so muß z. B. stets die ganze Duodenalschlinge ein ganzes Stück nach rechts wandern, die Kreuzungsstelle des Colon mit Duodenum desc. ebenfalls, mit ihr die *Fl. coli d. post.*; diese findet sich beim 8—12 cm-Embryo nahe der Mittellinie (s. Fig.-Reihe *a—g*), beim Erwachsenen stets näher der lateralen Bauchwand als der Mittellinie. Die Möglichkeit solcher Verlagerung schon fixierter Eingeweide ist gegeben durch die relative Unabhängigkeit des parietalen Peritoneum von seiner Unterfläche. Denn das parietale Peritoneum ist der Träger der fixierten Teile, nicht aber das betreffende Organ der Rückwand (z. B. die Niere), an welchem scheinbar die Fixierung eintrat. Das parietale Peritoneum macht zum Teil die Wachstumsschiebungen der Rückwand nicht mit, sondern folgt vielmehr den raumsuchenden Wachstumsverhältnissen der an ihm fixierten Eingeweide. Denn stets und allerorts ist das parietale Peritoneum fester mit dem angehefteten Darm oder dessen Mesenterialabschnitten verbunden, als mit der Rückwand, also ist es an sich schon viel wahrscheinlicher, daß das Peritoneum dem Darmwachstum mehr nachgibt, als den dahinter gelegenen Gebilden der Rückwand.

Für den fälschlich sog. Descensus des Caecum gilt außerdem noch folgende besonders günstige Beziehung: Schon gleich nach der Wendung des Colonschenkels liegt das Caecum gewöhnlich dicht über dem

Beckenrand (z. B. in Fig. *h*, ebenso bei Embryo X, erreicht es die *Crista iliaca*). Dabei ist diese Stelle dem kleinen Becken und dem Vorderrand des Beckens relativ viel näher benachbart als die *Crista iliaca* beim Erwachsenen, infolge der geringen Raumausdehnung des Beckens und der Krümmung des Embryo. Wenn nun später das Becken wächst, die Wirbelsäule sich rückwärts beugt, so braucht nur das parietale Peritoneum des großen Beckens seine ursprüngliche Beziehung zu den Organen des kleinen Beckens zu bewahren, so wird es in dieses — relativ — hineingezogen werden, mit ihm die *Ileocäcalregion*, falls hier Verwachsung besteht; die Beckenschaukeln wachsen gewissermaßen hinter dem Peritoneum in die Höhe, während die gewaltig anwachsende Lendenwirbelsäule ebenfalls hinter dem Peritoneum emporwächst und die hintere Bauchwandung mit den Nieren und die dem Zwerchfell notwendig folgenden Oberbaucheingeweide in die Höhe treibt; so steigt die Leber relativ empor, mit ihr die Duodenalschlinge und die angeheftete *Fl. coli dextra*; indem sie zugleich relativ nach rechts gezogen wird, kommt es zur Streckung und Aufrichtung des *Colon asc.* und Senkung der *Ileocäcalregion*, auch wenn diese schon früh mit paritealem Peritoneum verbunden ist.

Ähnliche Anschauungen sind schon sehr früh von Luschka (1861) geäußert worden, der auf die frühe Verbindung der *Ileocäcalverwachsung* mit dem Inguinalring durch besonders dichte Stränge im parietalen Bauchfell aufmerksam machte; Luschka schloß daraus auf Abhängigkeit des *Descensus caeci* vom *Desc. testicularum*; zum mindesten besteht in diesem „*Lig. genito-mesenterium*“ eine besondere Beziehung des *Caecum* zum vorderen oberen Rand des kleinen Beckens durch weniger nachgiebiges parietales Peritoneum, was obige Darlegungen unterstützt. Neuerdings hat Bro man (1914) die Ansicht geäußert, daß die sekundäre Verwachsungsstelle von *Ascendens* und *Ileocäcalregion* durch relative Wachstumsschiebungen caudalwärts ausgezogen wird, was er durch zwei Vergleichsfiguren eines 25 cm-Embryo und Erwachsenen sehr anschaulich illustriert. Diese beiden Abbildungen geben vor allem auch eine deutliche Vorstellung von der oben erwähnten Nachbarschaftsbeziehung der *Ileocäcalgegend* zum kleinen Becken resp. dem Peritoneum der Genitalorgane; wenn man sich ihr Verhältnis in Bro mans Fig. 14 (Foetus 25 cm) bestehen bleibend denkt, unter gewaltigem Wachstum von Becken und Lendenwirbelsäule, so muß ganz zwanglos die in Bro mans Fig. 15 beim Erwachsenen dargestellte Ausdehnung der Verwachsung zustande kommen. Ganz unrichtig ist nach alledem die Ansicht (Ancel und Cavaillon, 1907), daß ein „Auswachsen“ des *Colon asc.* das *Caecum* ins Becken in wechselndem Grade vorrücken läßt; natürlich ist das *Colonwachstum* stets mit erforderlich, aber es ist nicht die Ursache der variablen *Caecumlage*.

Ganz andere Beziehungen treten nun ein, wenn irgendwelche Teile des Ascendens, z. B. die *Fl. coli d. post.* oder sogar das Caecum nicht nur mit dem parietalen Peritoneum, sondern mit der Leber frühzeitig verwachsen oder auch mit Leberligamenten, z. B. mit dem sehr früh auftretenden kurzen *Lig. hepato-renale* oder dem *Lig. hepato-duodenale* oder dessen evtl. bestehender Fortsetzung, einem *Lig. cysto-duodenale* (über die Genese dieser Bänder und genaue Kasuistik s. Ancel und Sencert, [1903], über ihre Beziehungen zur Genese der *Fl. coli dextra* s. Harms [1900], auch Bro man [1906], über Beziehungen zur Ileocäcal-region s. Reid [1912]). Beim frühen Auftreten solcher Verbindungen wirken die erwähnten Wachstumsschiebungen ganz anders auf das betreffende angeheftete Colonstück: es muß der Leber folgen oder ihren Ligamenten und kann nicht mit den caudalen Partien des parietalen Peritoneum mitgehen. Hierfür sind äußerst lehrreich die häufig beim Erwachsenen vorkommenden Fälle, bei denen besondere Ligamente zwischen *Fl. coli dextra* oder gar Colonanfang und der Leber oder ihren accessorischen Ligamenten kombiniert sind mit Hochstand des Caecum und Kürze des ersten Ascendensstückes, dafür aber ausgiebiger Schlingenbildung der *Fl. coli dextra*; das ist zugleich die einzige Verlaufsform, für die das Toldtsche Variationsmoment, frühzeitige Verwachsung, sicher die rechte Colonlage entscheidend beeinflußt, aber eben mit der Einschränkung, daß die Verwachsung auf Leber oder ihre Ligamente übergreift.

Ohne auf ihre Kasuistik weiter einzugehen, möchte ich erwähnen, daß ich beim Erwachsenen eigentlich niemals reichlich ausgebildete accessorische Leberligamente (*Lig. hepato-renale ant., post., Lig. cysto-duodenale*) gefunden habe, ohne daß nicht zugleich eine besonders innige Verbindung mit der *Fl. coli dextra*, besonders ihrem Anfang, der *Fl. coli d. post.* bestand, so daß wohl vor allem das Auftreten der accessorischen Ligamente überhaupt schon ein wesentlich begünstigendes Moment für frühzeitige und reichliche Colonfixation ist.

Ebenso entscheidend ist die Art und Weise, in welcher bei der sich vollziehenden Anlagerung die Einteilung des Colonschenkels in Ascendens und Reststück, d. i. Gesamtstrecke der *Fl. coli dextra*, erfolgt, durch die Ausbildung der *Fl. coli d. post.* Das führt uns zurück auf die Typen der Colonlage beim  $6\frac{1}{2}$ —8 cm-Embryo Fig. *a—g*. Während nämlich das hierdurch abgegrenzte Ascendensstück, da es mit parietalem Peritoneum verwächst, noch nicht für die endgültige Lagerung vorbestimmt ist, auch wenn es sich zu dieser Zeit schon in ganzer Ausdehnung verwachsen zeigt, wird die *Fl. coli d. post.* bei dieser Anlagerung viel entscheidender in ihrer zukünftigen Lage bestimmt, da sie mit dem Duodenum selbst verwächst; die *Fl. coli d. post.* entsteht ja, wie wir sahen, stets da, wo der Schenkel in die Duodenum-Nieren-

Lebernische nach hinten hineingepreßt wird. In dieser Beziehung ist also die Lagerung der *Fl. coli d.* schon frühzeitig entschieden: in der Verlaufs- und Anheftungsweise an das Duodenum; und in dieser Hinsicht dürften wohl auch die in *a—g* gezeichneten Typen die Vorstufen wechselnder Lageformen sein: Kurze Entfernung der *Fl. coli d. post.* von der (zuweilen ausgeglichenen) *Fl. coli media* (wie in Fig. 23, *a, c* und *h*) wird langes Ascendens, tiefes Caecum ermöglichen; langer Parallelverlauf der rechten Flexur mit dem Duodenum (wie etwa in 25, *b, k, j* und *g*) wird kürzeres Ascendens und höhere Caecumlage bewirken, da für die relative Abwärtsbewegung der Verwachsungsstelle mit parietalem Bauchfell relativ wenig Colon verfügbar ist; dabei wird der Colonschenkel im ganzen doch seine reguläre Länge erreichen, indem er ursprünglich dem Duodenum in längerem Parallelverlauf angeschlossen, später innerhalb des Flexurbereichs in neu entstehende Windungen oder Nebenschlingen sich legt (vgl. Entstehung von Fall III im III. Teil).

Im ganzen sind hiernach für die endgültige Lage des rechten Colon, insbesondere für die Entstehung der rechten Flexur, für die Höhe des Caecum und Länge des Ascendens folgende Umstände bestimmend: Die Vorbedingungen schafft die Anlagerung des rechten Colonschenkels an die Rückwand entlang und entsprechend dem hinteren unteren Lebertrand; dessen Konfiguration zusammen mit der Form und relativen Lage des Duodenum bestimmt entscheidend die Stelle am Colonschenkel, an welcher die *Fl. coli d. post.* entsteht, bestimmt also, in welchem Verhältnis diese den Colonschenkel in Ascendens und der Flexur angehörigen Abschnitt teilt. Da die *Fl. coli d. post.* fast stets sofort bei ihrer Entstehung in der Nische neben dem Duodenum desc. höher oder tiefer verwächst, gleichzeitig mit parietalem Peritoneum und Duodenum, häufig auch gleich mit dem früh entstehenden Lig. hepato-renalre, so ist auch ihre Lage im Verhältnis zur Rückwand schon frühzeitig vorbestimmt. Dagegen macht die Ileocäcalregion und das Ascendens, gleichgültig, ob frühzeitig verwachsen oder noch frei, stets noch eine erhebliche relative Lageverschiebung caudalwärts durch, bedingt durch Wachstumsdifferenz von Darm mit parietalem Peritoneum einerseits und den Organen der Rückwand, Becken, Niere und Wirbelsäule andererseits, und zwar rückt sie weit oder weniger weit herab, je nachdem, wieviel Colon infolge der vorher erfolgten Teilung durch die *Fl. coli d. post.* für das Ascendens verfügbar geworden ist. Nur eine frühzeitige Festheftung an der Leber selbst oder an ihren accessori-schen Ligamenten vermag diesen scheinbaren Descensus zu hemmen, nicht aber die frühzeitige Verwachsung mit parietalem Peritoneum, z. B. vor der rechten Niere.

In letzter Linie ist also die definitive Lage des rechten Colon schon weitgehend abhängig von der variablen Konfiguration des rechten

Leberlappens und der ebenfalls von der Leber beeinflussten Stellung und Form der Duodenalschlinge; das relativ spät einsetzende Wachstum und besonders die im Verhältnis zum übrigen Darm spät auftretende mächtige Volumenvergrößerung des Colon, beides unabhängig von früherer oder späterer Verwachsung, sind hierbei der wichtigste Faktor der Lageentwicklung.

##### 5. Zusammenfassung über Gesamtverlauf und Mechanik der Darmdrehung; die Wechselwirkung zwischen Duodenum und Colon.

Um zu möglichst klaren Vorstellungen über den morphologischen und mechanischen Verlauf der Darmlageentwicklung zu gelangen, halte ich es für zweckmäßig, die in den bisherigen Ausführungen an ein umfangreiches morphologisches Material gebundenen und von Abschnitt zu Abschnitt einzeln erörterten Mechanismen der Lageentwicklung noch einmal im Zusammenhang darzustellen. Es ist notwendig, bei dieser Gelegenheit genauer, als es im Hauptteil geschah, auch auf die einleitenden Vorgänge der Duodenumentwicklung einzugehen, für die mir eigene Untersuchungen fehlen (ich halte mich dabei wesentlich an die Darstellung bei His [1885, III], Endres und Mall).

Denn das wichtigste Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen scheint mir zu sein, daß dem Wachstum und den Lageveränderungen des Duodenum eine viel einschneidendere Bedeutung für die Morphologie und Mechanik der Darmdrehung zukommt, als bisher angenommen wurde, insbesondere wird die Lageentwicklung des Colon auf dem ganzen Wege vom Duodenum beeinflusst.

Die Darmdrehung als Ganzes umfaßt, wenn man den 5 mm-Embryo mit der definitiven Lage vergleicht, nicht nur die Nabelschleife, sondern es gehört untrennbar dazu die Bildung der Duodenalschlinge und die Wanderung ihrer Fl. duod.-jejunalis, andererseits die Erhebung des Colonbogens nach links zur Fl. lienalis; nur Enddarm und der Magen sind nicht unmittelbar beteiligt. Als morphologische Achse der Darmdrehung ist von vornherein kenntlich die Art. mesent. sup., sie bleibt bis zu ihrer teilweisen Umlegung durch den Colonschenkel ungestört in der Richtung, die sie vom ersten Auftreten an hat: von ihrem Eintritt ins dorsale Mesenterium (etwa in der Höhe des Pylorus) nach vorn abwärts, median, in gerader Richtung bis in den Scheitel der Nabelschleife hinein verlaufend. Auch mechanisch ist die Arterie die eigentliche Achse, mit ihr zusammen aber, vor allem in den Anfangsstadien, die Vena omph.-mesent., speziell ihr zur Vena portae werdender Anteil, der in den ersten Stadien der Darmdrehung an Volumen das Duodenum noch übertrifft, später aber fortschreitend an relativer Dicke und entsprechend an mechanischer Bedeutung verliert.

Die Darmdrehung wird eingeleitet durch die von der Leber bewirkte Linksdrehung des Magens, die beim 3—5 mm-Embryo bereits ca. 20° erreicht hat, während der ganze Darm noch in der Sagittalebene liegt, noch mit kaum abgrenzbarer Duodenal- und Nabelschleifenbiegung. Die Duodenalschlinge zeigt sich erst deutlich bei ca. 5 mm Länge, als S-förmige Biegung, deren obere vordere Konvexität der Pylorusregion, deren untere hintere dem Dünndarmübergang entspricht. Solange dieses Anfangsstück des Mitteldarms noch sagittal steht, bildet es mit seiner schwachen S-förmigen Biegung das Negativ (Endres) zu dem voluminösen Venendoppelring, mit dem die beiden Vv. omph.-mesent. diese S-förmige Doppelbiegung 8-förmig umschlingen: Dem oberen, von hinten oben nach vorn unten gerichteten Magen-Duodenum-Übergang entspricht ein von vorn oben nach hinten unten gerichteter Venenring; der vorderen Konvexität des Duodenalbogens die hinten im dorsalen Mesenterium liegende zweite Vereinigung der Venen, dem nach hinten abwärts gerichteten Mittelstück der S-förmigen Biegung ein zweiter, es umgreifender, nach vorn abwärts gerichteter Ring; vor der nach hinten gerichteten Konvexität liegt die dritte Venenvereinigung, von da laufen die paarigen Venen gleichsinnig mit dem Anfang der Nabelschleife; „es kommen auf diese Weise zwei im dorsalen Gekröse konvergierende und dort in der Höhe der Pankreasaussprossung sich tangierende Gefäßringe zustande. Indem nun das Venenpaar vor der ersten und nach der dritten Querverbindung verschmilzt und vom oberen Gefäßring die linke, vom unteren die rechte Hälfte verkümmert, tritt an die Stelle der symmetrisch gelegenen Vv. omph.-mesent. ein unpaarer Gefäßstamm, wie er sich eben bei einem vierwöchigen Embryo vorfindet“ (Endres). Dieser Vorgang läßt aus der 8-förmigen eine S-förmige Schlinge werden, die die Pylorusregion rechts, die Duodenalschlingenmitte links kreuzt. Die beiden gekreuzten Darmteile weichen beim weiteren Wachstum entsprechend dahin aus, wo die vorher anliegende Vene verschwindet, also der Anfang nach links vorn, die Mitte nach rechts. Hierdurch und durch die gleichsinnige Magendrehung bekommt die Duodenalschlinge die für den weiteren Verlauf entscheidenden Richtungen: der Magen-Duodenum-Übergang quer vor der vorn konkaven dicken Vena omph.-mesent.-Biegung; er tritt damit quer vor die Achse und bleibt hier als Ruhepunkt, als mechanische Basis für die ganze Drehung, dauernd in dieser Stellung. Die Konvexität der Duodenalschlinge liegt jetzt nach rechts gerichtet, Mitte und unterer Teil rechts neben der V. omph.-mesent., die Konvexität ihres allmählichen Übergangs in den Dünndarm nach hinten gerichtet. Die schon früher begonnene Entwicklung des Pankreaskopfes in der oberen Konkavität des Duodenum erhält jetzt eine wichtige mechanische Bedeutung dadurch, daß er eine breitbasige innige Anheftung der oberen Duodenal-

biegung um die Gefäße herum bewirkt und damit eine „Konzentration“ des Mesoduodenum und Verschmelzung mit der Gefäßachse zu einem einheitlichen Stiel. Für die Rechtswendung des ersten Duodenalbogens kommt die Pankreasentwicklung beim Menschen wohl nicht mechanisch in Betracht, da sie schon vollzogen ist, wenn die Pankreasanlage wegen ihrer Kleinheit noch keine Wachstumswirkung ausüben kann; vielmehr wird der Pankreaskopf und mit ihm Ductus pankreaticus und choledochus durch die beiden genannten Faktoren mit dem oberen Duodenum zusammen nach rechts gewendet.

Bis zu diesem Zeitpunkt, dem 7 mm-Embryo, wirken also außer dem langsamen Längenwachstum wichtige, außerhalb des Darms gelegene Faktoren: Leberwachstum auf die Linksdrehung des Magens, teilweise Obliteration des Venendoppelringes auf die Rechtswendung der Duodenalschlinge, die Pankreasentwicklung auf die innige Anlagerung des Duodenum an den Gefäßstiel und auf die Konzentration des Mesoduodenum. Von diesem Zeitpunkt ab beherrscht fast allein das Längenwachstum des Darmes die weiteren Vorgänge und führt zwangsläufig infolge einer jetzt angebahnten Korrelation von Anfang- und Enddarm zu einer Wechselwirkung von Duodenum und Colon, die für den Ablauf der Drehung entscheidend ist; es entstehen nämlich jetzt noch folgende Lagebeziehungen: während die hintere Konvexität der Duodenalschlinge sich rechts neben die V. omph.-mesent. legt, wird die Nabelschleife nach vorn vorgetrieben; ihr Anfang liegt, eben mit dieser Schlußbiegung der Duodenalschlinge, in einer Rinne zwischen Wolffschem Körper und dorsalem Mesenterium, ihr absteigender Dünndarmschenkel oberhalb und rechts zum aufsteigenden, ihr Scheitel vorwärts-abwärts gerichtet in der Nabelschnur, ihr aufsteigender Colonschenkel geht in sanftem, sagittal stehendem Bogen hinten vor der Wirbelsäule in den abwärts gerichteten Enddarm.

Die beiden entscheidenden Beziehungen zwischen Duodenum und Colon, die in dieser Lageweise gegeben sind, sind folgende: 1. die Anlagerung des Duodenum-Dünndarm-Überganges rechts seitlich an das dorsale Mesenterium; dieser Mesenteriumabschnitt ist nämlich das Mesenterium der primären Colonbiegung, das sich in dem von Art. mesent. sup. und Wirbelsäule gebildeten Winkel sagittal ausspannt; und 2. eine direkte mesenteriale Verbindung des Duodenumanfanges mit dem Übergang des Colonschenkels in den Colonbogen, die ebenfalls durch die seitliche Wendung des Duodenum bedingt ist; indem nämlich das Duodenum als Seitenschlinge um die Achse der V. omph.-mesent. und Art. mesent. sup. herumgelegt wird, bleibt der Duodenumanfang an der gleichen Stelle vorn quer über die Gefäße gelagert, an welcher der Übergang des Colonschenkels in den Colonbogen dicht unterhalb der Gefäße ihnen parallel angeschlossen liegt: beide sind mit den Gefäßen

ziemlich kurz mesenterial verbunden, der Duodenumanfang nur unter Zwischenlagerung eines schmalen Pankreasstreifens, das Colon durch ganz schmales Mesenterium direkt mit der Art. mesent. sup.

Da die Gefäße mit dem ihnen aufgelagerten Pankreaskopf einen geschlossenen dicken Stiel bilden (von mir als „Gefäß-Pankreas-Stiel“ bezeichnet), den das Duodenum breit aufgelagert quer umzieht und dem das Colon unten dicht angeschlossen anliegt, ist die Wirkung der ersten Lagebeziehung beim weiteren Wachstum ganz zwangsläufig: Die Fl. duod.-jejunalis wird um den Stiel herumgetrieben durch gleichsinniges Wachstum beider Schenkel, nachdem sie sich bereits zwischen 15 und 17 mm zu einem scharfen Knick zusammengebogen und nach links gewendet hat; sie stößt gegen den Colonbogen und dessen Mesenterium, schiebt ihn nach links unter Umwendung und Faltung und Ausbreitung seines Mesenterium und setzt diese Wirkung immer weiter fort durch gleichsinnige Vortreibung auch der 1. Jejunumschlinge, bis zur völligen Linkswendung und Erhebung der Fl. lienalis. Hierbei setzt zum erstenmal das Colon selbst helfend ein durch sein langsam zunehmendes Eigenwachstum; ohne dieses kann der ganze Vorgang nicht zustande kommen, da der Colonbogen durch seine Lage ein Hindernis für die wandernde Fl. duod.-jejunalis bildet; er wird geschoben, aber muß gleichzeitig mitsamt seinem Mesenterium stark wachsen, um die Wendung und Erhebung nach links und Ausbreitung und Faltung seines Mesenterium vollziehen zu können. Ist die Wendung erst einmal im Gange, so ist dem Wachstum des Colon die Richtung gegeben; entsprechend der Richtung ihrer Schenkel muß die aus dem Colonbogen sich bildende Fl. lienalis nach links oben getrieben werden.

Während diese Wirkung der um den Gefäß-Pankreas-Stiel herum nach links vorgetriebenen Fl. duod.-jejunalis auf die Linkswendung des primären Colonbogens sich zweifelsfrei erweisen läßt, ist die zweite Beziehung in ihrer Wirkung weniger klar, aber morphologisch ebenfalls ganz sichergestellt, d. i. die von Anfang an bestehen bleibende Mesenterialbeziehung zwischen Duodenumanfang und Colon. Die Stelle des Colon, die diese Beziehung zum Duodenumanfang hat, ist, solange das Colon eine sagittale Lage beibehält, der Übergang des geraden Colonteils (aufsteigender Nabelschleifenschenkel) in den Colonbogen, also der Anfang der primären Colonbiegung. Indem der Colonbogen durch die Fl. duod.-jejunalis und 1. Jejunumschlinge unter eigenem Wachstum nach links gewendet wird, entsteht hier eine leichte Knickung, die ich „Fl. coli media“ benannte. Diese wird schon durch die darunter geschobene Fl. duod. jejunalis und weiterhin durch die Wirkung der unter dem Colon sich nach links entwickelnden Jejunumschlinge etwas erhoben und ganz gering nach rechts geschoben, so daß sie erst neben, dann über die Art. mesent. sup. und den schmalen Pankreasstreifen.



bis unmittelbar an den Duodenumanfang herangelagert wird. Die Entfernung dieses Weges ist minimal, die Verbindung mit Duodenum ursprünglich, das Mesocolon an dieser Stelle dauernd ganz schmal. Die Anlagerung der *Fl. coli media* an den Duodenumanfang geschieht schon vor der Rechtswendung des Colonschenkels, selbständig, in kontinuierlicher Fortsetzung der links begonnenen Anlagerung des Colon an die große Krümmung. Die Verlötung mit dem Duodenum erfolgt sofort, gleichzeitig mit der Anlagerung, durch Vermittlung des Netzes, welches hier seine rechte Grenze hat.

Wenn jetzt unmittelbar folgend auf diese Anlagerung der *Fl. coli media* an das Duodenum auch der ganze Colonschenkel der Nabelschleife nach rechts gewendet wird, so geschieht dieser letzte Teil der Darmdrehung ganz sicher im wesentlichen unter der Wirkung des Dünndarmwachstums. Von Toldt, Mall, Fischer und Eisler u. a. ist diese „Rollwirkung des wachsenden Dünndarmkonvolutes“ als wesentlichster Faktor der ganzen Darmdrehung angesprochen worden; sie besteht zweifellos, aber sie ist nach meiner Auffassung sekundär, gleichsinnig, unterstützend, in ihrer Richtung allein bestimmt von der primären Wirkung des Duodenumwachstums; denn das Duodenum allein, in Abhängigkeit seiner morphologischen Beziehung zur Achse, dem Gefäß-Pankreas-Stiel, bringt die Wendung der *Fl. duod.-jejunalis* zustande und bestimmt damit die Richtung ihrer Wanderung; diese selbst vollzieht sich unter der Wachstumswirkung beider Schenkel, aber ihre Richtung nach links unter dem Gefäß-Pankreas-Stiel hindurch wird vom Duodenumschenkel der Flexur bestimmt: Dieser ist an die Achse gebunden, der Dünndarmschenkel dagegen relativ frei. So wird also dem ersten Teil des Dünndarms, den intraabdominal sich entwickelnden Jejunumschlingen, ihre Richtung vom Duodenum vorgeschrieben; es gehört hinzu, wie schon ausgeführt, daß der Colonbogen durch sein Eigenwachstum sich der gegendrängenden *Fl. duod.-jejunalis* unterwirft und so den Weg in die linke Bauchhöhenseite für den Dünndarm freigibt.

Es fragt sich, wie nun das Wachstum der extraabdominal entstehenden Dünndarmschlingen wirkt; für dieses habe ich eigene Untersuchungen nicht mitaufgeführt, da ich die Befunde von Mall und Fischer und Eisler, die sich am ausführlichsten damit beschäftigen, nur bestätigen konnte. Der extraabdominal liegende Hauptteil der Nabelschleife entwickelt in seinem gesamten Dünndarmanteil ein enormes Längenwachstum, also sowohl am ganzen oralen wie am vorderen Teil des aboralen Schenkels bis zum Caecum. Da weder das Colon noch die Achse Schritt halten, muß er sich in alternierende Schlingen legen; die Schlingenbildung ist eine relativ unabhängige Etappe der Darmentwicklung, da das ganze Konvolut der Nabelschnurhöhle nur durch je einen Schenkel mit dem intraabdominal gelegenen Jejunumanteil

und Colon in Verbindung ist; trotzdem geschieht sie, wie zuerst Mall nachwies, mit erstaunlicher Gesetzmäßigkeit, so daß man regelmäßig bei Foeten, oft sogar beim Erwachsenen, die Schlingengruppen noch nachweisen kann, die aus dem zuerst sich bildenden in regelmäßigem Verlauf hervorgehen.

Die Ursachen dieser Gesetzmäßigkeit sind nicht ganz leicht zu verstehen, immerhin lassen sich doch gewisse Abhängigkeiten erweisen: einmal die Lage der beiden Schenkel zueinander im Nabelring; die ursprüngliche Lage, Dünndarmschenkel über dem Colonschenkel, verändert sich nur sehr wenig, der Dünndarm tritt rechts neben oder auch nur rechts oberhalb neben den Colonschenkel, und zwar infolge der Richtung des in die Bauchhöhle hinein nach links unten gerichteten Jejunumschenkels der Fl. duod.-jejunalis. Es muß ja beim Längenwachstum dieser relativ wenig befestigten Darmteile jeder einseitigen Wachstumsrichtung die umgekehrte Gegenwirkung des anschließenden Darmteiles entsprechen nach dem Prinzip von Druck und Gegendruck, Stoß und Rückstoß; daher wird regelmäßig der im Nabelring gelegene Dünndarmabschnitt den nach oben oder rechts oben gerichteten Scheitel einer flachen Schlinge bilden müssen, deren abdominaler Schenkel sich gewissermaßen gegen die Fl. duod.-jejunalis gegenstützt; von ihr aus ist dann das Wachstum nach beiden Seiten, abwärts und links gerichtet; diese Schleife ist an allen Rekonstruktionsbildern Malls sehr klar zu sehen (bezeichnet mit Schlinge 3). Das beschriebene Verhalten hat zur Folge, daß im Nabelschnurkonvolut von Anfang an das Bestreben sein muß, die Schlingen von rechts oben nach links unten hin zu entwickeln, so daß der Hauptteil des Dünndarmknäuels rechts neben und unter den Colonschenkel zu liegen kommt. Eine zweite Abhängigkeit ist in der Verbindung der Achse mit dem weiteren Nabelstrang selbst gegeben durch die V. omph.-mesent., die sich über den Scheitel der Schlinge hinweg in den oberen Inhalt der Nabelschnur fortsetzt; sie verhindert ein Abweichen der Dünndarmschlingen von der erwähnten Richtung. Unterstützend wirkt hierbei wohl auch die Verbindung des Darmscheitels selbst mit dem weiteren Nabelstrang in Gestalt des Ductus omph.-mesent. Dazu kommt als dritter Faktor die Trägheit des Colonwachstums und der Art. mesent. sup.; beide werden durch eine vom wachsenden Dünndarmknäuel ausgeübte Spannung, welche im ganzen nach dem Schleifenscheitel zu wirken muß, gestreckt erhalten und müssen so ebenfalls bestrebt sein, ihre einmal bestehende Lage links und kranial zum Knäuel zu bewahren. Eine solche scheidelwärts wirkende Spannung muß angenommen werden, da der Dünndarm sich ja nicht freiwillig, sondern nur gezwungen durch die zurückbleibende andere Schleifenseite in Windungen legt; sie ist also die Gegenwirkung des sich ausdehnenden Dünndarmknäuels gegen das verharrende Colon. Nur hierdurch ist auch zu

erklären, daß der im Verhältnis zum Dünndarm so schwache Colonschenkel trotz der gewaltigen Lageschiebungen neben und um ihn herum seine gestreckte Lage bewahrt; dabei ist von Wichtigkeit, daß dieser Spannung am anderen Schenkelende des Colon als Fußpunkt entgegenwirkt die kurze Verbindung der Fl. coli media mit dem Duodenum sup. und dem Pankreaswinkel resp. der daraus hervorkommenden Art. mesent. sup. Nur durch diese kurze Verbindung wird es verhindert, daß das Dünndarmwachstum den Colonschenkel aus der Bauchhöhle in die Nabelschleife hineinzieht, da ja der weitere Colonverlauf, der Colonsbogen, infolge der Ausbreitung seines Mesenterium nur geringen Widerstand leisten kann. Ich glaube, daß dieser Zug auf die Fl. coli media noch eine besondere Wirkung ausübt, indem er durch den Zerrungsreiz zur ligamentösen Verdichtung dieser Verbindung führt und die Verwachsung dieser Stelle mit dem Pankreaskopf und Duodenum begünstigt. Die Spannung wirkt nur bis zum Caecum hin, für den nur aus Dünndarm bestehenden Scheitel und die daraus entstehenden Ileumschlingen gilt noch eine besondere Drehwirkung, auf die ich noch zurückkomme.

Wie man sieht, ist also am extraabdominalen Konvolut ein richtunggebender Faktor von vornherein am Werke, nämlich die Wachstumsrichtung des distalen Schenkels der flachen Jejunumschlinge, die im Nabelring liegt; die beiden anderen Faktoren, eine gewisse Fixierung des Scheitels und Spannung der Colonseite des Knäuels, sind nur unterstützend; so ist also im letzten Grunde wiederum das Duodenum entscheidend auch für die Entwicklung des Nabelschnurkonvoluts, da es durch die Fl. duod.-jejunalis unter Vermittlung ihres abführenden Schenkels auch der Verbindungsschlinge zum extraabdominalen Dünndarmanteil die erste Richtung vorschreibt.

Wenn im weiteren Verlauf das extraabdominale Konvolut allmählich in die Bauchhöhle aufgenommen wird, so helfen neue gleichsinnige Momente den schon bestehenden Tendenzen zur völligen Auswirkung: Die Bauchhöhle weitet sich zuerst und in stärkerem Maße in der linken Seite, infolge der Wachstumsdifferenz von rechtem und linkem Leberlappen; so werden die ersten Jejunumschlingen des Knäuels bei ihrer Aufnahme in die Bauchhöhle in Richtung ihres Verbindungsschenkels also nach links unter dem Colon hindurchgeschoben; wird dann auch die rechte Bauchhöhlenseite freigegeben, so tritt hier das noch übrige Ileumkonvolut hinein; dadurch wird eine Querstellung des ganzen Dünndarmknäuels mit dem Scheitel nach rechts eingeleitet. Hierbei wirkt mit eine schon vorher begonnene Spiraldrehung des aus Ileumschlingen gebildeten Scheitels, welche gleichsinnig mit der ganzen Darmdrehung, nämlich (von vorn gesehen) entgegen dem Uhrzeiger, wirkt, hervorgerufen durch gleich zu erörternde Ursachen.

Das ist im ganzen die sog. Rollwirkung des Dünndarmkonvoluts, welche den anscheinend völlig passiv sich verhaltenden Colonschenkel über das Knäuel hinweg von links nach rechts umlegt und unter der Leber entlang an die hintere Bauchwand befördert. Ich möchte aber gegenüber den genannten Autoren glauben, daß zu dieser Wirkung eine aktive Beteiligung des Colon hinzukommt, sein eigenes Wachstum, sowohl für die Vorgänge an der Fl. coli media wie auch für die Rechtswendung des Schenkels selbst. Man muß sich zunächst einmal klar machen, daß auch ohne die drehende Wirkung des Dünndarmkonvoluts das wachsende Colon von der Linkswendung der Fl. lienalis an keinen anderen Weg mehr nehmen kann als den der Rechtswendung seines Anfangsteils unter Anschluß der Fl. coli media an das Duodenum. Das Wachstum des sagittalen Colon muß zunächst den Colonbogen nach oben zu schieben suchen, dem Magen entgegen. Indem hier die Linkswendung des Colonbogens durch die Fl. duod.-jejunalis hervorgerufen wird, findet der zuführende Schenkel der Colonflexur (von Fl. media bis lienalis) Parallelanschluß an die große Krümmung unterhalb des Netzes. Wächst nun der mittlere Teil des Colon weiter (Gegend der Fl. coli media), so muß diese entsprechend der Richtung ihrer Schenkel zwangsläufig immer mehr Colon an den Magen und weiterhin an Pylorus und Pars sup. duodeni heranschieben. Diese geringe Rechtsaufwärtsschiebung muß erfolgen, da nach abwärts, caudal zum Gefäßstiel, an den sie befestigt ist, um den sie also rotieren muß, der Weg versperrt ist durch die mächtige, kurz am Stiel befestigte Fl. duod.-jejunalis, speziell ihren abführenden Schenkel.

Eine einzige andere Möglichkeit ist gegeben, nämlich die Ausbildung einer besonderen Schlinge des Colon transversum in folgender Weise: Außer der Fl. coli media ist gewöhnlich (s. Embryo III) durch Wirkung der gegengestauchten Fl. duod.-jejunalis eine weitere stumpfwinklige Knickung des Colon zwischen der Fl. media und lienalis entstanden; wenn diese nun bei der Erhebung durch die Fl. duod. jejunalis an die große Krümmung heran nicht alsbald durch Netz an den Magen befestigt wird, so kann sie beim Wachstum des mittleren Colonstücks einen Hauptteil des Colon in sich einbeziehen durch Auswachsen im Sinne ihrer ersten Anlagerichtung, also nach abwärts. Eine solche Schlinge des Colon transversum findet sich sehr häufig beim älteren Foetus wie beim Erwachsenen, es ist Klaatschs Prosimierschlinge. Ich habe sie aber niemals stark ausgeprägt gesehen schon vor der normalen Verwachsung des Colon mit dem Duodenum sup., muß also annehmen, daß sie in der Regel erst nachträglich durch starkes Wachstum des bereits in den Endabschnitten festgelegten Colon transversum entsteht unter sekundärer Wiederentfernung von der großen Krümmung. Damit bleibt in der Regel für das weitere Wachstum des mittleren Colonab-

schnittes nur die vorher angegebene Richtung. Anlagerung der *Fl. coli media* an die *Fl. sup. duodeni*.

Immerhin ist dieser Teil des Colon, für den die Rechtswendung durch Eigenwachstum und Gegenstauchen gegen das Duodenum wirklich nachweisbar ist, nur ein Teil des Colonschenkels der Nabelschleife; für die Wendung des ganzen Colonschenkels nach rechts hinten bliebe die beschriebene rollende Wirkung des Dünndarmkonvolutes als einzige Ursache bestehen, wenn man nicht für diesen zuletzt gedrehten Anfangsteil des Colon die Mitwirkung durch Colonwachstum theoretisch erschließen könnte. Vielleicht reicht die von Toldt, Mall und Fischer und Eisler gegebene Erklärung aus, mechanisch ist kaum ein Einwand zu machen. Doch sei an dieser Stelle hingewiesen auf eine bemerkenswerte Analogie der menschlichen Darmdrehung mit den viel klareren mechanischen Verhältnissen, die sich bei den anuren Amphibien bei der Bildung des Spiraldarmes abspielen, wo zweifellos das Eigenwachstum eines dem Colon entsprechenden Darmstückes den gleichen Wirkungswert hat wie das des Mitteldarms. Reuter (1900) hat von *Alytes obstetricans* eine ausführliche Beschreibung und Abbildungen von der Entstehung der Darmspirale gegeben. Die Spirale ist eine gleichsinnige Doppelspirale, gebildet vom ab- und wieder aufsteigenden Mitteldarm um die Gefäßachse herum. Das Prinzip ihrer Entstehung ist folgendes: Eine mittlere Achse, Gefäß- und schmales Mesenteriumblatt, trägt beiderseits Darm, zwei ungleich dicke Schenkel, die am Scheitel ineinander übergehen. Die Achse bleibt kurz, während beide Darmteile ein gleichmäßiges enormes Längenwachstum erfahren. Da der Scheitel ganz frei ist, nicht wie beim Menschen in der erwähnten Weise eine gewisse fixierende Fortsetzung hat, kann die ganze Achse mit dem Scheitel rotieren. Der enorm sich verlängernde Darm sucht um die Achse, die nicht mitwächst, einen möglichst langen Weg unter möglichst kurzer Entfernung von der Achse, mit der er ja allerorts durch schmales Mesenterium verbunden ist; da beiderseits der Darm gleichmäßig wächst, muß es zur Spiraldrehung kommen, nämlich so, daß der absteigende Darm mehrfache Spiraltouren um die Achse bis zum Scheitel durchläuft, die der aufsteigende rückläufig bis zum Anfang wiederholt. Die mechanischen Vorbedingungen sind dabei: kurze Achse, freier Scheitel, gleichmäßiges Längenwachstum beider Schleifenschenkel. (Ob tatsächlich der Widerstand der kurzen Achse oder die Raumbeschränkung wirkt, wie es für *Alytes* wohl zutrifft, ist für die mechanischen Vorstellungen gleichgültig.)

Beim Menschen findet nun ein ungleiches Wachstum statt; der Dünndarm proliferiert enorm, das Colon verharrt in gleicher Länge wie die Gefäßachse und wird mit ihr zusammen durch die erwähnte Spannungstendenz, die im ganzen Knäuel besteht, gestreckt erhalten. Spiral-

drehung könnte also zunächst nur am Scheitel eintreten, da hier beide Schleifenschenkel aus gleichmäßig wachsendem Dünndarm bestehen; tatsächlich ist meist am Ileumkonvolut des Nabelbruches der wiederholte Ansatz zu einer Doppelspiralbildung, gleichsinnig mit der ganzen Darmdrehung, erkennbar; besonders das Caecum mit Proc. vermif. ist stets in eine Spiraldrehung des Scheitels der letzten Ileumschlinge mit hineinbezogen; freilich ist diese Spirale nicht korrekt, sondern mit alternierender Schlingenbildung vermischt, wohl infolge der erwähnten anfänglichen Verbindungen des Scheitels mit dem weiteren Nabelstrang, welche anfangs keine ganz freien Drehungen des Scheitels zulassen. Der übrige Dünndarm, welchem auf der anderen Schleifenseite Colon korrespondiert, kann dagegen nur alternierende Windungen bilden, wie es tatsächlich für das Jejunum stets zutrifft. Das Bemerkenswerte ist nun, daß mit Rückkehr des Darmkonvoluts in die Bauchhöhle auch das Colonwachstum so stark wird, daß es dasjenige der Gefäßachse übertrifft; das Colon muß also jetzt einen anderen, längeren Weg als die Gefäßachse suchen; so vollführt es die einzige Bewegung um die Gefäßachse herum, die ihm durch die am Scheitel begonnene Drehung und durch die an der Basis eingeschlagene Richtung des Mittelcolon (entlang der großen Kurvatur) vorgeschrieben wird: es schlägt sich über die Gefäßachse nach rechts hinüber, oder besser, es hilft dem Dünndarmkonvolut eine Spiraldrehung um  $90^\circ$  ausführen, die sowohl die Achse wie das Colon selbst zwangsläufig nach rechts umlegen muß, da Achse und Colon nicht in der Mitte des Knäuels, sondern an seinem oberen resp. linken Umfang liegen. Unerläßlich für diesen Vorgang ist ein Überwiegen des Colonwachstums über das der Achse, die übrigens inzwischen verstärkt und gegen Zug widerstandsfähiger geworden ist dadurch, daß zur Arteria und Vena mesent. sup. noch dicke Massen des späterhin die mesenterialen Lymphdrüsen liefernden Gewebes hinzugekommen sind; dies Colonwachstum ist wirklich nachweisbar daran, daß erst vom Augenblick des Hinüberschlagens nach rechts an der Colonschenkel anfängt, sein bis dahin ganz schmales Mesenteriumblättchen zu verbreitern und sich selbst in Biegungen zu legen, die zur Entstehung der Fl. coli dextra in der beschriebenen Weise führen.

Somit vollführt das Colon mit dem bereits fertig ausgebildeten Dünndarmknäuel noch in letzter Stunde eine gemeinsame Drehung, die dem Prinzip der Doppelspiralbildung entspricht, nachdem es bis dahin gerade das Colon war, das infolge seiner Wachstumsträgheit zusammen mit der Achse solche freien Drehungen des Dünndarmknäuels verhindert hat.

Ich gebe zu, daß aus der Untersuchung der menschlichen Lagebilder allein eine Mitwirkung des Colon bei der letzten Drehung des in die Bauchhöhle zurückgekehrten Darmknäuels wohl kaum bewiesen werden kann.

Vielleicht wird es aber vergleichenden embryologischen Untersuchungen gelingen, die Darmdrehung in ihrer Morphologie und Mechanik nicht nur mit dem Spiraldarm der Anuren, sondern auch späteren komplizierteren Entwicklungen in Beziehung zu setzen. Vorläufig fehlt mir genügend vollständiges Material, um mehr als einen bloßen Hinweis auf die Analogie der menschlichen Verhältnisse geben zu können. Doch sei noch bemerkt, daß bei *Alytes* durch Bildung einer Seitenschlinge des Anfangsdarms nach rechts (entsprechend einer Fl. duod.-jejunalis) Beziehungen zwischen Anfangsdarm und dem aus der Spirale zurückkommenden, in den Enddarm überführenden Darmstück bestehen, die ganz auffallend den menschlichen Verhältnissen gleichen. Auch bei mehreren anderen Wirbeltierarten fand ich einen gewissen Komplex der Erscheinungen ganz ähnlich den menschlichen, nämlich stets vom Anfangsdarm nach rechts seitlich eine besondere Seitenschlinge um die Drehungsachse herumgeschlagen, entsprechend der Fl. duod.-jejunalis, erst von deren abführenden Schenkel an jeweilig entweder Doppelspiraldrehung oder alternierende Schlingenbildung oder beides vermischt, im ganzen sehr mannigfaltige Formen des Dünndarmknäuels, dann aber ganz regelmäßig eine auffallende Parallellagerung des zum Enddarm führenden Darmbogens mit dem zur erwähnten Seitenschlinge zuführenden Schenkel des Anfangsdarmes, ganz ähnlich dem Parallelanschluß des menschlichen Colon an Duodenum und Magen; gerade diese letzte Beziehung ist bei vielen Tieren (z. B. Carnivoren) noch viel ausgeprägter, der parallele Verlauf und der gegenseitige Anschluß auf einer erheblich größeren Strecke und der gemeinsam verlaufende Bogen viel ausgedehnter als beim Menschen. Diese letzten Beobachtungen brachten mich zuerst auf den Gedanken, daß ein besonderes gemeinsames Zusammenwirken von Colon und Duodenum bei der Lageentwicklung bestehen müsse in Form gleichsinnig gerichteter Wachstumsbewegung trotz des gegensinnigen Verlaufs beider Teile an den Parallelstrecken.

Ich beabsichtige daher, die vergleichenden Untersuchungen dieser Art fortzusetzen, da ich der Überzeugung bin, daß der Vergleich der entwicklungsmechanischen Verhältnisse viel tiefer in die Probleme der Phylogenese der Darmlage einzudringen gestatten wird, als es auf dem von *Klaatsch* (1892) beschrittenen Wege des Vergleichs mesenterialer Bildungen geschehen konnte, die zum Teil ganz sekundärer Art sind, wie z. B. das Lig. hepato-cavo-duodenale. Immerhin hat auch *Klaatsch* am Vergleich fertiger Formen die fundamentale Bedeutung gerade der Duodenum-Colon-Verbindungen erkannt.

Überblickt man den ganzen Verlauf der Darmdrehung, so lassen sich also folgende Wechselwirkungen von Duodenum und Colon nachweisen: 1. Linkswendung der Fl. duod.-jejunalis gegen den Colon-

bogen, Erhebung desselben zur Fl. lienalis unter Mitwirkung der 1. Jejunumschlinge; erforderlich ist zur Durchführung dieses Vorganges Eigenwachstum des Colonbogens; 2. Drehung der durch den ersten Vorgang entstandenen Fl. coli media um die Art. mesent. sup. herum, dem Duodenumanfang entgegen, mit dem diese Colonstelle ganz ursprüngliche und mechanisch wirksame Mesenterialbeziehung aufweist; 3. Entwicklung des Dünndarmkonvoluts unter richtunggebenden Bedingungen, die ihm das Duodenumwachstum und die Colonlage und seine Wachstumsträgheit vorschreiben; 4. Drehung des Dünndarmknäuels um die Gefäßachse im Sinne der vorausgehenden Wanderung der Fl. duod.-jejunalis, zwar vollzogen durch Wachstumsschiebungen des Dünndarms selbst, welche aber zwangsläufig der durch die Fl. duod.-jejunalis vorgeschriebenen Richtung folgen, wobei das zunächst trägt verharrende Colon Abweichungen verhindert; 5. Vollendung der so begonnenen Drehung des Knäuels unter Mitwirkung des jetzt in ganzer Ausdehnung eingreifenden Colonwachstums, Umwendung des Colonschenkels nach rechts und Anlagerung an die Rückwand.

Dem gewaltigen Wachstum des relativ freien Dünndarms kommt lediglich eine an sich ganz richtungslose Tendenz zur Schlingenbildung zu, erst durch die entscheidende Wirkung des Duodenumwachstums wird eine Drehungsrichtung bestimmt; den jeweiligen Grad und schließliche Vollendung der Drehung reguliert das Colon.

Ungefähr gelten für die einzelnen Etappen der Darmdrehung folgende Daten (wegen Kleinheit des Materials nicht absolut zu nehmen):

Einleitend ist Magendrehung nach links; bei 7 mm-Embryo bereits Querstellung der Pylorusgegend, Duodenumwendung nach rechts.

Darauf Wanderung der Fl. duod.-jejunalis, die den Drehungsgrad der Dünndarmschenkelwurzel bezeichnet:

bei 7 mm  $90^\circ$ , bei 22 mm  $180^\circ$ , bei 33 mm  $270^\circ$ .

Wanderung der Fl. coli media, die den Drehungsgrad der Colonschenkelwurzel bezeichnet: bei 22 mm  $0^\circ$ , bei 33 mm  $90^\circ$ , bei 40 mm  $180^\circ$ .

Drehung des Dünndarmschenkels (-knäuels) und Colonschenkels zueinander:

bei 22 mm  $45-90^\circ$ , bei 33 mm  $90-120^\circ$ , bei 40 mm  $180^\circ$ , bei 45 mm  $270^\circ$ .

Die Wirkung des Eigenwachstums der einzelnen Darmabschnitte folgt dabei (mit gewissen Einschränkungen) zeitlich aufeinander, indem zuerst Magen-, dann Dünndarm-, dann Colonwachstum vorherrschen. Diese caudalwärts fortschreitende Wachstumssteigerung im ganzen Darm darf vielleicht auf die entsprechend fortschreitende Ausbildung des Blutgefäßapparates zurückgeführt werden, die ganz allgemein die kranialen Teile des Embryo den caudalen in der Entwicklung voraneilen



läßt. Für diese Beziehung spricht besonders, daß am Colon gerade der Abschnitt, der wohl die besten Versorgungsbedingungen hat, nämlich der an den Anfang der Art. mesent. sup. angeschlossene Colonbogen, als erster durch kräftiges Eigenwachstum zur aktiven Mitwirkung an der Darmdrehung gelangt.

## II. Störung der Wechselwirkung von Duodenum und Colon als Ursache von Lageanomalien (Hemmung der Darmdrehung).

Wenn jene Vorgänge, die bei der embryologischen Untersuchung in den Vordergrund gerückt werden: die Wachstumsdrehung des Duodenum, Wanderung der Fl. duod.-jejunalis, die Wachstumsrichtung dieser und der ersten Jejunumschlinge, das Einschleiben beider in den Colonbogen und sein Mesenterium, die ursprüngliche und enge Mesenterialbeziehung von Duodenum resp. Pankreaswinkel und Colonmitte und schließlich das eigentümliche Ineinandergreifen der Wachstumswirkungen von Duodenum und Colon — wenn diese Vorgänge wirklich entscheidend sind für den Ablauf der Darmlageentwicklung, so muß bei allen denjenigen Lageanomalien des Darmes, welche auf einer Störung der Darmdrehung beruhen, in einer Störung der Wechselwirkung von Duodenum und Colon das genetisch wichtigste Moment liegen und so in ihrem Situs eine Störung der normalen Duodenum-Colonbeziehungen morphologisch zum Ausdruck kommen.

Für eine vollständige und systematische Untersuchung der bekannten Varietäten der Darmdrehung auf diese Frage hin ist das Gebiet zu umfangreich; auch scheint es mir zunächst wichtiger, überhaupt einmal die Anwendung der in der embryologischen Untersuchung neu gefundenen Regeln auf zugehörige Varietäten zu zeigen. Ich beschränke mich daher auf zwei typische Formen abnormer Darmlage, die am ehesten ganz auf eine Störung der beschriebenen Duodenum-Colonbeziehungen zurückgeführt werden können, das sind: 1. Grobe Hemmung der Darmdrehung unter Erhaltung des Mesenterium commune und Linkslage des Dickdarmes und 2. Hochstand des Caecum, beides nicht einheitliche, sondern dem Grade nach sehr verschiedenartig vorkommende Varietäten, oft beschrieben und wegen ihrer Ähnlichkeit mit embryonalen Zuständen fast von allen Autoren als Entwicklungshemmungen gedeutet.

Für die erstere Varietätenform, der eine sehr umfangreiche Literatur zugehört, fehlen mir leider eigene Fälle; so will ich nur die Tatsachen hervorheben, die mit den hier vertretenen embryogenetischen Anschauungen besonderen Zusammenhang haben. Das Hauptmerkmal der unter 1. gehörigen Fälle der Literatur ist die abnorme, einem mehr oder weniger frühen Fötalzustand ähnliche Lage des Dickdarms und

das Fehlen aller oder einiger sekundärer Verwachsungen; der Dickdarm liegt links zum Dünndarm, oder mit seiner ersten Hälfte in der Leibesmitte, steil aufsteigend am freien Mesenterium commune, die Gliederung in Ascendens und Transversum fehlt, die Flexuren fehlen beide oder nur die Fl. lienalis ist ausgebildet. So ist auch das Hauptaugenmerk der Untersucher stets auf den Dickdarm und seine Mesenterien gerichtet gewesen; doch haben schon die ältesten Untersucher (Literatur s. bei Fischer und Eisler) neben der abnormen Dickdarmlage gleichzeitig eine Abweichung des aboralen Duodenumteiles bemerkt; so ungenau die Angaben hierüber meist sind, so ist doch in fast allen Fällen, soweit mir die Literatur bekannt wurde, eine solche erwähnt, und zwar eine mehr oder weniger ausgeprägte Rechtslagerung der Fl. duod.-jejunalis bei mannigfacher Verlaufsweise und Form des Duodenalbogens.

Genauer haben erst Fischer und Eisler dieses Zusammentreffen beachtet und in ausführlichster Weise ihren Fall von Hernia mesenterico-parietalis dextra sowie mehrere von anderer Seite beschriebene Fälle mehr oder weniger ausgebliebener Darmdrehung zurückgeführt auf ein abnormes Rechtsbleiben des Duodenumendes. Im I. Teil wurden schon mehrfach embryologische Ausführungen dieser Autoren erwähnt und zum großen Teil bestätigt; ihre Analysen der typischen und atypischen Lageentwicklung sind methodisch vorbildlich, nur ist ihr embryologisches Untersuchungsmaterial zu gering, ihre darauf gegründete Untersuchung des normalen Verlaufs bringt keine volle Klärung: wenn ich hier versuche, ohne eigenes Varietätenmaterial auch ihre Analyse des atypischen Verlaufs weiterzuführen, so geschieht es, weil ich den Grundgedanken ihrer Untersuchung bestätigen kann, aber glaube, ihre Deutung auf dem gleichen Wege noch wesentlich fördern zu können.

Fischer und Eisler haben die Bewegung der Fl. duod.-jejunalis unter den Gefäßen hindurch als erste richtig erkannt, ihre Richtung gebende Bedeutung für die Darmdrehung erwähnt, ohne freilich den entscheidenden Beziehungen zum Colon nachzugehen. So ist der Leitgedanke ihrer Deutung der Hemmungsvarietäten folgender: Die Fl. duod.-jejunalis ist auf irgendeine Weise verhindert worden, nach links unter den Gefäßen hindurchzuwandern; damit ist das Dünndarmwachstum in falsche Richtung gelenkt; es fällt die Rollwirkung des Dünndarmknäuels auf den Dickdarm und damit die Darmdrehung selbst aus. Hierzu muß nach meinen Beobachtungen hinzugefügt werden: nicht nur die allgemeine Einwirkung der Fl. duod.-jejunalis auf die Drehung des Darmes fällt bei ihrem Rechtsbleiben aus, sondern vor allem auch ihre direkte vortreibende Wirkung auf den Colonbogen, welcher normalerweise durch sie und die erste Jejunumschlinge direkt rein mechanisch nach links verschoben, erhoben und ausgeweitet wird:

erst dadurch wird auch das Fehlen oder die abnorme Lage der Fl. lienalis in den extremen Fällen erklärt; und ebenfalls bleibt aus die Drehwirkung des Duodenum auf den Gefäß-Pankreas-Stiel.

Kein Experiment könnte die kausale Bedingtheit der Darmdrehung durch das Zusammenwirken des wachsenden Duodenum und Colon besser beweisen als dieses regelmäßige Zusammentreffen von Rechtslagerung des Duodenumendes und Hemmung der Darmdrehung. Es ist erstaunlich, daß, so oft dies Zusammentreffen erwähnt ist, doch der Kausalzusammenhang erst so spät erkannt wurde; die Anschauungen waren völlig beherrscht von Toldts Darstellung, nach welcher die Fl. duod.-jejunalis der am frühesten an der rückwärtigen Bauchwand fixierte Punkt des ganzen Darmkanals sein soll. Auch Fischer und Eisler haben den neuen Gedankengang noch nicht in seiner Konsequenz verfolgt, sonst hätten sie in der embryologischen Untersuchung der Duodenumentwicklung größere Beachtung schenken müssen; die direkte Einwirkung der Fl. duod.-jejunalis auf das Colon ist ihnen entgangen.

Für die Ursache der Duodenumabweichung nach rechts konnten Fischer und Eisler keine glaubhaften Tatsachen anführen; sie halten für höchstwahrscheinlich „einen abnormen Druck von seiten der durch die Leber auf das Mesenterium der primitiven Darmschleife gedrängten Nabelvene“. Gegenüber dieser rein hypothetischen und recht gesuchten Annahme bringt, wie ich glaube, der im embryologischen Teil ausführlich erörterte Befund der Linkswendung des Colonbogens eine entscheidende Aufklärung: auch in der normalen Entwicklung besteht ein natürliches Hindernis für die Wanderung der Fl. duod.-jejunalis, eben der Colonbogen und sein sagittal ausgespanntes Mesenterium. Dieses Hindernis muß überwunden werden, wenn die Fl. duod.-jejunalis die Mittellinie überschreiten soll. Das geschieht normalerweise unter sichtbarer Überwindung eines Widerstandes, nämlich unter Vorwölbung des Mesenterium (s. besonders Fig. 17) und allmählichem Nachgeben des Colon nach links bis zur Bildung der Fl. lienalis, wie es bei Embryo II und III beschrieben wurde. Wenn hier aus irgendeinem Grunde das Colon nicht nachgibt, so muß dieses Hindernis dauernd bleiben und wird notwendig die Abweichung der Fl. duod.-jejunalis caudalwärts bewirken, so daß das Duodenumende rechts in der Rinne zwischen Urogenitalorganen und dorsalem Mesenterium eingekeilt bleibt.

Vorher wurde gesagt: Das Rechtsbleiben der Fl. duod.-jejunalis läßt die Wirkung auf das Colon wegfallen, führt also zum Stehenbleiben des Colonbogens und deswegen Ausbleiben der Darmdrehung; hier wird dagegen angenommen, der Widerstand des nicht nachgebenden Colonbogens bewirke die Abweichung der Fl. duod.-jejunalis; das ist freilich ein Widerspruch; welche von beiden Wirkungen die primäre

ist oder wirklich zutrifft, ist aber gar nicht das Wesentliche, sondern die gegenseitige Bedingtheit beider Vorgänge, die Wechselwirkung von Duodenum und Colon, und diese wird durch das Ausbleiben der Drehung bei Rechtsbleiben der Flexur jedenfalls entscheidend bestätigt: wird der Colonbogen und sein Mesenterium verhindert, nach links dem Druck der Fl. duod.-jejunalis nachzugeben, so wird diese abgelenkt: ist aber die Fl. duod.-jejunalis nach rechts oder kaudalwärts abgelenkt, so fehlt wieder die Druckwirkung der 1. Jejunumschlinge auf den Colonbogen, und die Ausweitung und Erhebung der Fl. lienalis bleibt aus.

Was schließlich die primäre Störung selbst ist, liegt ganz im Dunkeln: vielleicht ein zu spät einsetzendes Eigenwachstum des Colon, welches zur Linkswendung des Colonbogens ja unerlässlich ist, wie früher erörtert wurde. Es mögen aber auch solche Momente in Betracht zu ziehen sein, welche, sekundär von der Nachbarschaft her wirkend, eine Linkswendung und Aufrichtung des Colonbogens und seines Mesenterium verhindern. Normalerweise wird für diese Wendung Raum geschaffen durch Lüftung des Magens, Anheben seiner großen Krümmung nach ventral und links. Letztere füllt (s. Embryo II) zusammen mit dem Netz und der Milzanlage den ventralen Teil des Raumes links vom Mesenterium der primären Colonflexur aus, weiter dorsal liegen Nebenniere, Nachniere und Keimdrüse. Abnorme Größenverhältnisse dieser links vom Mesenterium gelegenen Organe, ferner auch Dorsaldrängen des Magens durch besonders großen linken Leberlappen könnten leicht eine Linkswendung des Colon verhindern, die dann selbst zum Hemmnis für die Fl. duod.-jejunalis würde. Gerade der letzte Punkt weist noch auf kausale Beziehungen der Leber zur Darmdrehung hin, die wohl beachtenswert sind. Nämlich schon die Magendrehung und erste Umwendung des Duodenum aus seiner sagittalen Lage in die nach rechts konvexe, später nach hinten gerichtete Schlinge ist abhängig von der Leber; bleibt diese Bewegung im Verhältnis zur übrigen Entwicklung zurück, so wird weniger Lebermasse in die rechte, mehr in die linke Hälfte der Bauchhöhle gelangen, gleichzeitig wäre dann durch den etwas zurückgebliebenen Ansatz des Lig. hepato-duodenale schon eine Hemmung für das Duodenum selbst gegeben. Auf diese Weise sind stets mit dem einen hemmenden Moment eine Reihe gleichsinnig wirkender verbunden; an Möglichkeiten fehlt es nicht, aber es ist schwer und nur hypothetisch zu bestimmen, welcher Faktor die Hemmung als erster bewirkt. Ja, es ist vielleicht richtiger, gar nicht nach einem Anfangsmoment zu suchen; ebenso wie ein Komplex gleichsinnig wirkender Faktoren die normale Darmdrehung bewirkt, ist wohl auch für das Ausbleiben oder ihre Hemmung ein Komplex von gleichsinnigen Ursachen verantwortlich zu machen.

Immerhin ist wohl mit der Feststellung des physiologischen Hindernisses für die Bewegung der Fl. duod.-jejunalis ein Schritt weiter für die genetische Deutung getan.

Sehr beachtenswert ist noch, daß bei Fällen von Mesenterium commune meistens eine gewisse Colon-Duodenum-Beziehung sich findet, die wir als fundamental wichtig für den normalen Verlauf erkannten, nämlich die Fixation oder nahe Nachbarschaft der Colonmitte, Fl. coli media, mit dem Duodenumanfang; in fast allen beschriebenen Fällen (Fischer und Eisler, Klaatsch (1895), Koch, Böninghausen-Budberg, Descomps, Harms, v. Lemësić u. Kolisko, Frommer, Sawin, Mende u. a.) zeigt das mehr oder weniger frei verlaufende Colon eine scharfe kraniale Knickung, die mit dem Duodenum sup. oder Pankreaskopf oder wenigstens dem Pankreaswinkel entweder verwachsen oder doch nur durch ganz kurzes Mesocolon dieser Stelle verbunden ist. Sie ist zweifellos identisch mit meiner „Fl. coli media“, die durch ihr Bestehen in diesen Fällen von zum Teil vollkommen gehemmter Darmdrehung ganz besonders klar ihre primäre Bedeutung erweist.

Besonders wertvoll erscheint eine Angabe Curschmanns (94), der in ganz unbefangener, keiner Theorie dienenden Beschreibung eines sehr umfangreichen Materials erwähnt: „Bei vollkommenem Fehlen beider Flexuren sah ich das dann relativ lange Colon ascendens schief von rechts unten und außen direkt nach oben und mitten bis zum oberen Leberrand, oder noch etwas hinter der Leber verlaufen, hier nur eine kleine Strecke quer liegen, dann unmittelbar in — Colon desc. übergehen.“ Bei solcher Lage muß, wie aus dem Vergleich mit ähnlichen Fällen und mit der normalen Entwicklung hervorgeht, das hochgelegene kurze Colonquerstück am Duodenumanfang (oder am Pankreaskopf oder Pankreaswinkel) angeheftet, das Mesocolon an dieser Stelle ganz kurz sein. Koch (1903) und Böninghausen-Budberg haben die ursprüngliche Bedeutung dieser auch bei allen Säugern vorkommenden kurzen Verbindung der Colonmitte mit dem Duodenumanfang oder Pankreas scharf hervorgehoben, auf ihr Vorhandensein bei menschlichen Varietäten selbst bei Fehlen fast aller anderen sekundären Colonverbindungen hingewiesen; doch mißdeuten diese Autoren die betroffene Colonstelle selbst, indem sie diese mit Klaatsch für die „Urflexur“ halten, welche sie im Laufe der Darmdrehung nach rechts hinüberwandern und zur Fl. coli dextra werden lassen; nach unseren embryologischen Befunden dagegen findet eine Rechtsschiebung des Dickdarmes nicht statt, vielmehr ist die an Duodenumanfang oder Pankreaswinkel kurz fixierte Colonstelle stets identisch mit dem von Anfang an dem Pankreaswinkel zunächst gelegenen Colonabschnitt, nämlich dem Übergang von Colonschenkel in Colonbogen beim sechswöchigen Embryo, die Beziehung zum Duodenum also primär; gerade im Hinblick auf das

regelmäßige Vorkommen einer mittleren scharfen Colonnickung bei Fehlen oder abnormem Verhalten der Fl. coli d. und sin. hielt ich es für zweckmäßig, diese mit dem Duodenumanfang verbundene Stelle des Colon besonders zu bezeichnen, als „Flexura coli media“. v. Lemësić und Kolisko bemerken sehr richtig, daß die Bezeichnung „Flex. hepatica“ für diese Anwachsungsstelle des Mittelcolons nicht paßt, da der hängende Abschnitt vom Caecum bis zum Knick viel zu lang ist, als daß dieser dem Ascendens und so die Knickung in der Leibesmitte der Fl. hepatica entsprechen könnte.

Nach v. Lemësić und Kolisko ist es unklar, „warum der kraniale Teil des aufsteigenden Colonschenkels sekundär mit dem Peritoneum parietale der hinteren Bauchwand verwächst“; „mit dem parietalen“ — ist sicher fehlerhaft, der aufwärts gerichtete Colonnick kann, wenn er hier rückwärts fixiert ist, nur am Pankreaskopf (genetisch also Mesoduodenum) oder am Duodenum-Magenübergang selbst angeheftet sein; diese Fixation ist aber keineswegs unklar, sondern ist jene zuerst eintretende normale sekundäre Verwachsung der Fl. coli media mit Duodenumanfang; die in natürlichem Verlauf von ursprünglich naher Nachbarschaft und mesenterialer Verbindung durch das „infraarterielle Gekrösplättchen“ zu inniger Verwachsung überführt (s. Abschnitt 3).

Sehr bemerkenswert ist das Verhalten dieser Gegend bei Toldts (1889) Fall II, bei dem trotz teilweisen Situs inversus der Oberbaucheingeweide eine ungefähr normale Stellung des Dickdarmes besteht, eine im ganzen genetisch sehr schwer verständliche Varietät; doch interessiert hier, daß gleichfalls ein mittlerer aufwärts gerichteter Colonnick vorhanden ist mit ganz kurzem Mesocolon an dieser Stelle und einer Bauchfelfalte aufwärts zur Leberunterfläche und Seitenfläche des ganz abnorm gelagerten Duodenum; es ist also bei Fehlen anderweitiger Colonverbindungen (rechte Flexur könnte nicht festwachsen, weil das Colon beim Hinüberlegen rechts kein Duodenum vorfand, Colon transv. nicht wegen abnormer Magenstellung) jene Verbindung der Fl. coli media besonders deutlich und fest ausgebildet, obgleich in solchem Falle der Zug des Dickdarmes auf sein Mesocolon an dieser Stelle besonders stark wirken mußte (vielleicht auch ist gerade dieser Zug die funktionelle Ursache der besonders festen Fixation).

Wenn man die hierher gehörigen, zum Teil schon früher besprochenen Befunde zusammenhält, nämlich, daß jener hier in Frage stehende mittlere Colonnick in der menschlichen Entwicklung den ruhenden Punkt der Dickdarmdrehung bezeichnet, daß jene Colonstelle eine ursprüngliche Mesenterialbeziehung zum Duodenumanfang besitzt und am frühesten von allen sekundären Verwachsungen mit dem Duodenumanfang oder Pankreaskopf verlötet wird, daß ferner bei Lagevarietäten, beim Fehlen der übrigen sekundären Verwachsungen gerade diese

Duodenum-Colonverbindung regelmäßig vorhanden ist, daß schließlich (nach Klaatsch) bei allen Säugern eine solche Verbindung des Duodenumanfanges oder des Mesoduodenum mit der Colonmitte sich findet, so darf man wohl annehmen, daß die Verbindung der Fl. coli media mit dem Duodenumanfang (oder dem Pankreas) die phylogenetisch älteste Fixation des Dickdarmes darstellt, durch welche er mit einem mittleren Abschnitt kranialwärts gegen die Oberbaueingeweide fixiert gehalten wird.

Es ist hiernach sehr wünschenswert, daß dieser Stelle bei Beschreibung von Lagevarietäten des Darmes stets besondere Beachtung geschenkt werde, was bisher fast nirgends geschehen ist.

So scheint es mir erwiesen und nach den früher beschriebenen normalen Vorgängen mechanisch recht gut vorstellbar, daß bei Hemmung der Darmdrehung eine Störung der Wechselwirkung von Duodenum und Colon genetisch beteiligt ist; daß aber eine solche Störung wirklich die primäre Ursache sei, ist damit noch nicht entschieden. Es bliebe noch jene in der Einleitung aufgeworfene Grundfrage zu beantworten, ob Keimesvariation oder Entwicklungsstörung den ersten Anstoß zur Abweichung gibt: die Ähnlichkeit mit tierischen Verhältnissen ist bis zu wichtigen Einzelheiten, wie der Verbindung von Colonmitte mit Duodenumanfang (resp. Mesoduodenum) ganz auffallend; aber gerade diese Einzelheiten sind auch mechanisch, wenn man sich den Gang der Störung klarzumachen sucht, durchaus in den normalen Anfangsverhältnissen begründet und aus ihnen erklärbar; das erste spricht für echte regressive Variation, das letztere für Mißbildung. Die Entscheidung dieser biologisch wichtigsten Frage des ganzen Problems ist in der bisherigen Literatur weder jemals versucht worden, noch auch nach den vorliegenden Angaben mit Sicherheit zu treffen, doch scheint mir der Weg dazu jetzt klar vorgezeichnet:

Auf der einen Seite steht 1. die Tatsache, daß für die Mechanik der normalen Darmdrehung beim Menschen die Bewegung der Fl. duod.-jejunalis um die Gefäßachse entscheidend ist; wenn 2. jenes Zusammentreffen von gehemmter tierähnlicher Anordnung von Dick- und Dünndarm mit gleichzeitiger Abweichung des Duodenumendes nach rechts sich als Regel erweisen läßt, so muß für den Vergleich mit tierischen Situsbildern in erster Linie das Duodenumende, die Fl. duod.-jejunalis, und ihr Verhalten zum Colon herangezogen werden. Auf der anderen Seite ist es für die tierische Darmlageentwicklung der von Klaatsch, Koch und Böninghausen - Budberg herangezogenen zahlreichen Gruppen von Wirbeltieren sehr wahrscheinlich, daß dort ebenfalls eine Umwanderung von seiten der Fl. duod.-jejunalis oder einer entsprechenden Seitensohlinge des Anfangsdarmes um den Gefäßstiel statt hat und wohl ebenfalls für die Lageentwicklung entscheidend ist; be-

weisende eigene Befunde hierfür kann ich vorläufig nicht aufweisen, doch läßt sich das schließen aus der von Klaatsch immer wieder hervorgehobenen weitverbreiteten Existenz eines „Lig. duodeno-colicum“ (richtiger „duodeno-mesocolicum“), welches das Duodenumende mit dem Mesocolon desc. verbindet; eine solche Verbindung erweist ziemlich sicher ein Einschieben des Duodenumendes in das Mesocolon, also unter den Gefäßen hindurch, während der frühen Lageentwicklung. Wenn diese Annahme zuträfe, wie sich durch vergleichende Untersuchungen über die Mechanik der tierischen Lageentwicklung feststellen lassen wird, so würde gerade der wichtigste Vergleichspunkt zwischen Tier und Varietät gegen den inneren Zusammenhang ihrer Situsformen entscheiden. Damit wären dann die vergleichenden phylogenetischen Betrachtungen über die Hemmungsvarietäten der Darmlage, wie sie von Koch und Böninghausen-Budberg in Form tierähnlicher Reihen der Darmlagevarietäten angestellt wurden, ohne Sinn und hinfällig.

Diese letzten Ausführungen können nicht ein abschließendes Urteil geben, sondern nur den Weg dazu weisen. Ob andere tierähnliche Varietäten des menschlichen Situs sich als echte regressive Variationen erweisen lassen können, bleibt hierdurch ganz unberührt; die Formen von hochgradiger Hemmung der Darmdrehung lassen nach meiner Überzeugung eine solche Deutung nicht zu, sondern sind als Mißbildungen infolge von Entwicklungsstörung aufzufassen.

An dieser Stelle sei ganz kurz auf eine neuerdings von Zander (1916) beschriebene Lagevarietät des Dickdarmes hingewiesen, die mir erst während der Drucklegung bekannt wurde. Ich erwähne sie nur deshalb, weil sie ebenfalls auf eine Störung der besprochenen Drehungsvorgänge zurückzugehen scheint und nach der hier gegebenen Darstellung von der Lageentwicklung des Dickdarmes eine andere Deutung verlangt, als von Zander gegeben wurde.

Die auffallendste Abweichung seines Falles betrifft die Fl. sigmoidea; diese befindet sich in der rechten Fossa iliaca in einem tiefen Recessus retrocaecalis hinter dem Caecum; zu ihr hin führt ein abnorm gelagertes Colon desc., welches von der regelrechten Fl. lienalis ausgehend, erst medialwärts an die Fl. duod.-jejunalis herantritt und von hier ab dicht an die Radix mesenterii angeschlossen an ihrer linken Fläche entlang schräg nach rechts abwärts zur Ileocaecalregion hinzieht.

Zander nimmt an, daß eine frühzeitige Fixierung der Fl. sigm. in der Fossa il. d. die Ursache sei; eine Lagerung der Fl. sigm. rechts der Mitte soll in einer gewissen Zahl von Fällen vorkommen (s. auch Waldeyer [1910] und Gysi). Die fälschlich rechts fixierte Sigmoideslingel habe dann das Colon desc. nach rechts verzogen und so in die



innige Anlagerung an die Rad. mes. gebracht; das Caecum sei sekundär darüber gelegt, verwachsen und habe so die Schlinge in einen Recessus retrocaecalis eingeschlossen.

Nach den im 2. und 3. Abschnitt beschriebenen Vorgängen wird aber die Lage des Colon desc. schon randständig, lateral zur linken Niere, wenn die Fl. sigm. noch gar nicht ausgebildet ist, und zwar unter der Einwirkung der ersten Jejunumschlingen, welche nach links unter der Nabelschleife hindurchgeschoben die Fl. lienalis emportreiben, den Colonbogen umlegen und so auch die Entfaltung des Mesocolon und Linkslage des Descendens hervorrufen. Daß erst sekundär das Colon desc. aus dieser einmal erreichten randständigen Lage wieder medial verzogen werden könnte, ist nicht sehr wahrscheinlich. Ich verweise auf Fig. 23, welche eine andere Deutung nahelegt: hier ist bei sonst normalen Lageverhältnissen das Colon desc. eng an die Fl. duod.-jejunalis angeschlossen und mit ihr verlötet; wenn hier weiterhin die normale Rad. mes. sich ausbildet, muß das Descendens jene enge Anlagerung an deren linke Ansatzlinie gewinnen. Das ist sicher auch die primäre Abweichung in Zanders Fall gewesen. Es handelt sich dann um eine Hemmungsbildung, die auf die für die Darmlageentwicklung grundlegenden Vorgänge, die Wanderung der Fl. duod.-jejunalis und Vortreibung der ersten Jejunumschlingen zurückgeht: während normalerweise die 1. Jejunumschlinge den absteigenden Schenkel des Colonbogens resp. der Fl. lienalis mitnimmt, hat sie ihn hier überschritten, ihn medial liegen lassen und nur nach hinten statt nach links gedrängt; vielleicht dadurch, daß die Fl. duod.-jejunalis, die ja schon während der Umlegung des Colonbogens sich an sein Mesocolon anheftet, besonders innig mit ihm verlötete und so eine Ausbreitung des Mesocolon nach links verhinderte. Hat die 1. Jejunumschlinge erst einmal das absteigende Colon nach links überschritten, so ist das mechanische Moment verpaßt, welches das Colon von medial nach links verlagert. Die Rechtslage der Fl. sigm. wäre dann sekundär und eine natürliche Folge dieser Hemmung.

Daß diese Rechtslage der Fl. sigm. erst in zweiter Linie erfolgt, geht auch aus dem Vergleich von Zanders mit folgendem Parallelfall hervor, den ich gelegentlich beobachtete und eingehend aufzeichnete: Das Colon desc. war genau wie bei Zanders Fall von der Fl. duod.-jejunalis bis zum Caecum aufs innigste mit der Rad. mes. verwachsen, in die Rinne eingelagert, die die Radix mit der Rückwand bildet; die Wurzel der Fl. sigm. lag ebenfalls in der Fossa il. d. neben der Ileo-caecalregion fixiert, dagegen war die Fl. sigm. selbst lang und völlig frei über das Caecum, Ascendens und Dünndarm nach rechts oben geschlagen. Wenn also der Unterschied gegen Zanders Fall lediglich in der Lage der Fl. sigm. besteht (dort im Rec. hinter Caecum, hier frei

vor den übrigen Därmen), so muß für die abnorme und sehr merkwürdige Lage des Descendens längs der Radix mes. eine eigene primäre Ursache angenommen werden; diese wird nach dem Befund der Fig. 23 in der erwähnten vorzeitigen Überschreitung des Descendens durch die erste Jejunumschlinge gesucht werden können.

### III. Abnormer Hochstand des Caecum und seine Genese.

Die im embryologischen Teil gegebenen Ausführungen über die Lagebilder des Colon ascendens und der Fl. coli dextra lassen zunächst schwer verstehen, wie ein extremer Hochstand des Caecum beim Erwachsenen mit scheinbar völligem Defekt des Colon ascendens zustande kommen kann, eine nicht seltene Varietät, die schon wiederholt beschrieben und nach den älteren Anschauungen über die Lageentwicklung als Hemmung der Rechtsschiebung des Caecum gedeutet wurde. Da mir in kurzem Abstand drei schön ausgeprägte Fälle bei Erwachsenen begegneten und ich bei den Embryonalstudien drei Fälle von sicheren Frühstadien dieser Varietät fand, die mit dieser älteren Deutung des Caecumhochstandes nicht in Einklang zu bringen sind, habe ich eine ausführliche Bearbeitung dieser Varietät im Anschluß an die embryologischen Untersuchungen vorgenommen, ausführlicher vielleicht, als es ihre im ersten Anschein relative Geringfügigkeit verlangt, weil ich glaube, in einer genauen Analyse noch einige Ergänzungen zu den embryologischen Untersuchungen über die Wechselwirkung von Colon und Duodenum geben zu können.

#### 6. Fälle von Caecumhochstand und ihre Deutung bei anderen Autoren.

Daß Hochstand des Caecum, verbunden mit Fixation des Ileumendstückes nicht ganz selten vorkommt und für die Bildung der Radix mesenterii von Bedeutung ist, hat schon Toldt erwähnt und als Hemmung gedeutet, verursacht durch frühzeitige Verwachsung des Blinddarms mit der hinteren Bauchwand (Toldt 1879, S. 35, 36). An anderer Stelle erwähnt er gelegentlich der Beschreibung des 5 monatigen Embryos, daß nicht selten schon zu dieser Zeit Colon asc. und Blinddarm mit der hinteren Bauchwand verklebt sind, daß dann das Caecum stets auffallend hoch an der Vorderfläche der rechten Niere liege.

Schiefferdecker hat unter 200 Fällen, die er auf Lage der Ileum-einmündung untersuchte, zweimal extremen Hochstand beobachtet, beide Male auch fixiertes langes Ileumendstück. Erster Fall: „Die Einmündungsstelle des Dünndarms in Höhe des unteren Endes des 3. Lendenwirbels; das Caecum erreichte den Darmbeinkamm; der Proc. vermif. lag auf dem M. iliac. int. festgeheftet. Der Dünndarm stieg

zu der Einmündungsstelle steil empor, angeheftet an den *M. iliac. int.* und den *quadr. lumb.* — Baueingeweide sonst normal.“ Zweiter Fall, abgebildet auf Tafel XVI, Fig. 1: Der Fall entspricht hiernach meinem Fall II, das *Caecum* innen dem Rippenbogen anliegend, etwas caudal gerichtet. „Die Einmündungsstelle lag hier auf der Niere, etwas unterhalb der Mitte desselben zwischen dieser und der Grenze des unteren und mittleren Drittels. Das kurze *Caecum* endigte noch oberhalb des unteren Nierenrandes, so daß der *Proc. vermif.* noch der Niere angeheftet herunterstieg, sie überragte und auf dem *M. quadr. lumb.* endigte. Der Dünndarm stieg steil aufwärts angeheftet an die *Mm. psoas, iliac. und quadr. lumb.*; zuletzt an die vordere Fläche der Niere. Dicht oberhalb der Einmündungsstelle bog das *Colon* medianwärts in den transversalen Teil um. Diese beiden Fälle bedeuten offenbar ein Stehenbleiben auf einer früheren Stufe der Entwicklung.“

Schiefferdecker schließt sich dabei an Toldt an, doch meint Schiefferdecker selbst, daß für das Zurückführen dieser Anomalie auf die Art der Lagerung in den ersten Lebensmonaten in seinem zweiten Fall das *Caecum* doch ungewöhnlich hoch zu stehen scheint.

Eine von Luschka (1863) erwähnte Beziehung zwischen gleichzeitiger Hemmung des *Descensus testiculi* und *coli* kann Schiefferdecker nicht bestätigen (übereinstimmend mit unseren Fällen).

Zwei verschiedene, hierher gehörige Fälle bildet Zuckerkandl (Top. Atl. 1904) ab. Der eine (in Fig. 325, bez. als: *Recessus retrocaecalis* mit freiliegendem *Proc. vermif.*) zeigt ein *Caecum* in der oberen Hälfte der *Fossa iliaca dextra*, ziemlich frei, offenbar verschieblich, mit breiter *Plica intestini caeci* (*Plica caecalis*), welche kranial noch an den unteren Nierenpol anschließt; ein kurzes *Ascendens* mit normaler *Fl. coli dextra*, die an die untere Nierenhälfte angelagert ist; ein kurzes, steil gestelltes *Ileum*endstück ist mit dem Bauchfellüberzug des *Proc. vermif.* verwachsen und bildet lateralwärts eine als *Plica intestini ilei* bezeichnete breite Bauchfellfalte, die mit der *Plica caecalis* zusammen die tiefe *Fossa caecalis* begrenzt.

Eine zweiten extremen Fall zeigt Fig. 329: bezeichnet als „Varietät des *Caecum* und *Colon ascendens*“. „Das *Colon ascendens*, welches über das hochgelagerte *Caecum* herabhing, wurde emporgeschlagen; vom Endstück des *Ileum* liegt ein längerer Anteil, der senkrecht aufsteigt, auf der *Fossa iliaca dextra*; und zwar teils angelötet, teils an einem freien Gekröse hängend. Zwischen dem *Caecum*, *Proc. vermif.* und *Colon asc.* einerseits und der ventralen Fläche der Leber andererseits ist eine breite peritoneale Falte (möglicherweise pathologischen Ursprungs) ausgespannt.“

Letztere ist nicht unwesentlich; sie scheint mir identisch mit dem in Fall I vorhandenen *Lig. hepato-reno-colicum*, schließt aber möglicher-

weise auch noch an das hepato-duodenale an (nicht ersichtlich), es setzt an der Leber rechts der Gallenblase in schräg lateral-ventral gerichtetem Verlauf an, ist also wohl auf frühe Verwachsung des Caecum mit der Leberunterfläche zu beziehen. Das „herabhängende Colon ascendens“ schließt an ein kurzes, queres, postcäcales Colonstück an und bildet wie in Fall I und II den absteigenden Schenkel eines tief herabhängenden Colonbogens. Beziehungen zum Duodenum sind nicht erwähnt. Es scheint, daß der oberste Ileumabschnitt, die Einmündung und das Caecum noch ein kurzes, freies Mesenterium besitzen, mit ein Beweis, daß der Caecumhochstand nicht auf die vorzeitige und allzu innige Anheftung des Caecum an die hintere Bauchwand zurückgehen kann.

Einen weiteren Fall bilden Ancel und Cavaillon (1907) schematisch ab; es ist nur ersichtlich: Ileumeinmündung in Höhe des unteren Scheitels der Duodenalschlinge, Caecum neben Ileum herabhängend, sehr kurzes Ascendens, über weiteren Verlauf des Colon und seiner Verbindungen nichts vermerkt. Ähnliches beobachteten die Autoren zweimal gegen Ende der Foetalzeit, bei einem Neugeborenen, zwei Erwachsenen, von 70 Foeten und 60 Erwachsenen im ganzen. Das Ileumendstück steigt gerade festgeheftet aufwärts, die Art. mesent. sup. resp. Ileocolica verläuft quer nach rechts, über sie geht die Verwachsungsfläche des Mesenterium mit der Rückwand weit hinaus, so daß normale Radix mesenterii zustande kommt. Es ist also ein abnormer Mesenterialsektor an normaler Stelle der hinteren Bauchwand verklebt. Solche Fällen entstehen nach Ansicht der Autoren, „wenn das Colon descendens sich nicht genügend verlängert, um das Caecum die Fossa iliaca erreichen zu lassen“. (Zwei ähnliche Fälle bei Bennet und Rolleston [1891]).

Ein weiterer ausführlich beschriebener Fall von Darmlageanomalie, bei dem Caecumhochstand nur Nebenbefund ist, gehört nicht hierher: Lockwood (1903), bei dessen Fall Verdopplung des Colon descendens und starke Wachstumshemmung des ganzen Colon besteht.

Mende (1887) beschreibt einen Fall, bei dem das Caecum hoch steht, aber noch auf der Innenfläche der Beckenschaukel, die Ileumeinmündung in Höhe des 3. Lendenwirbels, am rechten Anfang des Transversum Schlingenbildung. Dabei zeigt die Leber embryonale Formen, auffallend kleinen rechten und großen linken Lappen. Vor allem besteht eine nicht ganz klare Netzanomalie, „eine gestielte fächerförmige Fortsetzung“. Die Deutung der Leber- und Netzanomalie ist widersinnig: Frühzeitige Verwachsung des Colon descendens soll die Größe des linken Leberlappens und die Netzwucherung bedingen. Der Caecumhochstand wird als typische Hemmungsmißbildung bezeichnet, durch „unvollkommenen Descensus nach vorzeitiger Verwachsung“ bedingt.

W. Koch (1900, III. Heft) hat offenbar zahlreiche Fälle von Caecumhochstand gesehen und folgendermaßen gedeutet: „Die Wanderung

des Dickdarmbogens wurde unterbrochen, gehemmt, wenn der Blinddarm, statt auf der rechten Darmbeinschaukel, vor der Niere, unter der Leber, am Pylorus oder gar links unter dem Dünndarm getroffen wird.“ — „Es muß dies dem bleibenden Zustand zuerst niederer, dann anthropoider Affen an die Seite gestellt werden.“ Auf seinen Versuch, die Lageanomalien des Darmes nach ihrer Tierähnlichkeit zu rubrizieren und durchweg als Atavismen zu deuten, wies ich bereits hin.

Auch Merkel (1899) deutet den Caecumhochstand als Hemmung des Caecum auf seiner Wanderung; er erwähnt unter den Varietäten: „Das Ileum kann in dem letzten Teil seines Verlaufs an der Unterlage festgeheftet sein;“ das Colon ascendens „kann nahezu ganz fehlen, wenn der embryonale Zustand des Dickdarmes (von Fig. 162) bei Bestand bleibt“.

Eine andere Deutung des Caecumhochstandes, als die allen genannten Autoren gemeinsame einer Hemmung der Dickdarmwanderung, habe ich in der Literatur nirgends gefunden.

Der Gedankengang dieser Deutung ist abhängig von der älteren, in den meisten Lehrbüchern und Atlanten gegebenen Darstellung der Lageentwicklung; danach erreicht das Caecum in der Weise seine Lage unter dem rechten Leberlappen, daß es von vorn aus der Nabelhernie kommend in den Bauch zurückgezogen zunächst an die große Kurvatur gelangt und von hier vor dem Duodenum vorbei nach rechts hinüberschoben wird. Merkel gibt folgende Zusammenfassung (Top. Anat. II, 1899, S. 305): „Während der Anfang des Dickdarms nach rechts hinüber wandert, um die Fossa iliaca dextra zu erreichen, schiebt er sich über das Duodenum hin; dabei verwächst er endlich mit dessen Vorderfläche.“ Und gelegentlich der Varietäten des Caecum äußert er: „Die Wanderung von links oben her in die rechte Darmbein-grube kann auf jeder Station des Weges zum Stillstand kommen.“ — Auf diese Weise könnte eine Befestigung des Caecum unmittelbar neben der Fl. duod. sup. oder ein direkter Anschluß des Caecum an die Pars desc. duodeni durch vorzeitige Verwachsung zustande kommen und sich in der Weiterentwicklung als extremer Hochstand des Caecum erhalten. Eine ähnliche Vorstellung gewinnt man aus der Betrachtung der schon erwähnten schematischen Darstellung der Mesenterienentwicklung, wie sie zuerst von Toldt, Hertwig und weiter an diese Autoren anschließend von Brösike, Kollmann, Corning, Sobotta, Endres, Fredet u. a. gegeben wurde. Das gemeinsame dieser Darstellungen ist, daß ein zunächst kurzes, gestrecktes, sagittales Colonanfangsstück, welches vom Caecum bis zur primären Colonflexur „Urflexur“ (Klaatsch) reicht, bei der Drehung des Mesenterium nicht nur aufwärts gehoben, quergestellt wird, sondern gleichzeitig sich verlängernd vor dem Duodenum vorbei in den Raum rechts unter der Leber hinüberschoben wird, unter gleichzeitiger Verlängerung seines zunächst schmalen Mesenterium.

Am weitesten geht Klaatsch in diesem Punkte, er nimmt nicht nur eine Rechtsschiebung des Caecum durch Auswachsen des postcäcalen Colonabschnittes an, sondern läßt das ganze primäre Quercolon sich nach rechts hinüber schieben, so daß die primäre Colonbiegung, die Fl. lienalis der anderen Autoren, von links nach rechts über die Fl. duodjejunalis hinüber wandert, an das Mesoduodenum resp. die Pars desc. duodeni Anschluß gewinnt und so zum Anfang des Quercolon oder gar zur Fl. coli dextra wird (Böninghausen-Budberg, Koch, Harms).

Wenn eine solche Rechtsschiebung des Dickdarmanfanges vor dem Duodenum vorbei bestände, so wäre an der Möglichkeit der Entstehung der genannten Varietät durch frühzeitige Verwachsung nicht zu zweifeln.

Dem widersprechen aber durchaus die schon im I. Teil ausführlich besprochenen, genaueren Untersuchungen von Mall, Fischer und Eisler, sowie die ebendort wiedergegebenen eigenen Befunde: Es wurde besonders darauf hingewiesen, daß schon vor der Umlegung des Colonschenkels nach rechts das Stück vom Caecum bis zur primären Colonbiegung stets so lang gefunden wird, daß das Caecum weder bei der Rückkehr in die Bauchhöhle die große Krümmung, noch beim Umlegen nach rechts die Pars. sup. duodeni berühren kann, vielmehr gleitet es entlang dem vorderen Leberrand und gelangt gleich an eine Stelle der rückwärtigen Bauchwand, die erheblich rechts von der Pars. desc. duodeni gelegen ist (s. Fig. 23, 24, 25). Demnach läßt sich die oben wiedergegebene Deutung der anderen Autoren nicht aufrechterhalten.

Ich gebe nun zunächst die Beschreibung der von mir untersuchten drei Fälle beim Erwachsenen, I und II mit scheinbar fehlendem, III mit vorhandenem, aber ganz abnorm gelagerten Colon ascendens, und drei Fällen bei Embryonen von 4,5, 10,5 und 12 cm Länge, die den Spätstadien sehr genau entsprechen. Die Punkte, auf die besonders Wert zu legen ist, ergeben sich aus der im I. Teil wiedergegebenen Darstellung der Rechtswendung des Colonschenkels; es sind das: Abgrenzung des Colon asc., Verbindungen des Colon und Duodenum, evtl. Verhalten der Fl. coli media.

## 7. Eigene Fälle bei Erwachsenen.

Fall I. Rostock, Nov. 1913. (52jähriger Mann von kräftigem Habitus, normaler Rumpfform.)

Eine Übersicht gibt Textfig. 1 und Tafelfig. 30. Bei Eröffnung der Bauchhöhle fällt sofort die ungewöhnliche Colonlagerung auf; rechts unter der Leber ist sichtbar das stark geblähte Caecum. Es steht horizontal, setzt sich in einen kurzen horizontalen Abschnitt über das Duodenum hin fort, bis es Pars pylorica des Magens erreicht, biegt von hier rechtwinklig nach unten um, beschreibt einen U-förmigen Bogen, der sich weit abwärts von der großen Magenkurve entfernt, mit seiner Konvexität die Symphyse erreicht, und steigt links aufwärts zur normalen Fl. coli sinistra. Das linke Colon zeigt keine Besonderheiten. Nach

Hochschlagen des Colon transversum-Bogens mit dem Netz und dem lang ausgezogenen Mesocolon transversum und Hinüberschlagen des Dünndarms nach links erscheint in der Fossa iliaca dextra das aufsteigende, fest an der Rückwand fixierte Ileumendstück. Es entspricht in seiner Lage dem fehlenden Colon ascendens. Das übrige Dünndarmgekröse ist in normaler Weise an einer langen Radix befestigt, die von der linken Seite des 2.—3. Lendenwirbels schräg abwärts die Aorta überschreitet, dann den rechten Vasa il. comm. folgt, bis diese den Seitenrand des kleinen Beckens erreichen. Hier endigt die Radix und damit das freie Dünndarmgekröse, und hier beginnt das retroperitoneal gelegene Ileumendstück.

#### Topographische Daten:

Die Stelle, von der ab das Ileum an der Rückwand breit befestigt ist, liegt auf der Art. il. ext. d., der Mitte des Seitenrandes des kleinen Beckens entsprechend, 6 cm oberhalb Mitte Lig. inguinale. Von hier läuft das Ileum schräg lateral aufwärts, vor M. psoas und iliacus, bis nahe an die Crista iliaca heran. Hier, 10 cm kranial von Mitte Lig. inguinale, 6 cm von Spina iliaca entfernt, biegt es fast rechtwinklig nach medial-kranial um, verschwindet hinter dem Caecum und mündet in dieses von hinten unten her rechtwinklig zu ihm ein. Die beschriebene festgeheftete Ileumstrecke ist 10 cm lang, von Linea terminalis bis zum Knick 6 cm, von da bis zur Einmündung 4 cm. Die Einmündung liegt 13 cm oberhalb der Mitte des Lig. inguinale, ventral auf dem unteren Pol der rechten Niere. Diese zeigt mäßigen Tiefstand, von der Mitte des 1. bis oberen Rand 4. Lendenwirbels reichend. (Die mittlere



Fig. 1.

Lage schwankt nach Disse [Handb. Bardeleben] zwischen unterem Rand 11. Brustwirbels bis oberen 3. Lendenwirbels und oberer Hälfte 12. Brustwirbels bis unterer Hälfte 3. Lendenwirbels.) Das Caecum bedeckt die untere Hälfte und das Hilusgebiet der rechten Niere und schließt kranial unmittelbar an die Unterfläche des rechten Leberlappens an, lateral an die linke Bauchwand. Der folgende Colonabschnitt läuft vor Pars descendens duodeni vorbei, an Pars sup. duod., Pylorus und ersten Anfang der Pars pylorica des Magens unmittelbar angeschlossen. Von hier biegt das Colon scharf um und beschreibt den aus Fig. 1 ersichtlichen, langen, am Mesocolon beweglich hängenden Bogen. Die Fl. coli sinistra wird durch den vorderen aufsteigenden und hinteren absteigenden Sohenkel in der Höhe des linken oberen Nierenpols dicht unter der Milz gebildet. Der bogenförmige Colonabschnitt schließt also nur am Anfang und Ende an die große Kurvatur des Magens an. Milz, linke Niere, Colon desc., Fl. sigmoidea, Beckenorgane bieten keine Besonderheiten. Die Leber zeigt typisches Verhalten,

großen rechten Lappen, kleinen flachen linken, also keine Andeutung von embryonalem Typus. Die Pforte und der Sulcus sagitt. sin. stehen etwa 5 cm rechts der Mittellinie. Der Magen ist ziemlich klein, kontrahiert, der Pylorus in der Mittellinie in Höhe der Zwischenwirbelscheibe von 1. und 2. Lendenwirbel gelegen. Die Pars sup. duodeni steigt etwas an, bildet oberhalb des quergestellten Colonabschnittes einen flachen Bogen, der nur abschnittsweise sichtbar ist, da die darüber ziehenden zwei Ligamente ihn zum Teil verdecken; mit Beginn der Pars desc. verschwindet er caudal hinter Caecum. Pars desc. verläuft ziemlich gestreckt abwärts, verdeckt nicht das ganze Hilusgebiet der rechten Niere, sondern folgt mit ihrem lateralen Rande dem medialen der Niere. Die Pars inferior erreicht, als tiefster Punkt des Duodenum, den unteren Rand des 3. Lendenwirbels. Vor der Mitte dieses Wirbels wird das Duodenum links von der Radix mesenterii sichtbar, in der Weise, daß die ganze Pars ascendens in 5 cm langem, steil aufsteigendem Verlauf links neben resp. in der Radix zum Vorschein kommt. Die Fl. duod.-jejunalis liegt an der linken Seite des 2. Lendenwirbels. Das Pankreas füllt

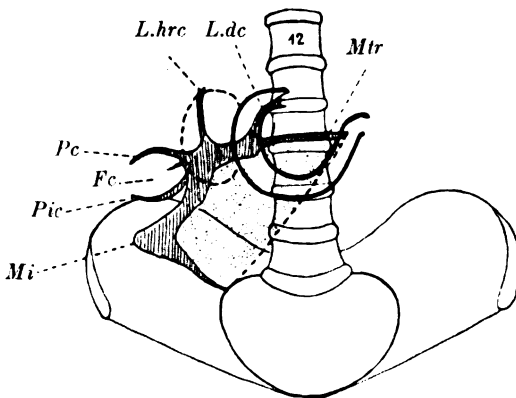


Fig. m.

mit seinem Kopf die Duodenalschlinge aus, reicht also mit der Fl. duod. inf. ziemlich weit herab und mit der Pars asc. bis fast an die Fl. duod.-jejunalis heran. Auf diese Weise biegt der Kopf mit seinem medialen Rande sehr scharf geknickt um die Vasa mesent. sup. so herum, daß ein etwa 2 cm langer Fortsatz (Proc. uncinatus) dorsal von den Gefäßen zu liegen kommt und an Pars asc. duodeni angeschlossen noch um  $\frac{1}{2}$  cm links von den Gefäßen erscheint. Das Corpus ist mit  $\frac{1}{4}$  cm Breite seines caudalen

Randes schon der Wurzel des Mesocolon transv. aufgelagert. Sonst zeigen Corpus und Cauda gewöhnliche Lagebeziehungen.

#### Bauchfellverhältnisse:

Das Verhalten des Bauchfells an Ileum und Caecum und dessen peritoneale Verbindung mit der Umgebung, speziell dem Duodenum, sind das eigentliche Charakteristikum dieser Varietät. Eine Übersicht über die Umschlagstellen des Peritoneum, also die Ansatzlinien des Mesocolon, der Radix, die breiten Fixationsflächen von Ileum und quergestelltem Colon und die Anheftung ihrer Ligamente gibt Fig. m, zugleich eine Übersicht über die Beziehungen dieser Ansatzlinien zur rechten Niere, Duodenum, Pankreaskopf. Es ist daraus zu ersehen, daß die Abweichung von den gewöhnlichen Verhältnissen wesentlich darin besteht, daß die Verwachsungsfläche, die sonst dem Colon asc. zukommt, durch das geknickte Ileumende, diejenige der Fl. coli d. durch Caecum, Ileumeinmündung und folgendes Colon eingenommen ist. Das oben beschriebene, in der Fossa iliaca d. breit festgewachsene Ileumendstück beginnt seine kurze Fixation plötzlich, das breite Mesenterium der letzten freien Ileumschlinge endigt entlang der Art. iliac. comm. und ext., da wo Ileum diese kreuzt. Nur eine kleine Peritonealfalte, die sich anspannt, wenn man die letzte Ileumschlinge anhebt, zieht



von dieser Stelle weiter vom Ileum abwärts, indem sie 2—3 cm der Linea terminalis von der Kreuzungsstelle abwärts folgt und dann in einen durch das Bauchfell weißlich durchschimmernden derben Bindegewebsstreifen sich fortsetzt, der geradeswegs zur Stelle des Anul. ing. abd. d. hinzieht (hier besteht keine Öffnung, nur eine flache Fovea lat.). Von der Kreuzungsstelle an hat das Ileum zunächst eine schmale, peritoneumfreie, festgeheftete Dorsalfläche, die allmählich sich verbreitert, so daß nur der erste Anfang dieses festgehefteten Darmstückes bei der Bewegung der letzten freien Schlingen gerade noch so folgen kann, daß keine Abknickung entsteht. An der oben beschriebenen und in Textfig. 1 und Fig. 30 ersichtlichen winkligen Umbiegung des Ileumendstückes ist die Festheftung am breitesten, und hier ziehen von seinen beiden Rändern aus schmale derbe Stränge im Peritoneum lateral- und medialwärts, so daß diese Stelle absolut unverschieblich der Fascia il. aufliegt. Die lateralen Stränge erheben sich zu einer besonderen, niedrigen, lateral aufwärts verlaufenden Bauchfellfalte, die mit dem folgenden Ileumstück zusammen die untere Begrenzung bildet für eine oberhalb der Crista il. gelegene tiefe Grube; in dieser liegt weiter aufwärts des Caecum (s. Fig. 4). Der letzte vom Knick medial aufsteigende Ileumabschnitt ist wieder lockerer, aber doch mit breiter Fläche der Rückwand angeheftet. Die Ileumeinmündung selbst ist schon im Bereich der breiten Verwachsungsfläche des Colon, hinter diesem, gelegen und daher peritoneumfrei; wie schon erwähnt vor unterem Nierenpol, dicht lateral neben dem peritoneumfreien Abschnitt der Pars desc. duodeni. Am Caecum und dem quergestellten Colonabschnitt bestehen folgende peritonealen Beziehungen: Das Caecum selbst ist nur wenig beweglich, beim Anheben wird es zurückgehalten durch eine von seinem kranialen dorsalen Umfang lateral abwärts sich anspannende kräftige Bauchfellfalte von etwa 4 cm Kantenlänge und  $1\frac{1}{2}$  cm Breite. Nach ihrer Lage zum Caecum und Proc. vermif. entspricht sie völlig einer Plica caecalis (nach der Definition, die Merkel, Topograph. Anat., S. 585 davon gibt), indem sie erstens den Abschluß der Verwachsung von Colon mit parietalem Bauchfell darstellt — lateral abwärts von ihr ist Caecum frei — und zweitens eine tiefe Grube von oben her begrenzt, in deren Tiefe der Proc. vermif. dorsal am Caecum liegt, die Fossa caecalis. Es ist dies die eben erwähnte Grube, deren caudale Begrenzung vom aufsteigenden Ileumendstück und der Falte gebildet wird. Die Fossa caecalis ist besonders tief, da sie hier der natürlichen Grube entspricht, die sich lateral vom caudalen Abschnitt des M. quadrat. lumb. und dem darauf liegenden unteren Nierenpol und kranial der Crista iliaca regelmäßig findet. In der Tiefe erscheint der Proc. vermif., 3 cm lang, narbenlos, von medial oben nach lateral unten gerichtet,  $1\frac{1}{2}$  cm am dorsal angehefteten Mesenteriolum,  $1\frac{1}{2}$  cm frei; neben seinem Ursprung caudal und kranial je ein kleiner ca. 2 cm tiefer Recessus retrocaecalis (nach Merkel) als mediale Fortsetzungen der Fossa caecalis hinter das Caecum. Die Ileumeinmündung liegt 2 cm medial vom Ursprung des Proc. vermif. hinter dem Caecum, von ihr geht eine schwache, aber unverkennbare Plica ileocaecalis lateralwärts ans Caecum. Ein Recessus ileocaec. sup. ist angedeutet, indem eine deutliche Falte den medialen Winkel zwischen Colon und Ileum überzieht, die freilich sich nicht frei abheben läßt, sondern zum Teil verklebt ist.

Zwei weitere, wohlbekannte Ligamente, die sonst zuweilen an der Fl. coli dextra vorkommen, halten das Caecum resp. Quercolon nach oben in seiner Lage zur Leberunterfläche: ein kräftiges, 4 cm breites, etwa 3 cm langes Lig. hepato-reno-colicum (s. Fig. 31), welches das For. Winslowii dorsal und lateral flankiert, und ein Lig. hepato-colicum (resp. cysto-duodeno-colicum) ventral-medial von dessen Eingang. Über das Vorkommen dieser „accessorischen Leberligamente“ s. Ancel u. Sencert (1903); da sie für die Analyse des Falles von Bedeutung sind, gebe ich eine genauere Beschreibung; das erstere interessiert

besonders, da es von Klaatsch auch zum Gegenstand allgemeiner Fragen gemacht worden ist als „Lig. hepato-cavo-duodenale“. Es erregt hier schon durch seine Ausdehnung und außergewöhnliche Festigkeit besondere Aufmerksamkeit.

Als Lig. hepato-reno-colicum läßt dieses Band sich bezeichnen, indem es eine Vereinigung darstellt des regelmäßig von der Unterflache des rechten Leberlappens ausgehenden Lig. hepato-renalē mit dem weniger regelmäßig vorkommenden Lig. colico-renalē. Ich habe es nach Feststellung seiner Ansatzlinien in der Weise präpariert, daß ich seine zwei Peritonealplatten voneinander abhob, eine in seine Basis hineinreichende Membrana propria auf ihre Nachbarbeziehungen zu V. cava und Duodenum untersuchte, und zwei kleine, gut injizierte Arterien, die sich in seiner vorderen und hinteren Platte wohl getrennt verzweigten, bis zu ihrem Ursprung verfolgte.

Die Ansatzlinie des Bandes an der Leber geht von der Stelle des Eintritts der Vena cava inf. aus, unmittelbar dorsal zu der Lebersubstanzverbindung des Lobus Caudatus mit Lobus dexter, und läuft von hier an der Unterflache des Lobus d. lateral vorwärts. Etwa an der Mitte der Leberunterflache gabelt sich die Ansatzlinie noch durch Bildung einer kleinen Seitenfalte (s. Fig. 30). Die Ansatzlinie entspricht hiermit genau der Grenze von Impressio colica und Impr. renalis, mit ihrem medial hinteren Anfang auch noch der Grenze von Impr. duodenalis und renalis; danach würde in natürlicher Lage das Ligament mit seiner lateralen hinteren Fläche der Nierenvorwölbung angelagert zu denken sein, die Fl. duod. sup. an seiner vorderen medialen Fläche, das Colon davor, ebenfalls der vorderen Fläche und der Gabelung angelagert. Die Ansatzlinie am Colon (s. Fig. 7 u. 31) entspricht ungefähr der Grenze von Cäcum und Colon, läuft von medial hinten über die kraniale Colonfläche nach lateral vorn; es ziehen derbe bräunliche Faserzüge in der vorderen medialen Platte des Ligamentes, vom Leberansatz an bis über die Vorderfläche des Colon lang ausstrahlend. Die Ansatzlinie an der hinteren Bauchwand liegt kraniocaudal dicht lateral neben der Vena cava inf., dicht medial vom oberen Nierenpol, auf Nebenniere, mit ihrem caudalen Teil nicht weit entfernt vom oberen und äußeren Rand der beginnenden Pars desc. duodeni, da wo die Verwachsung von Colon und Duodenum desc. beginnt. Also liegt den äußeren Peritoneumverhältnissen nach tatsächlich eine Leber-Cava-Duodenum-Colonverbindung vor.

Die Präparation ergab wichtige Beziehungen zur Nachbarschaft, die für die Frage der Entstehung des Bandes heranzuziehen sind: das vordere mediale Blatt ist eine leicht abhebbare Peritoneumplatte mit fester bindegewebiger Grundlage, die sich als Peritoneum parietale durch das For. Winslowii hindurch in die Rückwand der Bursa retroventricularis beliebig weit verfolgen läßt. Das Blatt enthält eine kleine Arterie, die von einem kleinen selbständigen ventralen Aortenzweig herkommt; dieser entspringt dicht oberhalb der Art. cöliaca und verzweigt sich im wesentlichen im Ganglion cöliacum und hinter der V. cava hindurch zur rechten Nebenniere, entsendet aber unmittelbar nach Austritt aus der Aorta den genannten kleinen Ast durch das Sympathicusgeflecht hindurch nach vorn, dann lateralwärts in die Bindegewebsplatte des Peritoneum parietale; der Ast verzweigt sich vor der Vena cava inf. lateralwärts ausstrahlend in die genannte vordere Peritoneumplatte des Lig. hepato-reno-colicum, besonders in dessen kranialem Abschnitt, d. h. dem Leberansatz folgend. Der Ansatz der Platte am Colon ist scharf begrenzt, linear und sehr fest, er geht nach hinten medial über in den gleichfalls sehr festen, scharf abgegrenzten Ansatz an der Fl. sup. duod., da wo die Platte bereits als parietales Peritoneum die Dorsalwand des For. Winslowii bildet; irgend eine feste Beziehung zur Cava besteht nicht.

Die hintere laterale Platte geht, vom freien Rande her gerechnet, einmal in das parietale Bauchfell über, läßt sich hier leicht von der Fascia praerenalis lösen,

hat also keine feste Beziehung zur Niere, und ferner weiter abwärts in das laterale und hintere viscerale Peritoneum des Cäcum und der dort befindlichen kleinen Bauchfellfalten; der Übergang in dieses viscerale Blatt ist wenig scharf, d. h. es besteht keine feste Fixierungslinie hier, wie an dem vorderen Blatt (Fig. 31 zeigt, wie das Peritoneum von Niere und Hinterfläche des Ligamentes allmählich auf das Colon übergeht, ihm hier also eine gewisse Verschieblichkeit gestattet.) Wohl aber besteht eine andere wichtige Beziehung des lateralen hinteren Blattes zum Darm dadurch, daß das Blatt eine kleine Arterie von ihm aus erhält; diese entstammt einem Ast der Ileocolica, kommt dorsal um das Colon herum, aus dessen Verwachsung mit der Rückfläche, steigt kranialwärts empor, tritt in das hintere Blatt des Lig. hepato-reno-colicum ein und reicht mit vier kleinen Ästen sich verzweigend bis an die Ansatzlinie des Ligamentes an der Leber heran.

Das Band enthält schließlich zwischen beiden Peritonealblättern eine von hinten unten her einstrahlende Bindegewebsplatte; sie kommt aus der vorderen Nierenfascie her und nimmt nach dem freien Rande des Bandes hin allmählich ab; sie läßt sich abwärts hinter dem Colon als derbe Fascie bis ins Becken hinein verfolgen, setzt sich medialwärts rings an den Außenrand des Duodenalbogens fest an und geht medial aufwärts in das Bindegewebe des Peritoneum parietale über, welches die Rückwand des For. Winslowii bildet; Colon und Ileum und deren ganzes flächenhaft angeheftetes Mesenterium mit den zugehörigen Gefäßen lassen sich leicht von dieser Fascie abpräparieren, nachdem der feste Colonansatz der vorderen Peritoneumplatte des Bandes durchschnitten ist. (Diese vordere Nierenfascie kann genetisch nur als früheres parietales Peritoneum gedeutet werden, wie ich in einer besonderen Untersuchung gegenüber Gerota ausführlicher begründen werde.)

Das Lig. hepato-reno-colicum besteht also erstens aus einem von der Aorta her versorgten vorderen, medialen Blatt, das ins parietale Peritoneum vor der Cava und Aorta übergeht, zweitens aus einem vom Darm her (Art. ileocolica) versorgten lateralen hinteren Blatt, das ins parietale Peritoneum der Nierengegend und seitlichen Bauchwand übergeht, und drittens aus einem Blatt Bindegewebe, welches von medial-caudal als Fortsetzung der vorderen Nierenfascie sich allmählich nach dem freien Rande des Ligamentes verliert und kranialwärts bald in die Bindegewebsgrundlage des medial-vorderen Blattes resp. des Peritoneum parietale übergeht.

Das 2. schon erwähnte Band, das Lig. hepato-colicum oder genauer cysto-duodeno-colicum, beginnt als doppelte Falte zu beiden Seiten des Fundus der Gallenblase, so daß diese aus einer Nische hervorsieht, zieht dann längs des freien Randes des Lig. hepato-duodenale als dessen inhaltlose laterale Fortsetzung, überschreitet die Pars sup. duodeni etwa 3 cm vom Pylorus entfernt, setzt sich hier zum Teil an, zum Teil zieht es darüber hinweg zum postcäcalen Colon und verliert sich an dessen kranialer Fläche, ca. 5 cm medial vom Ansatz des Lig. hepato-reno-colicum. So wird also durch beide Ligamente ein Vorraum der Bursa retroventricularis gebildet. Dieses zweite Ligament hält den medialen Teil des queren Colonabschnittes kranial empor, hat aber nur geringe Festigkeit im Vergleich zum vorigen und zu der darauf folgenden innigen Duodenum-Colon-Verbindung. Diese letztere ist zwar an sich normal, abgesehen davon, daß sie statt des Colon transv.-Anfanges einen dem Caecum folgenden Colonabschnitt am Duodenum befestigt, doch verdienen die mesenterialen Verhältnisse dieser Gegend wegen ihrer Kompliziertheit trotzdem im einzelnen hervorgehoben zu werden.

Mit dem Duodenum ist das Colon in der Weise verbunden, daß es zunächst der Pars ascendens breit aufliegt, sie kreuzend; die Verbindung besteht, wie stets bei flächenhaft aneinander gelagerten Darmwandabschnitten, aus lockerem Bindegewebe. Auf diese flächenhafte Verlötung folgt dann kranial eine äußerst derbe,

kurze Bindegewebsplatte, welche die Umbiegungsstelle des queren in den absteigenden Colonabschnitt gegen Duodenum und Magen fest fixiert. Die Platte heftet sich an der ganzen Pars sup. duodeni an deren vorderem Umfang an und setzt sich medial, noch über den Pylorus hinausgehend, an die große Krümmung des Magens, seine Pars pylorica fort. Hier verliert sie ziemlich plötzlich ihre Festigkeit, indem sie zur vorderen Platte des offengebliebenen Netzbeutels wird. Der Verlauf dieser Verbindung ist ersichtlich aus Fig. *l*, in der die Platte als stärker schraffierte Verbindung von Colon mit der Regio pylorica bezeichnet ist, und aus Fig. *m*, in welcher ihr Ansatz am Duodenum eingetragen ist. Der Ansatz geht breit hervor aus der Verbindung des Colon mit dem Pankreaskopf und der Pars descendens duodeni, wird kranial allmählich schmaler, um an der Pars sup. und Pylorus linear in den Ansatz des Netzes an der großen Krümmung überzugehen.

Die Beziehung zur Ansatzlinie des Mesocolon transversum ist ebenfalls aus Fig. *m* ersichtlich: Das Mesocolon transversum überschreitet mit seinem Ansatz die Wirbelsäule in Höhe zwischen 2. und 3. Lendenwirbel und teilt damit den Pankreaskopf, auf dessen Ventralfäche es sehr derb befestigt ist, in eine kraniale und caudale Hälfte, die kraniale ist zum Teil peritoneumfrei, dadurch, daß sie noch mit in dem Bereich der Verwachsung des postcäcalen Colon mit der Rückwand fällt, und eben deren obere Grenze geht dann in die derbe Colon-Duodenumverbindung über. Die Bursa retroventricularis dehnt sich also nach rechts über den Pylorus hin aus, sondern schließt hier mit dem Übergang des Mesocolon transversum in die Duodenum-Colon-Verbindung ab. Dadurch ist auch noch der Pylorus wenig gegen die Rückwand verschieblich, vielmehr in Höhe des Mesocolon transversum-Ansatzes an diesen und die Colon-Duodenumverbindung fest angeschlossen.

Um so geringer ist die Fixation von Magen und Colon in den nach links folgenden Abschnitten, und zwar infolge des Verhaltens des Omentum majus. Dieses stellt fast in seiner ganzen Ausdehnung einen offenen Sack dar, ein Lig. gastrocolicum fehlt von der Pars pylorica bis zur Milz, die Verwachsung der vorderen mit der hinteren Netzplatte ist bis zum freien Rande des Netzes hin ausgeblieben. Der Netzbeutel erstreckt sich noch etwa handbreit über die herabhängende Colonschlinge abwärts, an den ganzen unteren Colonabschnitt nur mit seiner dorsalen Platte angeheftet. Die sonst in der Regel bestehende Obliteration des Netzbeutels findet sich nur rechts in dem bereits erwähnten Abschnitt der Verbindung von Pars pylorica und oberem Colonnick, ferner in dem kleinen nach rechts über das Colon hinausreichenden Netzbezirk, der in die Konkavität des oberen Colonnicks hineingefügt erscheint (s. Fig. *l*), und schließlich im oberen Abschnitt des linken Netzrandes. Hier links oben ist die Fl. lienalis ganz von Netz überzogen und ihr aufsteigender vorderer Schenkel mit dem hinten absteigenden durch Netz verklebt, auch der untere Milzpol ist durch mehrere Verwachsungen mit Netz und linker Flexur verbunden. Das Lig. phrenico-colicum ist nicht als glattes Ligament ausgespannt, sondern durch Netz gebildet, welches sich von der Flexur zum Zwerchfellansatz in mehreren dichten Falten und Strängen ausbreitet, eine Tasche, auf deren Kranialfläche der Milzpol festgeheftet ist (nicht ungewöhnlich, siehe Toldt, 1879, S. 32).

Die übrigen Mesenterialverhältnisse bieten keine Besonderheit mehr. Das Mesocolon transversum, dessen Ansatzlinie aus der Fig. *m* ersichtlich ist, hängt entsprechend der Länge der Colonschlinge lang herab in der Mitte bis zu 12 cm. Colon descendens und Fl. sigm. sind normal. Die Ansatzlinie des Dünndarmmesenterium ist steil, sie beginnt in Höhe des 3. Lendenwirbels, oberer Rand, vor der Aorta, läuft dann, die Pars ascendens duodeni zum größten Teil frei

lassend, an deren linkem vorderen Umfang entlang caudalwärts, kreuzt die Aorta und Pars inf. duodeni, zieht dann entlang der Art. il. comm. d. bis ins Becken und endigt hier entsprechend dem Beginn des festgehefteten Ileumstückes an der Linea terminalis.

#### Gefäßverlauf.

Bei der Feststellung des Gefäßverlaufes sind vor allem zwei Punkte beachtenswert, die auf die Genese des Falles hinweisen: einmal die Gefäßverteilung am Colon, denn man kann hiernach die wegen der abnormen Lage zweifelhaften Abschnitte, Ascendens und Transversum, identifizieren, falls nämlich die Gefäßverteilung einem der gewöhnlichen Typen entspricht; die typischen Verlaufsweisen sind für das Colon von Waldeyer (1900) eingehend beschrieben worden, dessen Namengebung ich hier befolge; als zweiter Punkt: die Reihenfolge und Richtung des Ursprungs der Mesenterica-superior-Äste, denn hieraus läßt sich auf die Vollständigkeit oder Hemmung der Drehung der Nabelschleife schließen, indem diese ja um die Achse der Gefäße herum erfolgt (besonders Fischer und Eisler legen dieser Ursprungsrichtung der Äste der Art. mes. sup. genetische Bedeutung bei).

Im Cöliacagebiet ist eine kleine Besonderheit vorhanden, nämlich sowohl die Art. pankr. duod. inf. wie sup. entspringen aus der Cöliaca. Die Superior in gewöhnlicher Weise als kräftiger Ast der Art. gastroduodenalis entlang der Grenzlinie zwischen Duodenumschlinge und Pankreaskopf; die Inferior kommt als 4. Cöliaca-ast aus der Teilungsgabel von Art. hepat. und lien. und entsendet außer anderen kleinen Pankreasarterien einen Ast hinter der Vena portae hindurch an die Dorsalfläche des Caput pankr. und Proc. uncinatus, und bildet von hier aus die Anastomose mit der Superior. Sonst ist im Cöliacagebiet nur bemerkenswert eine besonders starke Art. gastro-epipl. dextra, die etwas caudal entfernt von der großen Kurvatur in der vorderen Netzplatte verläuft und mit zahlreichen Ästen den Hauptteil des großen Netzes versorgt.

Die Art. mesent. superior entspringt in Höhe des unteren Randes des 1. Lendenwirbels hinter dem Corpus pankr. Sie wendet sich gleich von der Sagittalen um ca. 35° nach rechts, liegt dann vor dem Proc. uncinat. pancr., der noch um 2 cm links von ihr zum Vorschein kommt; sie beschreibt dann, wenn man die Art. ileo-colica als ihren Endast auffaßt (Klaatsch), im ganzen einen flachen Bogen, der mit seiner Konvexität nur bis zum unteren Rande des 3. Lendenwirbels hinabreicht. Vom caudalen Umfang dieses Bogens gibt die Arterie 4—8 cm vom Ursprung entfernt in drei Gruppen neun Artt. jej. und ileae ab, die sich in regelmäßigem Fächer im Mesenterium verbreiten. Die Anfänge aller dieser Äste kreuzen die Pars inf. duod., die Artt. jejunales treten unmittelbar, die Ileae erst nach einem kurzen Verlauf an der Rückwand, in die Radix mesenterii ein; die letzte Art. ilea entspricht dem weiteren Verlauf der Ansatzlinie der Radix. Nach Abgabe der Dünndarmarterien läuft der Endast, die Art. il.-colica, fast horizontal nach rechts nur wenig abwärts, um sich erst nach weiteren 7 cm zu verzweigen. Sie gibt zunächst einen absteigenden Ast an das fest geheftete Ileumende ab, der mit der letzten Art. ilea anastomosiert, gibt gleichzeitig drei dünne, ca. 5 cm lange Äste zum Proc. vermif. ab, die dicht nebeneinander hinter der Ileumeinmündung hindurch das Mesenteriolum erreichen. Der Hauptteil der Ileo-colica geht mit drei kleinen Ästen an das Caecum und mit einem starken Endast an die Dorsalfläche, also den Mesenterialansatz des quergestellten postcäcalen Colonabschnitts. Dieser Endast entsendet kranialwärts hinter dem Colon den obenerwähnten kleinen Ast in die laterale hintere Fläche des Lig. hepato-reno-colicum und bildet selbst im weiteren Verlauf entlang dem Colon die starke Anastomose mit der Art. colica med. Deren Verlauf ist von besonderer Bedeutung.

Die Art. colica media entspringt 5 cm vom Ursprung der Mesenterica superior entfernt, aus ihrem kranialen (rechten) Umfang, fast von ihrer Rückfläche, also gegenüber der Abgangsstelle der Aa. jejunales, und biegt sofort scharf um, indem sie erst etwas kranial rechts gerichtet in das Mesocolon transversum eintritt und in diesem sogleich caudalwärts zum absteigenden Schenkel der Colonschlinge hinabläuft. Nach 4 cm ihres Verlaufs teilt sich die Colica med. in einen etwas schwächeren rechten und stärkeren linken absteigenden Ast. Der rechte (bei Waldeyer in Fig. a Ramus colicus der Media), wendet sich rechts horizontal, erreicht nach 4 cm das Colon etwas unterhalb von dessen rechtwinkliger Knickungsstelle und teilt sich hier in einen Hauptast — der an die Dorsalfläche des Knickes tritt und mit der Ileo-colica anastomosiert: die starke Anastomose liegt im Bereich des Knickes innerhalb der Colonverwachsung mit der Rückwand — und einen Nebenast. Dieser kleine absteigende Ast des Ramus colicus anastomosiert mit dem linken Hauptast der Colica media. Letzterer tritt in sagittal abwärts gerichtetem Verlauf innerhalb des lang herabhängenden Mesocolon transversum an den unteren Scheitel der großen herabhängenden Colonschlinge, teilt sich dicht am Colon und anastomosiert nach rechts rückläufig aufsteigend mit dem Ramus colicus, nach links als Ende der Colica media mit der Art. mesenterica inf.

Die Mesenterica inf. entspringt in Höhe des 3. Lendenwirbels, gibt nach 2 cm ihres Verlaufs die rückläufig aufsteigende Colica sinistra ab, welche einmal die Fl. coli sinistra versorgt und mit ihrem Hauptast absteigend entlang dem aufsteigenden Schenkel der Colonschlinge in sehr langem Verlauf die starke Anastomose mit der Colica media bildet. Weiterhin entsendet die Mesenterica inferior zwei Aa. sigmoid. und endet als Haemorrh. sup.

Es fehlt also eine Art. col. dextra, statt ihrer ist vorhanden ein mittelstarker Ramus dexter der Colica media. Ferner fehlt eine Art. colica media accessoria (Waldeyer), die sonst bei Fehlen der Colica dextra häufig als großer erster Ast der Mesenterica sup. die Mitte des Colon transversum versorgt und so als Zwischenglied der Anastomose der Media und Sinistra vermittelt (Waldeyer, Fig. a und c). Doch ist diesem Verlauf entsprechend in vorliegendem Falle eine starke Vene vorhanden, die ohne Begleitarterie den beschriebenen Weg nimmt, aus der Mitte der langen Anastomose von Media und Sinistra mit zwei Ästen ihren Ursprung nimmt und vom linken unteren Scheitel des herabhängenden Colonbogens das Mesocolon transversum in seiner größten Länge durchläuft, um in die Vena colica media an der Stelle einzumünden, wo die Art. col. med. sich teilt.

So entspricht die Gefäßversorgung des Colon dem von Waldeyer in Fig. a gegebenen Typus mit der einen Abweichung, daß der Weg der Art. col. med. access. nur durch eine Vene bezeichnet ist, dafür die Anastomose der Art. col. med. mit der Sin. sehr lang und stark ist. Die Gefäßversorgung entspricht genau der von Gegenbaur als Lehrbuchbild gegebenen Darstellung Fig. 188, an der aber Waldeyer das Fehlen der Art. col. med. access. moniert.

Die Venen folgen im übrigen in ihrem Anfangsgebiet genau den Arterien. Die Dünndarmvenen liegen vor oder rechts neben der zugehörigen Arterie. Sie sammeln sich zum Hauptstamm der Vena mes. sup. kranial neben der Sammelstelle der Dünndarmarterien, die Art. mes. sup. vorn überkreuzend. Der Stamm der Vena mes. sup. liegt dann aufsteigend unmittelbar rechts neben der Arterie, verläßt die Arterie vom Pankreaswinkel aufwärts etwa; rechts sich wendend und nimmt dorsal vom Pankreaskopf die Vena mesent. inf. auf. Diese zeigt normalen Verlauf.

### Morphologische Analyse von Fall I.

Indem ich zunächst aus der Einzelbeschreibung des Falles die wesentlichen atypischen Punkte zusammenfasse, will ich versuchen, die Genese

der Abweichungen so weit festzustellen, als sie sich aus der morphologischen Darstellung von selbst ergibt. Es gelingt hierbei leicht, das genetisch bedingende Moment aufzufinden; erst im Zusammenhang mit den anderen Fällen will ich die Ergebnisse der embryologischen Untersuchungen mit heranziehen.

Die abnorme Lagerung betrifft wesentlich den Dickdarm und das Ileumende. Ein Colon ascendens existiert nicht. An seiner Stelle liegt in der Fossa iliaca, retroperitoneal aufsteigend, ein 11 cm langes Endstück des Ileum; das Caecum steht unmittelbar unter der Leber, mit ihr doppelt ligamentös verbunden, selbst durch eine breite Verwachsungsfläche an die Rückwand in der Gegend der rechten Niere und der Pars descendens duodeni angeheftet, lateralwärts durch eine kräftige Plica caecalis gehalten. Der unmittelbar folgende, postcäcale Abschnitt ist äußerst fest mit Pars sup. duodeni und Regio pylorica verwachsen, während normalerweise diese Verwachsung erst an dem Anfangsteil des Colon transversum sich findet. Anstatt eines der großen Kurvatur folgenden Quercolon besteht eine, bis ins kleine Becken lang herabhängende, bogenförmige Colonschlinge.

Die erste Frage drängt sich ohne weiteres auf: Ist durch Wachstumshemmung die Ausbildung des Colon asc. ausgeblieben, oder hat dieser Darmabschnitt nur abnorme Lagerung? Wo ist dann die Stelle der Fl. coli d. zu suchen? Die Gesamtlänge des Colon, ebenso die Länge des Abschnittes von Caecum bis Fl. coli sin. stimmen weitgehend mit dem als Mittel angegebenen Maßen (Corning) überein:

Gesamtcolon bei Corning . . . . .	154 cm, hier 140
Caecum bis Fl. lien. bei Corning . . .	25 + 50 cm, hier 65
Descendens bei Corning . . . . .	25 cm, hier 30
Sigmoideum bei Corning. . . . .	45 cm, hier 50

Viel wesentlicher als die mit der Norm übereinstimmenden Längenverhältnisse ist die typische Gefäßversorgung, diese erlaubt mit Sicherheit die Abgrenzung des scheinbar fehlenden Colon ascendens. Die Gefäßäste der Art. mesent. sup. entstehen ja sehr früh und sind bereits vorhanden, wenn das Caecum die rechte Körperseite erreicht, wenn also die Arterie, die sonst die Fl. coli d. versorgt, hier an einen Teil der herabhängenden Colonschlinge tritt, so ist ein dem Colon asc. entsprechender Abschnitt sicher vorhanden. Daß eine Art. col. d. hier fehlt, ist nicht atypisch, da eine solche als selbständiger Ast der Mesent. sup. nach Waldeyer nur in der Hälfte der Fälle vorhanden ist. Es besteht statt dessen, wie in Waldeyers Fig. a, ein Ramus col. d. der Col. media. Die Col. media verläuft in den Fällen der Versorgung nach Waldeyers Typus Fig. a mit ihrer Gabelung so zur Fl. coli dextra hin gerichtet, daß die Teilung an den ersten Anfang des Colon transversum herantritt,

der rechte Ast das Ascendens und die Flexur, der linke den Anfangsteil des Transversum versorgt. Im vorliegenden Fall ist die Gabel der Col. med. gegen eine Stelle des senkrecht absteigenden Schenkels des Mittelcolon gerichtet, die 10 cm abwärts von der rechtwinkligen Colonnickung am Pylorus und 28 cm entfernt vom Caecumende gelegen ist. Das entspricht der mittleren Entfernung von Caecum und Anfang Transversum. Mithin ist in diesem Colonteil das dem Colon asc. entsprechende Stück enthalten und nur in seiner Lage verschoben.

Beim ersten Anblick des Situs könnte es den Anschein haben, als wäre die rechtwinklige Umbiegung des queren in den absteigenden Schenkel die Fl. dextra, nach medial verschoben und um 90° gedreht, und das Querstück demnach das Ascendens, zumal durch das Netzstückchen, welches in dem rechten Winkel ausgespannt ist, dieser ganz unveränderlich erhalten wird; aber, da die Stelle der Fl. dextra am Colon sehr variabel auftritt (s. embryonaler Teil), man oft ein kurzes Ascendens bei langem Transversum und umgekehrt findet, je nach der Stelle, an welcher das Colon nach rechts oben speziell zur Pars sup. duodeni hin befestigt ist, so kann man wohl sagen, daß die Biegungsstelle in diesem Fall nur zufällig ungefähr der Stelle der Fl. dextra am Colonschenkel entspricht. Jedenfalls ist aus den Maßverhältnissen des Colon und dem Gefäßverlauf sicher zu entnehmen, daß das Colon ascendens nicht vollkommen fehlt und der Caecumhochstand also nicht durch fehlendes Auswachsen des Colon bedingt ist. Es ist nicht zugänglich, aus dem Hochstand des Caecum ohne weiteres auf Wachstumshemmung zu schließen, wie Ancel und Cavaillon tun (s. Literaturübersicht zu Teil III).

Die Folgerung aus der durch die typische Arterienversorgung sichergestellten, normalen Existenz der Colonabschnitte ist zwingend: Das Colon muß bereits, als es seine sekundären Verwachsungen in der rechten Bauchseite einging, eine abnorme Lagerung gehabt haben, in der Weise, daß eine ungewöhnliche Stelle des Colon die erste Verwachsung mit der Rückwand einging und von da aus das Wachstum des Colon in eine falsche Richtung gelenkt wurde. Anstatt der Mitte des Colonschenkels ist sein Anfang zuerst mit der Rückwand verwachsen. Das Wachstum des Schenkels mußte dann von dem fixierten Punkt aus eine ausschließlich mediale Richtung nehmen: statt daß von der fixierten Mitte des Colonschenkels aus der freie Anfang des Ascendens nach lateral abwärts auswuchs, ist vom fixierten Anfang aus das entsprechende Stück nach medial gewachsen, also zum Colon transversum hinzugekommen; dadurch wurde dieses zu lang und mußte den mächtigen Bogen abwärts bilden; dem folgte ein besonders lang auswachsendes Mesocolon transversum sekundär. (Hiermit soll nicht gesagt werden, daß jeder tief herabhängende Colon-transversum-Bogen diese Genese haben müßte, mir ist



wohl bekannt, daß auch bei normal langem Colon ascendens tief herabhängendes Colon transversum vorkommt.)

Es fragt sich nun, ob auch an den Verbindungen selbst, welche anstatt der rechten Flexur den Dickdarmanfang an die Rückwand anheften, ungewöhnliche Verhältnisse bestehen, so daß man abnorme Zustände der hinteren Bauchwand vor Eintritt der Verwachsungen als Ursache in Betracht ziehen müßte.

Ungewöhnlich ist an den Verbindungen des Dickdarmanfanges eigentlich nur das auffallend starke Lig. hepato-reno-colicum, freilich kommt auch dieses, obgleich selten, in gleicher Ausbildung an der Fl. coli dextra zur Beobachtung. (Eine solche, Leber, rechte Niere, rechte Flexura coli verbindende freie Bauchfellfalte bildet z. B. Toldt ab, Anat. Atlas Bd. 1, 8. Aufl., 1914, Fig. 808, S. 477, doch ohne sie zu bezeichnen; abgebildet und bezeichnet ist das ventral vom For. Winslowii liegende Lig. hepato-colicum in Fig. 807 als Varietät.) An anderer Stelle äußert sich Toldt eingehend über das Wesen solcher „freien Bauchfellfalten“ gegenüber den „Gefäßfalten“ und stellt ihre „rein lokale Natur und daher große Variabilität“ fest; sie werden durch Wachstum und Schiebung benachbarter Organe sekundär vom parietalen Peritoneum abgehoben, können höher oder niedriger werden, sich wieder ausgleichen, Nebenfalten bilden, ihre Abgangsstelle verschieben, je nach Form, Lage und Verschiebung der Organe, unter Umständen auch willkürlich erzeugt werden. Am beständigsten sind diejenigen, an deren Ursprung das Bauchfell fest mit der Unterlage verbunden ist, z. B. Lig. hepato-renale, welches dadurch zu einem „wahren Haftband“ wird. Toldt wendet sich in diesen Ausführungen gegen Klaatsch (1892), S. 709: „Durch Beziehungen zur Niere werden Teile des Lig. hepato-cavo-duodenale zum Lig. hepato-renale und duodeno-renale.“ Klaatsch sieht in den lateral und dorsal vom For. Winslowii vorkommenden Ligamenten oder Falten Reste seines Lig. hepato-cavo-duodenale, denen er daher eine fundamentale vergleichend-anatomische Bedeutung beilegt. Nach ihm sollen Teile des Lig. hepato-cavo-duodenale nicht nur als solche, als ursprünglicher Haftapparat des Duodenum, Bedeutung haben, sondern auch bei der Lageentwicklung des Caecum und postcäcalen Colon zum Befestigungsmittel für diese werden, indem das von links nach rechts oberhalb der Fl. duod.-jejunalis sich hinschiebende Colon erst Anschluß an das Mesoduodenum, dann an das Duodenum selbst gewinnt und schließlich in dessen Lig. cavo-duodenale resp. die rechte Platte seines Meso einwächst. Diese vielfach vertretene Ansicht von der „Rechtsschiebung“ des Caecum wurde bereits ausführlich widerlegt. Daß auch Klaatschs Auffassung von der Genese des Lig. hepato-cavo-duod. nicht zutrifft, läßt sich hier aus der rein morphologischen Untersuchung ableiten. Die beschriebenen Einzelheiten dieses Bandes

lassen nämlich im vorliegenden Fall ganz fraglos seine sekundäre Entstehung erkennen: es kann nur durch das Wachstum des Caecum nach bereits erfolgter Anheftung an die Rückwand ausgezogen worden sein. Das Band besteht aus einer medial vorderen Peritoneumplatte, die eine kleine Arterie von der Wand her bezieht, also ist diese Platte ursprünglich parietales Peritoneum gewesen. Die lateral hintere Peritoneumplatte dagegen führt einen bis an den Leberansatz hin und bis an den freien Rand des Bandes sich verzweigenden Ast der Art. ileo-colica, der von der Dorsalfläche des Caecum her in sie eintritt. Dieses merkwürdige Verhalten kann nur eine Erklärung darin finden, daß diese Platte ursprünglich viscerales Peritoneum des Colon war, welches sekundär vom Caecum abgezogen und durch Wachstum ergänzt worden ist. Dann kann aber das Band erst entstanden sein, nachdem das Caecum seine definitive Lage erreichte und seine Verwachsung mit der Rückwand schon in Bildung begriffen war. Wenn eine bemerkenswerte Bauchfellfalte an dieser Stelle schon vorher bestanden hätte, müßte auch die lateral hintere Platte aus parietalem Peritoneum bestehen und von diesem arteriell versorgt werden. Ganz unwahrscheinlich scheint mir, daß der Ast der ileo-colica, der kräftig genug ist, um leicht bis in seine Endverzweigung im Leberansatz des Ligamentum verfolgt werden zu können, erst nachträglich in das schon bestehende Ligament hineingesandt worden sein könnte, zumal seinen feinen Ästen jegliche darstellbaren Anastomosen mit der freien Verzweigung des parietalen Astes im vorderen Blatt fehlen.

Der Vorgang der sekundären Entstehung des Ligamentes ist uns schwer vorstellbar: Das Caecum legte sich in die Peritonealnische lateral vom For. Winslowii, unterhalb der Leber, vor der Nebenniere und Vena cava, verlötete hier mit der Rückwand, so daß diese Verwachsungsfläche unmittelbar unter dem hinteren Leberrand begann. Der Anschluß an die Leber wird sich in der Gegend der beiden vorspringenden Punkte besonders innig gestaltet haben, nämlich am Lig. hepato-duodenale und an der Eintrittsstelle der Vena cava inf. Erhält sich nun an diesen Punkten beim weiteren Wachstum von Leber und Colon die peritoneale Verbindung, so muß sie notwendig als Falte von der Rückwand ausgezogen werden, während an den übrigen Stellen der Peritonealraum zwischen den wachsenden Organen sich erhält oder gar vertieft. Die entstehende Falte wird notwendig in der Wachstumsrichtung der beiden Organe sich ausbilden müssen, und in der Tat stellen die Ansatzlinien des Lig. hepato-reno-colicum an Leber und Colon genau deren einzig mögliche Wachstumsrichtung dar: von hinten nach lateral vorn. Besonders wenn man sich den Ansatz des Ligamentes an der Leberunterfläche ansieht, wird dieses Verhalten deutlich. Der rechte Leberlappen, hinten und medial (Cava) fixiert, kann sein Wachstum nur

nach lateral vorn entwickeln, so daß jeder Punkt seiner Unterfläche in diesem Sinne fortgeschoben wird; so muß ein mit dem Colon peritoneal verbundener Punkt, der ursprünglich in der Gegend des Cavaeintrittes an der Rückwand lag, bei Erhaltung der Verbindung eine Ansatzlinie an der Unterfläche der Leber ziehen, die von dem Cavaeintritt zur Mitte der Unterfläche des rechten Lappens hingehet, so wie es im vorliegenden Fall verwirklicht ist. Im gleichen Sinne entwickelt sich das Wachstum des dorsal und medial fixierten Colonabschnittes, natürlich unabhängig davon, ob hier Caecum oder Querschmel der Fl. dextra gelegen ist. Ich habe das Lig. hepato-reno-colicum noch mehrfach bei normaler Fl. coli dextra gesehen und stets diese charakteristische Ebene und Ansatzlinie an der Leberunterfläche feststellen können. Auch das Lig. hepato-renalre für sich ausgebildet zeigt stets diesen schräg nach vorn lateral gerichteten Verlauf und Ansatz. Daß hierbei die Falte ihre medial vordere Platte aus dem parietalen Peritoneum, der hinteren Begrenzung des For. Winslowii, bezieht, wie die Gefäßversorgung beweist, ist ohne weiteres verständlich, da die Falte ja vom parietalen Peritoneum her ausgezogen wird; daß die hintere laterale Platte vom Colon her geliefert wird, ist wohl so zu verstehen: Die Leber gibt Peritoneum nicht ab wegen des äußerst innigen Zusammenhanges ihrer Drüsensubstanz mit der Bindegewebskapsel; das laterale parietale Peritoneum, in welches diese Platte am dorsalen Ansatz der Falte übergeht, wohl deswegen nicht, weil dieser Übergang spitzwinklig erfolgt, gegenüber dem flachen, stumpfwinkligen der vorderen Platte; so bleibt nur übrig das viscerale Peritoneum des dorsal-kranialen Umfanges des Colon; auch an diesem ist der Übergang der Faltenrückfläche in das Colonperitoneum flach stumpfwinklig. Daß überhaupt bei diesem Vorgang ein breites Ligament sich bildet, obgleich doch die beiden verbundenen Organe, Leber und Colon, dauernd dicht flächenhaft aneinandergelagert gedacht werden müssen, versteht sich aus der Wachstumsdifferenz: Das Colon nimmt relativ erheblich mehr an Umfang zu als der rechte Leberlappen, somit ist das Bestehenbleiben einer linearen Verbindung nicht möglich. In gleicher Weise erklärt sich die Ausbildung des Lig. hepato-colicum (cysto-duodeno-colicum), auch dieses zeigt die schräge Richtung nach lateral vorwärts. Ich glaube nicht, daß dieses Band als Rest des ventralen Mesenterium aufzufassen ist, als über den freien Rand des Lig. hepato-duodenale hinaus stehengebliebene Leber-Duodenum-Verbindung (wie besonders Brösike, auch Bromann (1906) und für einige Fälle Ancel und Sencert annehmen). Toldt (1879) läßt es im 7.—8. Embryonalmonat entstehen als „vorwuchernden Peritonealsaum vom freien Rande des Lig. hepato-duodenale aus, der sich zunächst nur von der Gallenblase zur Pars descendens duodeni erstreckt. Erst bei seiner weiteren Vergrößerung übergreift er auf das mit dem letzteren verklebte Stück des Colon.“

Toldt meint wohl selbst mit „Vorwuchern“ und „sich vergrößern und übergreifen“ kaum ein selbständiges Wachstum. Ich sah das Band in drei Fällen so, wie es oben beschrieben wurde, nämlich doppelt, die Gallenblase in eine Nische einfassend. Das erklärt sich ohne weiteres aus einer frühzeitig eingetretenen Verwachsung des Colon mit Lig. hepato-duodenale und Gallenblase und nachträglichem Ausziehen als Falte durch Wachstum und Organverschiebung. Es sind danach beide Ligamente, das Hepato-reno-colicum sicher und das Cysto-duodenum-colicum wahrscheinlich, erst gebildet worden, nachdem das Colon seine Lagerung unter der Leber eingenommen hatte, und zwar vom Colon durch dessen und der Leber Wachstum.

Somit trete ich betreffend des Lig. hepato-renale durchaus Toldts Ansicht bei, daß solche freien Bauchfellfalten aus lokalen Wachstumsbedingungen entstehen und nur lokale Bedeutung haben.

Ich hielt es für notwendig, in einem Fall, wo die Entstehung sich so sicher aus den Befunden ableiten läßt, die Analyse ausführlich zu geben, wenn auch dem Bande an sich nicht die Bedeutung zukommt, die einen solchen Aufwand rechtfertigte; aber es ist prinzipiell wichtig, daß die rein lokale Natur dieser Art von Bauchfellfalten erweisbar ist; und es ist somit ein Fehler (Klaatsch in bezug auf das Lig. hepato-cavo-duodenale), derartige Bildungen, die sich beim Menschen ab und zu finden, als sichere Erinnerungen an tierische Zustände aufzufassen und rein funktionell erklärbaren Varietäten vergleichend-anatomisch große Bedeutung beizulegen, zumal wenn nicht einmal die ontogenetische Entstehung der Bildungen weder bei Tier noch Mensch überhaupt berücksichtigt wird.

Die Ligamente lateral, dorsal vom For. Winslowii, also: Lig. hepato-renale, duodeno-renale, reno-colicum, evtl. auch eine Vereinigung dieser Einzelbänder, erweisen auch dadurch ihre rein lokale Natur, daß sie in der Embryonalentwicklung erst relativ spät auftreten. In den sämtlichen menschlichen Serien bis zu 45 mm habe ich nicht die geringste Andeutung dieser Bänder oder eines Lig. hepato-cavo-duodenale finden können; nur das Lig. hepato-renale findet sich zuweilen schon vor der Rechtswendung des Colonschenkels angedeutet.

An den übrigen Peritonealverbindungen des Dickdarmanfanges ist nichts Ungewöhnliches zu finden, was auf besondere Verhältnisse der hinteren Bauchwand schließen ließe. Man kann zusammenfassend sagen, daß die Bauchfellbildungen, die sonst das Caecum in der Fossa iliaca dextra aufweist, mit denen, die sonst der Fl. coli dextra in der Gegend der Fl. duodeni sup. zukommen, in unmittelbare Nachbarschaft zusammengedrückt erscheinen. Das ist für die Genese der Varietät nicht verwertbar, wohl aber für die Vorgänge der sekundären Verwachsungen allgemein von Interesse: Das Caecum hat

seine ihm eigentümlichen Bauchfellverhältnisse trotz der abnormen Lage in typischer Weise gebildet, eine tiefe nach rechts geöffnete Fossa caecalis mit zwei Recessus retrocaecales, eine kräftige Plica caecalis, welche das laterale Ende der breiten Verwachsung des Dickdarmanfanges bezeichnet und die Fossa caecalis kranial begrenzt; ferner eine deutliche Plica ileo-caecalis und einen Recessus ileo-caecalis sup. mit einer ihn bedeckenden Falte angedeutet. Daß die beiden letzteren Bildungen sich auch bei abnormer Lagerung vorfinden können, ist selbstverständlich, da sie dem visceralen Peritoneum angehören und unabhängig von der sekundären Verwachsung entstehen (Waldeyer 1874, Toldt 1879). Daß die Plica caecalis, Fossa caecalis und Recessus retrocaecales bestehen, ist bemerkenswert, da dies Bildungen des parietalen Peritoneum mit dem Caecum sind. Ihr Vorhandensein an abnormer Stelle beweist, daß sie nach Fixation des postcäcalen Colon lediglich den eigentümlichen Wachstums- und Bewegungsverhältnissen des Caecum ihre Entstehung verdanken.

Ähnliches zeigt sich an den Colon-Duodenum-Verbindungen; deren Beziehung zur Rückwand ist normal, die Stelle des Colon, an der sie ansetzen, ist ungewöhnlich. Die Festheftung des Colon am Duodenum ist im normalen wie im vorliegenden Falle folgende: es besteht eine sehr innige — zuweilen breite, wie hier, zuweilen lineare, wie in Fall II — Verwachsung mit Pars desc. duod., welche durch sie gekreuzt wird; medialwärts an diese schließt sich einerseits die horizontal laufende Ansatzlinie des Mesocolon transversum, welches von hier aus frei wird und rasch sich verbreitert, andererseits die kranialwärts bogenförmig der Pars sup. duodeni folgende kurze, sehr feste lineare Verbindung mit dem Übergang von Magen und Duodenum, das Lig. duodeno-colicum.<sup>1)</sup> Die Unterschiede von der Norm liegen also hier nur im Darm selbst: Die breite Anheftung auf Pars descendens kommt normal der Fl. coli dextra zu, hier dem Caecum und der Ileumeinmündung, die lineare Anheftung an Pars sup. duodeni und Ende der großen Krümmung sonst dem Anfang des Transversum, hier dem Anfang des postcäcalen Colon, das nach medial frei werdende Mesocolon sonst dem Anastomosengebiet des linken Colica-

<sup>1)</sup> Diese Bezeichnung möchte ich für die stets vorhandene und für die ganze Fixation des Colon so wichtige kurze Verbindung von Colon und Duodenumanfang reserviert halten, da diese Verbindung die unmittelbare Fortsetzung der Magen-Colon-Verbindung, Lig. castro-colicum, darstellt und die gleiche Genese hat, wie jene. Die Bezeichnung ist nicht allgemein gebräuchlich; Klaatsch bezeichnet bei verschiedenen Tieren, speziell Kaninchen, als Lig. colico-duodenale mit Krause den peripheren Teil des Mesoduodenum, welcher durch das ans Mesoduodenum festgeheftete Colon frei gelassen wird. Hier wäre vielleicht besser zu sagen: Lig. meso-duodeno-colicum und für die Verbindung des Duodenum ascendens mit dem Mesocolon ascendens nicht Lig. recto-duodenale [Klaatsch], sondern duodeno-meso-colicum.

media-Astes, also Transversum, hier bereits einem Teil des vom rechter Colica-media-Aste versorgten Colon, also eigentlich Colon ascendens. Andererseits besteht eine normal verlaufende Radix mesenterii, da an Stelle des Colon ascendens das letzte Ileumstück mit seinem zugehörigen Mesenterium festgeheftet ist.

Darin liegt also das Hauptmoment des abnormen Situs: Es ist vom gemeinsamen Mesenterium von Dick- und Dünndarm ein anderer Abschnitt als in der normalen Entwicklung mitsamt seinem zugehörigen Darmteil sekundär angewachsen, ohne daß die Verwachsungsstelle an der Rückwand besonders abnorme Verhältnisse darbietet. Man kann sich das ursprüngliche Mesenterium commune des bereits gedrehten Darmes als einen Fächer denken, dessen Peripherie der Darm, dessen Ansatz oder Winkel die Gefäßeintrittsstelle ist, so stellt der Sektor des Fächers, der den Colonanfang von Ileummündung bis zum Transversum-Anfang zur Peripherie hat, den zur Verwachsung bestimmten Teil des Mesenterium dar; durch seine flächenhafte sekundäre Anheftung an die hintere Bauchwand entsteht die Radix mesenterii und die rechte Hälfte der Mesocolon-transversum-Ansatzlinie. Im vorliegenden Fall ist der größte Teil dieses Sektors frei geblieben, und der proximal folgende Sektor, welcher dem letzten Ileumstück bis zum postcäcalen Colon zugehört, ist statt seiner im normalen Bereich der hinteren Bauchwand festgewachsen. Aus zahlreichen embryologischen Untersuchungen (Toldt, Klaatsch, s. auch embryologischer Teil) ist bekannt, daß diese Verwachsung stets eingeleitet wird durch Fixation des Colon an das Duodenum an der Stelle, wo es der Pars sup. duodeni parallel läuft. Somit stellt die Ausbildung des Lig. duodeno-colicum am postcäcalen Colonanfang das variierte Moment dar, dessen Entstehung erst im Vergleich mit embryologischen Verhältnissen aufgeklärt werden kann.

Für die allgemeinen Anschauungen über die Ursachen der sekundären Verwachsungen von Darm und Mesenterien läßt sich aus dem Vorliegenden ein wichtiger, freilich negativer Schluß ziehen: Keinesfalls ist die primäre Ursache für die Verwachsungen eine in bestimmten Abschnitten des visceralen und parietalen Peritoneum liegende vererbte Tendenz zur Verklebung, sonst könnte nicht ein Stück Dünndarm-Mesenterium in vollkommen analoger Weise, wie das Mesocolon ascendens, durch sekundäre Verwachsung eine normale Radix mesenterii liefern.

#### Caecumhochstand, Fall II.

Der vorige Fall wird gut ergänzt durch einen zweiten Fall, der mir im Marburger Anatomischen Institut zur Bearbeitung überlassen wurde. Ich gebe nur die wesentlichsten Punkte des Situs und die Abweichungen von Fall I.

Im allgemeinen ist die Übereinstimmung der Lage fast vollkommen, wie die Übersichtszeichnung Fig. 2 zeigt. Es handelt sich um eine ältere weibliche Leiche, deren Baucheingeweide einige andere Abnormitäten aufweisen: rechts

besteht eine *Hernia femoralis praevascularis*, darin ein Netzzipfel, der die herabhängende Colonschlinge hier festhält. Links *Hernia inguinalis*, die in die große Labie führt, an ihrem Eingang ist der untere Winkel des hängenden Colonbogens fest verwachsen und weist hier Spuren abgeheilter *Incarceration* auf: zwei pflaumen-große Anhänge, die je ein geschrumpftes, halb abgeschnürtes, dickwandiges Divertikel bilden. Die ganze *Facies diaphragmatica* des rechten Leberlappens ist vollkommen mit dem Zwerchfell verwachsen unter Bildung zahlreicher derber bindegewebiger Stränge, offenbar Spuren einer lokalen *Peritonitis*. Außerdem besteht erhebliche *Gastroptose*, der Magen hängt, mit seinem Mittelstück unten abgeknickt, so tief herab, daß die kleine Krümmung bis zur Höhe des unteren Nierenpols (ob. Rd. 4. Lendenwirbels), die große bis zum Promontorium herabreicht.

Die Darmlage ist folgende: Normal sind Verlauf des Duodenum, Stellung der *Fl. duod.-jejunalis*, Lage des Dünndarms, Verlauf der Ansatzlinie von *Mesocolon transversum* und *Radix mesenterii*. Vom Duodenum wäre nur zu bemerken: Die *Pars descendens* liegt ventral vom Nierenhilus, ihr Übergang in *Pars inf. medial* dicht neben der *Ileumeinmündung*, die *Pars inf.* von der *Radix* gekreuzt, die *Pars ascendens* mit ihrem linken

vorderen Umfang von der *Radix* unbedeckt, die *Fl. duod.-jejunalis* breit an Rückwand und Unterfläche des *Mesocolon transversum*-Ansatzes fixiert. Das *Lig. hepato-duodenale* steht in normaler Höhe, rechts der Mittellinie, jegliche Verbindungen von Leber, Gallenblase, *Lig. hepato-duodenale* mit dem Colon fehlen. Das letzte *Ileumstück* ist 11 cm lang, breit in der *Fossa il. d.* festgeheftet, steigt auf von der *Linea terminalis* in gleichmäßigem flachen, lateral konvexen Bogen, liegt mit den letzten 3 cm dem unteren Nierenpol an, vor welchem es in das *Caecum* rechtwinklig einmündet. Dieses steht in Höhe der *Crista iliaca* fast horizontal, nur etwas lateral ab-

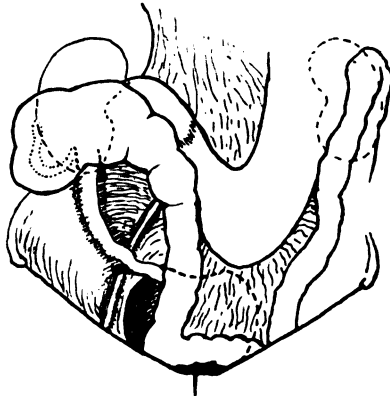


Fig. n.

wärts gerichtet, der ventralen Fläche der unteren Nierenhälfte aufgelagert, und setzt sich unmittelbar in ein kurzes quergestelltes Colon fort, welches schon 7—8 cm vom Caecumende entsprechend der *Fl. duod. sup.* in den absteigenden Schenkel der herabhängenden Colonschlinge übergeht. Die Lage des Caecum ist weniger fixiert als in Fall I, es läßt sich stark nach abwärts ziehen, doch muß man unmittelbare Anlagerung an die Unterfläche des rechten Leberlappens annehmen, da dieser eine deutliche *Facies colica* zeigt und das dem Caecum unmittelbar folgende Stück bereits an *Pars sup. duodeni* kurz befestigt ist. Da die Leber zudem besonders fest mit ihrem vorderen Rande fixiert ist und hinter dem rechten Rippenbogen verschwindet, muß das Caecum *intra vitam* noch dem Rippenbogen innen angelagert gewesen sein. Die Fixation des querstehenden Colonschenkels ist sehr übersichtlich, es fehlen alle die Verbindungen des Falles I, die wir in ausführlicher Beschreibung als erst nachträglich entstanden analysierten. Es besteht nur eine transversale, schmale, sehr kurze, derbe Anheftung der Dorsalfläche von *Ileumeinmündung* und folgendem Colon quer auf der Ventralfläche der unteren rechten Nierenhälfte und der *Pars descendens duodeni*, sie geht medial über in die Ansatzlinie des *Mesocolon transversum*. Das kurze Caecum selbst ist frei, der normale fingerlange *Proc. vermif.*, an seiner Dorsalfläche ebenfalls frei, besitzt nur ein kleines *Mesenteriolum*. Die feste kurze Anheftung auf der

Niere ist in Fig. o dargestellt durch Abwärtsziehen des Caecum; das so nach kranial sich anspannende Lig. colico-renalē ist die kurze kraniale Bauchfellplatte der queren Verwachsung, keine besondere Falte. Unmittelbar medial schließt sich an ein sehr kräftiges kurzes Lig. duodeno-colicum. Dieses verbindet derb den kranialen Umfang des postcäcalen Colonabschnittes mit der Pars sup. duodeni, bis zur Pars pylorica sich fortsetzend; hier geht es sehr ähnlich wie in Fall I ziemlich plötzlich in eine lockere Colon-Magen-Verbindung über, Lig. gastrocolicum, welches aber nur bis zum Knick des Magens, also an der Pars pylorica, besteht. Der links gerichtete Teil der großen Kurvatur ist nur durch lange, zarte, vordere Netzplatte mit dem wiederaufsteigenden linken Colonabschnitt verbunden, der Netzbeutel ist offen von dem unteren Knick der großen Kurvatur in der Mittellinie bis zur Milz. Der herabhängende Colonbogen hat fast identische Lage, Länge und Gefäßbeziehung wie in Fall I, nur ist er durch die beiden Hernien nach beiden Seiten caudalwärts winklig geknickt, indem er in beide zum Teil mit hineingezogen war. Der aufsteigende Schenkel bildet dann den normalen vorderen Schenkel der FL. lienalis, die normale Höhen und Verbindungen aufweist. Colon desc. und sigm. o. B.

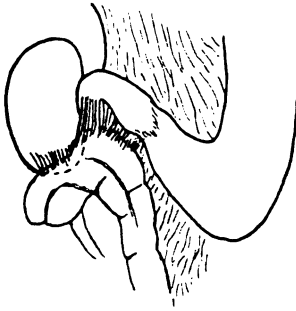


Fig. o.

Das Mesocolon ist entsprechend lang ausgezogen, in ihm verläuft die Art. colica med. caudalwärts zum rechten unteren Winkel in langem Verlauf, sie teilt sich nahe dem Caudalende des absteigenden Colonastes, versorgt diesen mit einem rechten rückläufig aufsteigenden Ast und folgt mit dem linken dem weiteren Verlauf des Colonbogens nach links und kranialwärts. Von der übrigen Verzweigungsweise der Art. mesent. sup. ließ sich ohne Präparation nur feststellen, daß sie, wie in Fall I, die Art. ileo-colica in flachem Bogen nach rechts entsendet zur Ileocaecalgegend, die Dünndarmarterien caudalwärts, so daß sie einzeln in die Radix eintreten. Die Art. mesent. sup. ist rechts gewendet, beschreibt mit ihrem Endast, der Art. ileo-colica, den flachen Bogen wie in Fall I, fast transversal verlaufend. Die Länge des Colon bis zur FL. lienalis beträgt etwa 70 cm, davon kommen 7—8 cm auf das transversale Anfangsstück, 20 cm auf den absteigenden, 15 cm auf den im Beckeneingang liegenden queren, 25 cm auf den zur FL. lienalis aufsteigenden Colonabschnitt. Diese Längenverhältnisse und ferner der lange caudal gerichtete Verlauf der Art. colica media beweisen wiederum, daß das fehlende Colon asc. in dem rechts absteigenden Colonschenkel enthalten und der Colonbogen durch diese Verlängerung des Colon transversum sekundär caudalwärts ausgedehnt wurde.

Im ersten Augenblick könnte man bei Annahme einer angeborenen Hernie glauben, daß diese für den herabgezogenen Colon-transversum-Abschnitt ursächlich das erste Moment darstellte, daß damit der Caecumhochstand erst sekundär entstanden sei. Dagegen spricht aber die völlige Analogie mit Fall I, bei dem keine Hernien bestehen. Ferner würde bei sehr frühzeitigem Tiefstand des Quercolon das Zustandekommen des normalen kräftigen kurzen Lig. duod.-colicum und colico-renalē nicht verständlich sein, vielmehr hätte dann hier die Verwachsung überhaupt ausbleiben und ein Mesenterium commune entstehen müssen.



Die Gastropiose dagegen und mit ihr der steile Verlauf der Pars sup. duod. sowie die beiden caudalen Knickungen des Colonbogens sind ohne weiteres als Folgen der beiden Hernien verständlich.

Somit sind die Charakteristica, die dem Fall I und II gemeinsam sind und für diese Varietät überhaupt typisch sein dürften, folgende: Fixation des letzten Ileumstückes in der Fossa il. d., der Ileummündung und des Caecum auf der unteren Hälfte der rechten Niere; ferner kräftiges Lig. duod.-colicum zwischen Pars sup. duodeni und postcäcalem Colonanfang, tief ins Becken herabhängender Colonbogen, der von Ascendens und Transversum zusammen gebildet wird, dementsprechend lang ausgezogenes Mesocolon transversum, langer, caudal gerichteter Verlauf der Art. colica media, Fehlen des Lig. gastrocolicum von Pars pylorica bis zur Milz.

Der Unterschied gegenüber I ist für die Deutung wichtig: Bei II das völlige Fehlen der Colonverbindungen zur Leber und lateralen Bauchwand; nichts weist auf besonders innige, vorzeitige Verwachsung des Colonanfanges mit der Leber-Nierennische hin, vielmehr hat seine innige ligamentöse Verbindung mit der Fl. duodeni sup. nur auf die Vorderfläche der Niere übergreifen, nicht mehr als man erwarten muß, wenn überhaupt die sekundäre Verwachsung eines der Fl. coli dextra und dem Ascendens entsprechenden Darmstückes neben dem Duodenum descendens eintritt.

#### Fall III (54jähriger Mann).

Dieser dritte Fall von Hochstand des Caecum steht den ersten beiden als vollkommen anderer Typus gegenüber wegen seiner andersgearteten Beziehungen zur Pars sup. duodeni.

Der Hochstand des Caecum ist hier, wie bei I und II, verbunden mit retroperitonealer Lage des letzten Ileumstückes, doch ist die Lagerung der Ileocolonpartie wesentlich kompliziert durch eine ausgiebige Schlingenbildung in der Gegend der Fl. coli d.

Die Übersichtszeichnung Fig. p ist in allen Konturen maßgerecht, im Verhältnis 5 : 1 am Objekt gezeichnet. Die Radix mesenterii läuft wieder, wie bei I und II, normal, ebenso Duodenum und Dünndarm. Die letzte Ileumschlinge ist in 13 cm Länge breit auf der Unterlage verwachsen, retroperitoneal; sie läuft von den Vasa iliaca an nach einem kleinen lateralen Bogen gerade aufwärts, medial vom Caecum, die letzten 6 cm ans Caecum angeschlossen, ihm parallel, und mündet in Höhe des unteren Rippenbogenscheitels, 11 cm oberhalb der Spina iliaca ant. sup. (Verbindungsline beider Sp.). Ileum und Caecum sind durch eine sehr kräftige dicke Plica ileo-colica verbunden. Die Falte geht von dem durch dicke Lymphgewebsansammlungen bezeichneten Weg der Art. mesent. sup. über Ileum und Proc. vermif. hinweg, lateralwärts an den medialen Umfang des Caecum und setzt sich auf dem Anfang des Mesenteriolum fort; dieses verbindet sich wieder durch eine ähnliche kräftige, bogenförmige Falte, die etwas weiter caudal herabreicht und von der ersten bedeckt ist, über Proc. vermif. hinweg mit dem Ileum; so bestehen trotz der abnormen Parallellagerung von Ileum, Proc. vermif. und Caecum doch typische Recessus ileocaec. sup. und inf. Das

letzte Ende vor der Einmündung ist fest mit dem Caecum verwachsen und von gemeinsamem Peritoneum überzogen, an die Einmündung schließt unmittelbar die erste Umbiegung des postcaecalen Colon an. Das Caecum steht hoch, caudal gerichtet: unteres Ende 5 cm über Spina iliaca, Länge 10 cm bis zur Ileumeinmündung, davon sind 6 cm breit auf der hinteren Bauchwand, und zwar auf unterer Nierenhälfte, angewachsen, nur etwa 4 cm Caecum sind frei abhebbar. Das Peritoneum des Caecum geht lateral und medial (abgesehen von den besprochenen Falten) glatt breit in das parietale über ohne weitere Seitenfalten (Plica caecalis ist eben angedeutet); das Caecum ist ebenso wie das folgende kurze Ascendens fest und breit auf der Unterlage fixiert. In der Gegend der rechten Flexur finden sich von den vorher besprochenen Fällen durchaus abweichende Verhältnisse: Hier geht das Colon mit doppelter Schlinge in dreifacher Lage vor Niere und Duodenum vorbei in folgender Weise: erste Biegung von rechts nach links, vor der Niere,

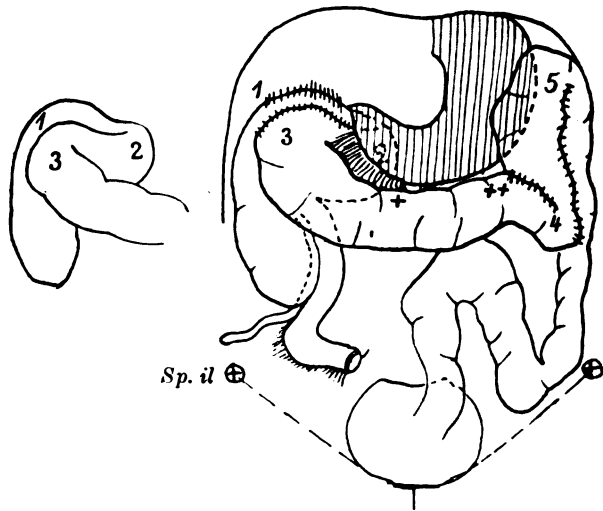


Fig. p.

rechtwinklig, scheinbar die Fl. coli d.; das nun horizontal verlaufende Stück liegt erst der oberen Nierenhälfte auf, biegt dann etwas nach vorn, dann wieder nach links um, indem es erst lateral, dann vor der Pars desc. duodeni und Pankreaskopf liegt. Es folgt die mächtige merkwürdige Schlinge 2 (Fig. p), durch welche das Colon den eben beschriebenen Weg, vor dem ersten Abschnitt liegend, von links nach rechts wieder zurückläuft. Die genaue Lagerung dieser sich mächtig nach links und vorn vorwölbenden Umbiegung wird gleich zu erörtern sein. Das Colon gelangt so vor das Ascendens resp. die erste Biegung und biegt nunmehr endgültig in die normale Richtung des Colon transversum um, ist also nach dieser zweiten, nach rechts gerichteten Schlinge wiederum vor die vorbergehenden Abschnitte gelagert. Es liegen somit an Stelle der normalen Fl. coli d. drei Colonschenkel annähernd horizontal voreinander.

Ausschlaggebend für die Beurteilung ist die Art der Verbindung der beschriebenen Colonschlingen unter sich und mit der Nachbarschaft: Die übereinander gelagerten Colonteile sind durchgehend mit breiten Flächen aneinander durch lockeres Bindegewebe verwachsen, so daß erst durch

Präparation ihre Lagebeziehungen festgestellt werden konnten. Der erste Schenkel ist auf die Nierenvorderfläche gelagert, die rechtwinklige Umbiegung durch ein breites, sehr derbes Lig. hepato-cavo-reno-colicum aufwärts gegen die obere Nierenhälfte befestigt; dies Ligament, aus einer Lage Bauchfell mit einer derben platten Bindegewebsunterlage bestehend, setzt sich an den hinteren unteren Rand des rechten Leberlappens an, medial bis an die Cava heran, an der es gleichfalls derb befestigt erscheint. Dahinter liegt lockeres Gewebe, Kapselfett und die Nebenniere, lateral geht es allmählich in das schwächere Bauchfell des Zwerchfells über. Wenn man das Colon von dieser Platte abpräpariert, läßt sich leicht feststellen, daß sie hinter dem Colon sich nach unten fortsetzt, aber allmählich dünner werdend sich nach unten und medial ans Duodenum verliert. Die folgende links vorn gewendete Schlinge hat eine merkwürdige Lage in einer mächtigen Bucht, die sie sich hinter dem Colon transversum und dem Duodenumanfang und vor Pars desc. duodeni und Pankreaskopf gebildet hat. In dieser Bucht liegt sie ringsum nur durch lockeres Bindegewebe befestigt, so daß sie sich leicht stumpf herauslösen läßt, nachdem die vor der Schlinge gelegene Netzverbindung von großer Krümmung resp. Duodenumanfang zum Colon-transversum-Anfang durchschnitten ist. In der Bucht erscheint die Pars desc. duodeni, medial davon der Pankreaskopf; der Pylorus und die Pars asc. duodeni liegen vor, die Pars sup. über ihr. Die Unterwand der Höhlung wird gebildet durch das Mesocolon transversum, so daß die Schlinge also von rechts her zwischen Mesocolon transversum und Omentum majus dazwischen geschoben liegt, diese beiden also bis zum Scheitel der Schlinge nicht untereinander verwachsen sind; erst von da nach links bildet die hintere Netzplatte mit dem Mesocolon die gewöhnliche Einheit. Da die Schlinge von außen rechts her zwischen Mesocolon-transversum-Anfang und rechte Netzpartie hineingeschoben erscheint, ist der Raum, den sie ausfüllt, getrennt von der Bursa retroventricularis. Die Lage der dritten, nach rechts gerichteten Schlinge (3 in Fig. p) ist einfacher: Sie liegt vor Colon ascendens, mit ihm durch nicht sehr festes Bindegewebe verwachsen, dabei bedeckt vom großen Netz. Dessen Verhalten ist wichtig. Es kommt, wie eben erwähnt, zwischen Pars pylorica und Duodenumanfang einerseits, der zweiten Colonschlinge andererseits hervor und liegt über dem ganzen Colonspaket; und zwar bildet es von Pars pylorica und Duodenumanfang eine derbe kurze Verbindung zum Anfangsteil des Colon transversum, also dem vorderen Schenkel dieser dritten, rechts gewendeten Schlinge, so daß diese kurze Verbindung vor der zweiten Schlinge vorbei das Transversum kurz gegen die Pylorusgegend befestigt. Die Verbindung geht nur bis + (Fig. p), von da nach links ist die direkte Verbindung zwischen Magen und Colon ausgeblieben, der Netzbeutel vollkommen offen. Das Netz setzt sich rechts über diese Verbindung hinaus nach unten und oben fort; nach oben in der Weise, daß es auf der dritten, rechts gewendeten Schlinge flach verwachsen diese aufwärts an den vorderen Leberrand und die Gallenblase befestigt. Die nicht sehr feste, scheinbar ganz aus Netz bestehende Platte deckt die ganze Flexur und Umgebung zu, und, da sie nach rechts an die Bauchwand, nach links in das Lig. hepato-duodenale übergeht, bildet sie eine Platte vorn frontal vor dem Raum unter dem rechten Leberlappen, dem Vorraum zum For. Winslowii, welches auf diese Weise überhaupt nicht erreichbar ist; die Ansatzlinie dieser Verbindung an der Leber geht vom Lig. hepato-duod. beginnend, linear am lateralen Rande der Gallenblase entlang nach vorn und am ganzen vorderen Leberrand entlang bis zum rechten Lig. triangulare.

Daß diese ganze Platte etwa als vorderster Teil des Mesogastrium ventrale, also als Lig. hep.-entericum (Klaatsch), aufzufassen sei, erscheint ausgeschlossen, da vom vorderen Leberrand aufwärts der ganze rechte Leberlappen mit der Ober-

fläche gegen das Zwerchfell durch lockeres Bindegewebe und zahllose, etwas derbe Stränge verbunden ist, bis heran an das Lig. falciforme, so daß wohl ein abgeheilter peritonitischer Prozeß hier anzunehmen ist, der vielleicht das Netz sekundär an dem vorderen Leberrand fixiert hat. Gallenblase, Leber, Niere und Colon zeigten aber keinerlei pathologische Veränderungen, und die Platte selbst ist völlig netzartig, nicht sehr fest und gerade an der Gallenblase entlang exakt linear befestigt, so daß sie auch als besonders ausgedehntes accessorisches Leberligament gelten kann, als Lig. hepato-duodeno-colicum.

Das weitere Verhalten des Colon transversum und der linken Flexur ist auf der gegebenen Fig. p deutlich. Das Colon transversum verläuft der großen Kurvatur entsprechend, aber mit ihr von + bis + nicht verbunden. Von da ab besteht typisches Lig. gastrocolicum. Eine abermalige Schlingenbildung, ehe die linke Flexur erreicht wird, bewirkt auch links Parallellagerung freier Colonschenkel, die wieder flächenhaft gegeneinander befestigt sind, durch Vermittlung des Netzes. Auch diese Schlinge 4 läßt sich, wie die rechts gelegene, vom Colon descendens nicht abheben, aber ziemlich leicht abpräparieren. Die Milz-Magen-Verbindungen sind typisch, das Lig. phrenico-colicum als sehr breite derbe Verwachsung ausgebildet, Colon desc. breit an der Rückfläche befestigt, Colon sigm. o. B.

Entsprechend der Schlingenbildung in der rechten Flexurgegend ist auch die Verzweigungsweise der Art. mesent. sup. anders als in Fall I und II; ihr Gesamtverlauf und ihre Verzweigung am Dünndarm verhalten sich wie vorher: der Endast, Art. ileo-colica, rechts transversal gerichtet, die Dünndarmäste caudalwärts; dagegen besteht eine Art. colica dextra, die kurz vor Abgang der Ileocolica aus dem rechten kranialen Umfang der Art. mesent. sup. entspringt und mit mehreren Zweigen an die links gewendete, im Duodenumbogen eingeschlossene Schlinge 2 sich begibt, von hier aus einerseits mit der Ileocolica anastomosiert, entsprechend dem ersten transversalen Colonabschnitt, und andererseits mit dem linken Ast der Colica media, entsprechend der rechts gewendeten vor der Ileumeinmündung gelagerten dritten Colonschlinge. Die Colica media entspringt dem vorderen Umfang der Art. mes. sup. und teilt sich sogleich nach dem Austritt; der rechte Ast geht entlang dem Colon-transversum-Anfang, anastomosiert mit der Colica dextra im Bereich der rechts gewendeten Schlinge 3, deren distalen Schenkel der Colon-transversum-Anfang bildet, der linke ist Hauptast, er versorgt das ganze Transversum und anastomosiert mit dem ersten Ast der Colica sinistra im Bereich der linken Colonschlinge und der Fl. coli sin.

Der Arterientypus ist also ein anderer als in Fall I, da eine selbständige Art. colica dextra existiert. Ihr Versorgungsgebiet ist stets das Colon asc. So geht also sowohl aus dem Arterienverlauf, wie aus der Anordnung der Ligamente hervor, daß das Colon asc. hier in der rechts gelegenen Schlingenbildung enthalten ist, was ja fast selbstverständlich erscheinen muß: Wesentlich ist dabei das Lig. duodeno-colicum; dieses hat keine andere Beziehung zum Colon asc., als daß es die eine Schlinge überlagert, es ist angeheftet nur an den Beginn des Transversum. Mithin ist hier die normale Duodenum-Colon-Verbindung eingetreten, nämlich Pars sup. duodeni mit dem aboralen dritten Drittel des Colonschenkels, nicht wie in I und II mit seinem Anfang. Der Hochstand des Caecum ist hier von dieser Verbindung unabhängig entstanden, und ist daher nur auf die einzige Verbindung nicht zusammengehöriger Teile zurückzuführen, nämlich das Lig. colico-renal; dieses ist an sich typisch gebildet, aber hält den Dickdarm-anfang anstatt einer normalen Fl. hepat. gegen die Leberunterfläche und hintere Bauchwand fixiert. Die Fixation des Ileumendstückes ist ebenso wie in Fall I und II als sekundär aufzufassen. Merkmale einer unvollständigen Darmdrehung fehlen hier ebenso wie bei I und II.

## 8. Fötale Vorstufen des Caecumhochstandes.

Die drei hierhergehörigen Fälle von abnormer Caecumlage beim Foetus, die ich gelegentlich der embryologischen Untersuchungen fand, sind so klar in ihren Abweichungen vom normalen Verhalten, daß ich mich auf ganz kurze Darstellungen beschränken kann. Es handelt sich um einen 45 mm-Embryo, der seinem Entwicklungsstadium nach auf den Zeitpunkt unmittelbar nach Rechtswendung des Colonschenkels angesetzt werden muß, und zwei etwas ältere, bei denen die Umlegung des Colonschenkels bereits 2—4 Wochen zurückliegt. Besser als Beschreibung zeigt der Vergleich der Abbildungen der abnormen mit den beschriebenen normalen Foeten die fraglichen Verhältnisse; man vgl. Fig. 26, 27 und 28 mit den entsprechenden normalen 23, 24 und 25 und Textfigur *q* mit der entsprechenden Textfigur *h* oder Tafelfigur 29.

Embryo XII, 45 mm, Fig. 26.

Dünndarm von Fl. duod.-jejunalis bis Ileummündung entfernt. Magen, Duodenum, Netz zeigen nichts Auffallendes, nur ist die Duodenumschlinge ziemlich groß, das Duodenum dick, sein Umfang fällt besonders auf im Vergleich mit dem dünnen Colon. Dieses zeigt zwar in sich normale Abschnitte, ist aber offenbar im ganzen verkürzt: Die Ileocäcalregion liegt unmittelbar rechts vor Pars desc. duodeni, der Colonschenkel kreuzt sofort anschließend die Pars desc. und ist von der Kreuzungsstelle an bis zur Pylorusgegend ziemlich fest mit der Fl. duod. sup. verwachsen, die Verwachsung bildet die rechte Fortsetzung des großen Netzes. Eine deutliche Fl. coli media bezeichnet den Anschluß des oberen Colonscheitels an den vorderen unteren Umfang der Fl. duod. sup. und teilt das ganze quere Colonstück von Caecum bis Fl. lienalis etwa im Verhältnis 2 : 3. Das Querstück von Fl. media an ist der großen Kurvatur angelagert, hat die (bei Embryo III, Fig. 20) besprochene stumpfwinklige Knickung abwärts und geht dicht über und etwas links neben der Fl. duod.-jejunalis in die Fl. lienalis über. Diese liegt vor dem oberen Pol der linken Niere, hat ebenso, wie das Quercolon, keine Fixation am darüber gelegten Netz und umläuft genau den Übergang der Fl. duod.-jejunalis in den ersten Jejunumanfang. Colon desc. vertikal absteigend vor dem medialen Nierenrand, Fl. sigmoidea als einfache lateralwärts gerichtete Schlinge ausgebildet, Übergang in den Enddarm o. B.

Es bestehen folgende Verwachsungen: hintere Pankreasfläche mit der Rückwand verklebt, Duodenum selbst dagegen frei, nur Fl. duod.-jejunalis an das dahinter ausgespannte Mesocolon der Fl. lienalis fixiert. Kreuzungsstelle des Colon mit Duodenum fest verbunden bis zur Regio pylorica, von da ab frei, auch Fl. lienalis nicht mit Netz verwachsen. Colon desc. selbst frei, sein Mesenterium mit der Rückwand flächenhaft verklebt. Wurzel des Mesenterium commune geht quer über den Pankreaskopf, abwärts davon das ganze Dünndarmmesenterium frei.

Embryo XIII, 105 mm, Fig. 27 mit, 28 ohne Dünndarm.

Sehr ähnliche Verhältnisse wie bei dem vorigen. Caecum, Ileumeinmündung und Wurzel des Proc. vermif. liegen dicht lateral am Duodenum desc., vor der rechten Nierenhilusgegend; Leber-Nieren-Duodenum-Nische durch diese Teile ausgefüllt. Kreuzung des Colon mit Duodenum unmittelbar anschließend. Fl. coli media wie bei XII, dem Pankreaswinkel nahe benachbart, teilt das Quercolon von Caecum bis Fl. lienalis etwa im Verhältnis 1 : 2; Fl. lienalis hinter

dem Fundus des Magens erheblich lateral und oberhalb der Fl. duod.-jejunalis. Colon descendens auf der Vorderfläche der linken Niere vertikal absteigend, Fl. sigmoidea kaum angedeutet.

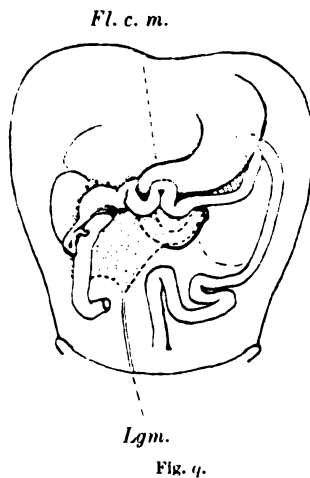
Verwachsungen: ganze Duodenumschlinge von Pars desc. an mit der Rückwand; Ileocäcalregion breit und innig verklebt mit der Leber-Nieren-Duodenum-Nische; Colonanfang bis Fl. coli media fest mit Fl. duod. sup. verbunden, dazwischen Netz; Colon transversum von Fl. media bis lienalis locker durch Netz an große Kurvatur geheftet, Fl. lienalis hinter dem Magenfundus mit der Umgebung verklebt. Colon desc. mitsamt seinem Mesenterium fest an der Rückwand fixiert. Eine Radix mesenterii besteht entlang dem unteren Duodenumrande, indem das Mesenterium commune mit der ganzen Vorderfläche von Pankreas und Duodenum fest flächenhaft verbunden ist, weiter abwärts ist das Mesenterium commune frei.

Embryo XIV, 12 cm, Textfig. q.

Er unterscheidet sich wesentlich von XII und XIII durch die Länge des ganzen Colon und ausgiebige Schlingenbildung des Colonschenkels.

Caecum mit Ileummündung liegt vor der rechten Nierenmitte; Colonanfang quer, schiebt eine kurze Schlinge hinter die Fl. duod. sup.; von da umkreist das Colon in engem Bogen den Umfang des Duodenum desc., quer dazu liegend, der Bogen etwas abwärts gerichtet; dann gewinnt es Anschluß an den Duodenumanfang mit scharfer, nach oben gerichteter Fl. coli media. Weiterhin, im wesentlichen der großen Kurvatur angeschlossen, zeigt das Colon in langem Verlauf noch mehrfache kleine Biegungen, aber sonst normales Verhalten; Fl. lienalis weit hinten oben, Colon desc. lateral um den Außenrand der linken Niere herum, Fl. sigmoidea gut ausgebildet.

Verwachsen sind: der ganze Colonanfang mitsamt Caecum, einem längeren aufsteigenden Ileumendstück und dem Proc. vermif. breit auf der Vorderfläche der rechten Niere, die Verwachsung greift noch etwas über unteren Nierenrand abwärts hinaus; das Caecum nach aufwärts mit einem deutlichen kleinen Lig. hepato-renalale laterale; die erste Colonschlinge in der Nische hinter Duodenum desc.-Anfang mit diesem und der Rückwand, nämlich der Niere und mit einem deutlichen Lig. hepato-cavo-renalale; ferner die ganze Schlinge, die das Duodenum desc. kreuzt und umgreift, mit diesem selbst und den benachbarten Colonstrecken; ferner die Fl. coli media fest am Duodenumanfang, mit ihren Schenkeln gegeneinander, und nach abwärts mit der Vorderfläche des Pankreaskopfes; die übrige Colonstrecke bis zur Fl. lienalis locker mit dem darüberhängenden Netz; die Fl. lienalis mit ihrer Umgebung; Colon desc. mit zugehörigem Mesenterium fest flächenhaft mit der gesamten Vorderfläche der linken Niere, das Colon selbst in der Rinne um ihren äußeren Rand; die Duodenumschlinge mit der Rückwand in ganzer Ausdehnung. Eine Verwachsungsfläche des Mesenterium commune mit der Vorderfläche der gesamten Duodenalschlinge und des Pankreaskopfes sowie lateral anschließend mit der rückwärtigen Bauchwand besteht in der punktiert gezeichneten Ausdehnung, nach unten spitz auslaufend in ein durch festeren Stränge im parietalen Peritoneum deutlich markiertes Lig. genito-mesentericum (Luschka).



## 9. Genese des Caecumhochstandes.

Der Beweis, daß die beschriebenen drei Foeten die Vorstufen der zwei verschiedenen Typen des Caecumhochstandes beim Erwachsenen darstellen, liegt auf der Hand; es sind die aus der morphologischen Analyse der Fälle I, II und III gefundenen Charakteristika der Varietät bereits vorhanden: Anschluß der Ileocäcalregion an das Duodenum desc., bei XII (45 mm) unmittelbar vor der Verwachsung, bei XIII und XIV nach bereits vollzogener inniger Verwachsung in der Leber-Nieren-Duodenum-Nische; ferner Kreuzung der Pars desc. bei XII und XIII durch den der Ileocäcalpartie unmittelbar folgenden Colonanfang — das entspricht dem ersten Typus der Fälle I und II; bei XIV dagegen Kreuzung der Pars desc. erst durch eine weiter aboral folgende Colonstrecke nach Schlingenbildung der Strecke zwischen Anfang und Fl. coli media — das entspricht dem zweiten Typus des Falls III; ferner bei XIV bereits vollzogene Anheftung des vertikalen Ileumendes an die Rückwand, dadurch Bildung einer Radix mesenterii in normaler Lage, aber als Verbindungslinie der Fl. duod.-jejunalis mit einer Ileumschlinge anstatt mit der Ileocäcalregion; ferner bei XIV Übergreifen der Caecumverwachsung nach aufwärts auf zwei deutliche Leberligamente, und zwar ein laterales Lig. hepato-renale und ein schon besonders gut ausgebildetes hepato-cavo-renale; und schließlich am ganzen Colon durchaus im Bereich der Norm liegende Längenverhältnisse der einzelnen Abschnitte zueinander.

Am weitesten geht also die Ähnlichkeit von Embryo XIV und dem Fall III; der einzige Unterschied liegt darin, daß bei dem Foetus (Fig. q) die erste überzählige Colonschlinge sich hinter das Duodenum einschiebt, zwischen dieses und die Rückwand, während bei dem Erwachsenen eine gleichgerichtete Schlinge (Fig. p, Schlinge 2) sich vor Duodenum desc., zwischen den Duodenumanfang mit dem Netz und das Mesocolon transversum hineindrängt. So ist auch die Deutung dieses zweiten Typus einfacher: Die Anfangspartie eines normal langen Colonschenkels, der an sich eigentlich bei der Umlegung weit über das Duodenum hinausreichen könnte, ist auf irgendeine Weise bei der Umlegung des Schenkels nach medial in die Leber-Nieren-Duodenum-Nische hineingedrängt worden, anstatt lateralwärts und tiefer an den unteren äußeren Rand der rechten Niere angelegt zu werden. In dieser Nische ist der ganze Ileocäcalkomplex alsbald besonders innig verwachsen, bei XIV unter zweimaligem Übergreifen der Verwachsung auch auf den hinteren unteren Leberrand, nämlich durch Vermittlung eines lateralen Lig. hepato-reno-colicum und eines medialen Lig. hepato-cavo-reno-colicum; bei Fall III ist entsprechend der erste quere Colonanfang mit der Leber durch ebenfalls ein Lig. hepato-cavo-colicum und außerdem ein Lig.

cysto-duodeno-colicum verbunden, welches dem Lebervorderrand entlang bis an die laterale Bauchwand reicht und so den Vorraum der Bursa retro-ventricularis zudeckt.

Beim Vergleich mit dem normalen Entwicklungsweg, wie er im vierten Abschnitt ausführlich besprochen und abgebildet wurde, ergibt sich, daß nur sekundäre Ursachen außerhalb des Darmes selbst diese Verlagerung der Ileocäcalregion hervorgerufen haben können. Es kommt nur in Frage die Form des rechten Leberlappens, speziell dessen hinteren Randes: Es ließ sich im vierten Abschnitt nachweisen, daß dessen Konfiguration entscheidend ist für die Art der Anlegung des rechten Colonschenkels, für Richtung und Lage des Ascendens und die Ausbildung einer Fl. coli dextra post. Wenn man sich in Textfig. 9 die Leber ergänzt, die den ganzen Raum neben und über dem Caecum ausfüllte, so kann man sich die Form des rechten Lappens während der Umliegung ungefähr vorstellen: Die Leber liegt mit einem wahrscheinlich tief herabreichenden Seitenstück zwischen Caecum und laterale Bauchwand zwischengeschoben, anstatt wie bei Fig. 23 einen gleichmäßigen Abfall nach der Seite hin zu bilden. Ursachen einer solchen ungewöhnlichen Konfiguration der Leberunterfläche und ihres hinteren Randes sind leicht vorstellbar, wenn man bedenkt, daß vorher hier Dünndarmschlingen lagen, die bei ihrem Wachstum wohl leicht einmal unregelmäßige Impressionen an der Unterfläche im erwähnten Sinne hervorgerufen können. Es sei erwähnt, daß man zuweilen bei jungen Embryonen den rechten Leberlappen mit einem vorderen Teil bis weit in die Nabelschnurhöhle hineinreichend findet, so daß hier das Darmknäuel von oben und rechts von der Leber umgriffen wird; wenn ein solches Leberstück bei der Aufnahme des Knäuels in die Bauchhöhle mitgenommen wird, kann es sehr wohl den Raum zwischen lateraler Bauchwand und Duodenum so verkleinern, daß beim Umliegen des Colonschenkels nach rechts dieser zu Schlingen zusammengestaucht und in die Duodenum-Nieren-Nische hineingedrängt wird; daß er hier dann besonders innig verwächst, ist eine Folge, aber nicht die Ursache dieser Lage, da sich, wie beschrieben, ausgedehnte Verwachsung ebenso in Frühstadien findet, die sicher zu normaler Lageentwicklung führen (s. vierter Abschnitt); wenn Caecum oder Colonanfang ein schon gebildetes Lig. hepato-renalre oder hepato-cavo-duodenale vorfinden, so muß natürlich die Verwachsung mit ihnen endgültig verhindern, daß das Caecum noch nachträglich seinen Weg nach abwärts findet, wie es ohne diese Verbindung vielleicht noch ein kleines Stück weit geschehen könnte: die Schlingenbildung in diesem Bereich wird infolge des weiteren Wachstums des Colon, das in seinen Endpunkten festliegt, allmählich zunehmen; das Colon wird trotz inniger Verwachsung der Schlingen miteinander nicht im Wachstum gehemmt.



Im ganzen ist also für diesen Typus eine gewissermaßen zufällige äußere Wirkung von seiten des rechten Leberlappens als Ursache verantwortlich zu machen, durch die das Caecum, unter Mitwirkung des Darmkonvoluts, in die Leber-Nieren-Duodenum-Nische gedrängt wird.

Für den ersten Typus, Fall I und II vom Erwachsenen, Embryo XII und XIII, muß eine ganz andere Entstehungsweise angenommen werden. Zunächst bedarf noch der Erklärung ein Unterschied in der Colonanordnung der foetalen und ausgebildeten Fälle. Bei Fall I und II ist gemeinsam ein tief herabhängender Colonbogen des Transversum, der schon ca. 10 cm vom Colonanfang entfernt beginnt und den Hauptteil des eigentlichen Colon ascendens mit enthält, bestimmbar aus der Arterienanordnung. Dadurch ist die Stelle der Fl. coli media weit vom Duodenum nach abwärts entfernt. Bei den Foeten dagegen findet sich beide Male die Fl. coli media in der regulären Lage, dicht über dem Pankreaswinkel an das Duodenum sup. angeschlossen. Trotzdem glaube ich, daß die foetalen Fälle XII und XIII die Vorstufe zu Fall I und II darstellen. Es ist nämlich nach den beschriebenen Vorgängen bei und vor der Rechtswendung des Colonschenkels kaum vorstellbar, daß die vom ganzen Schenkel von vornherein am besten fixierte Stelle der späteren Fl. coli media etwa schon vor der Rechtswendung vom Duodenum abgedrängt und caudalwärts verlagert werden könnte und daß trotzdem das Caecum nach oben in die Duodenalnische zu gelangen vermöchte. Viel eher kann man sich vorstellen, daß aus den Lageverhältnissen der Embryonen XII und XIII die Bilder des Falles I und II entstehen durch Wiederlösung der Fl. coli media vom Duodenum unter Einwirkung des von rechts nach links hin wirkenden Colonwachstums. Denn bei Embryo XIII ist die Verwachsung der Ileocäcalpartie mit Duodenum desc. und der ganzen Nische so innig und fest, daß an dieser Stelle eine Wiederlösung ganz undenkbar ist, zumal wenn auch das Ileumende erst anfängt, mit der Rückwand zu verwachsen; dann wird also beim weiteren Wachstum der Colonschenkel ständig nach medial hin wirken müssen. Es könnte immerhin zur Schlingenbildung kommen wie bei Fall III, aber, da der Colonschenkel (bei XIII) schon in ganzer Ausdehnung verwachsen ist und bis dahin ganz gestreckt blieb, sicher viel schwieriger. Außerdem ist die Fl. coli media stets an einer Stelle mit dem Duodenum verwachsen, wo noch wirkliche Netzbildungsstätte zwischen ihm und dem Pankreaskopf vorhanden ist, während die Kreuzungsstelle und Ileocäcalregion nur durch Netzfortsetzung oder gar Verschmelzung der eigenen Peritonealblätter mit der Umgebung sich fixieren; auch dieser Umstand erleichtert die Vorstellung, daß gerade die Stelle der Fl. coli media, die normalerweise beim Erwachsenen besonders fest und ligamentös verdichtet ist, sich hier sekundär wieder löst unter Proliferation von Netz und Mesocolon, die ihm dann jene lang ausgezogene Verbin-

dung nach oben liefern, wie sie sich bei Fall I und II findet. Die endgültige und ligamentartige Festigkeit des Lig. duod.-colicum entsteht, wie ich glaube, überhaupt erst nach der Geburt, wenn ein dauernder Zug von seiten der weniger fixierten Teile, Colon asc. und transversum einen funktionellen Bildungsreiz auf diese Colon-Duodenum-Verbindung ausübt; dieser fällt zum Teil fort, wenn die ganze Ileocäcalregion von Anfang an ihre eigene Fixation in gleicher Höhe mit der Fl. coli media gefunden hat, wie bei XIII.

So glaube ich, ist die Annahme nicht gezwungen, daß die Fl. coli media erst nachträglich, entsprechend dem Colonwachstum, sich wieder vom Duodenum entfernt unter gewaltiger Ausdehnung ihrer beiden Verbindungen, Lig. duodeno-colicum und Mesocolon transversum; dabei rückt der Colonanfang nach, so daß schließlich nur der unmittelbar auf die Ileocäcalregion folgende Abschnitt an der Pars sup. duodeni dicht angeschlossen bleibt. Mit dieser Annahme bereitet die Ableitung der Fälle I und II von Vorstufen wie XII und XIII keine Schwierigkeiten mehr. Es bleiben also nur noch die Ursachen nach der Entstehung dieser foetalen Formen XII und XIII selbst fraglich; sie sind gegeben in den Befunden.

Beide Foeten zeigen bei sonst normalen Colonabschnitten eine allgemeine Verkürzung des Colon, die sich nur erklären läßt mit der Annahme einer Wachstumshemmung des Colon; bei XIII vielleicht einer ungleichen, nämlich besonders seines Schenkels; denn hier ist die Fl. lienalis wenigstens an normale Stelle gerückt (in Fig. 28 verdeckt vom Magen), während bei XII auch diese ganz zurückgeblieben ist; dafür besteht aber auch bei XIII die ungewöhnliche, zu weit mediale Lage des Descendens und der Mangel einer Fl. sigmoidea, beides ebenfalls Momente, die auf Wachstumshemmung hinweisen. Die Hemmung betrifft lediglich das Colon, das in beiden Fällen auch in der Dicke relativ zurückgeblieben ist; bei XII kommt noch hinzu besondere Größe der Duodenalschlinge.

Es ist also folgendes geschehen: Die Darmdrehung ist normal verlaufen bis zur Linkswendung des Colonbogens durch die gegendrängende Fl. duod.-jejunalis: dann ist das jetzt einsetzende Wachstum des Colonbogens, welches sonst zur weiteren Links- und Aufwärtsschiebung der Fl. lienalis führt, relativ zurückgeblieben, so daß die Jejunumschlingen vor dem absteigenden Schenkel der Fl. lienalis vorbei nach links gelangten und so das Colon desc. nicht weit genug lateralwärts schoben. Bei XII ist auch die ganze Fl. lienalis selbst, bei XIII nur ihr abführender Schenkel zu weit medial geblieben. Bei der folgenden Rechtswendung des Colonschenkels war dieser noch zu kurz, um das Caecum bis an die laterale Bauchwand gelangen zu lassen, vielmehr traf bei der Umlegung des Schenkels die Ileocäcalpartie auf die Leber-Nieren-Nische neben dem Duodenum desc., wo sie bei XIII alsbald mit der Umgebung innig verwuchs.

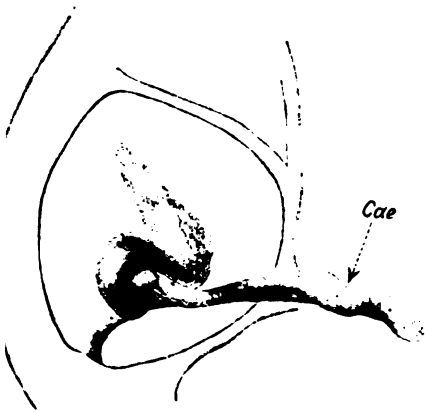


Fig. 1.

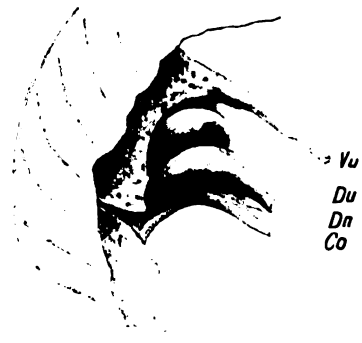


Fig. 4.

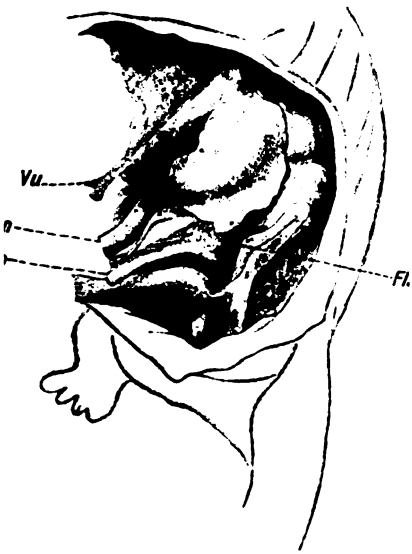


Fig. 2.

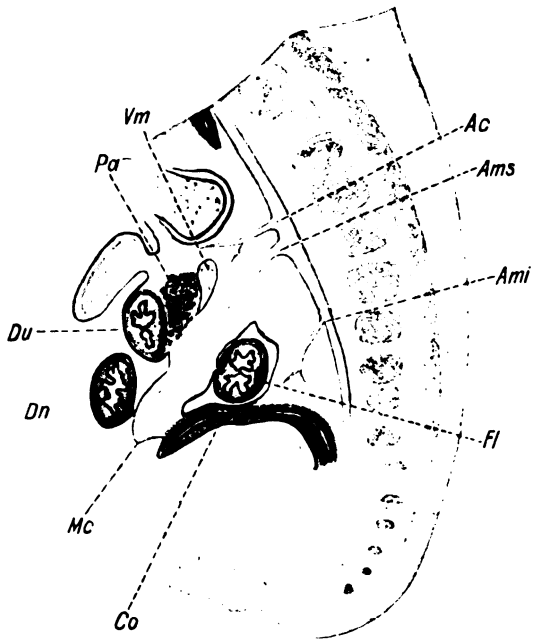
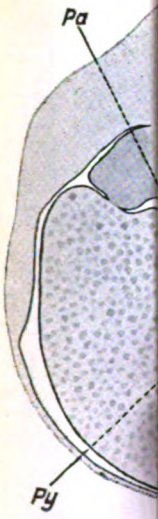


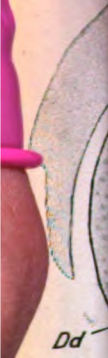
Fig. 5.







Z. f. a



Vogt, La







Fig. 18.



Fig. 19.

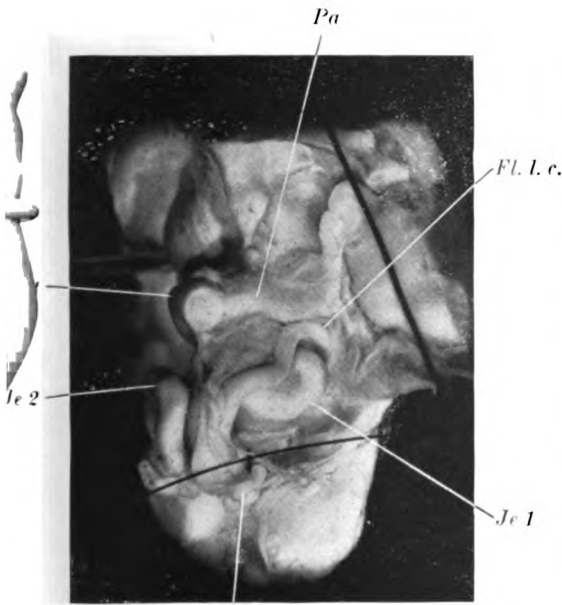


Fig. 20.

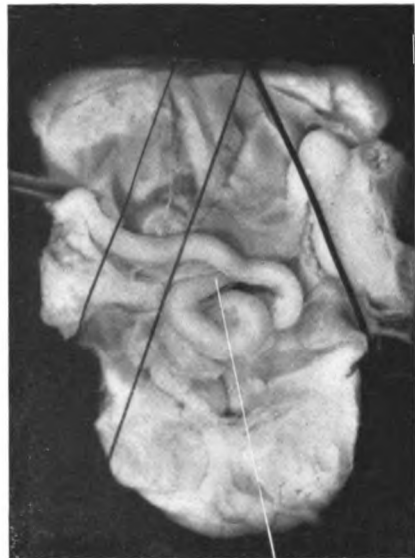


Fig. 21.



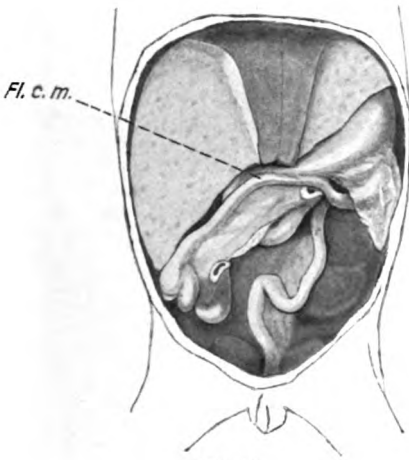


Fig. 23.

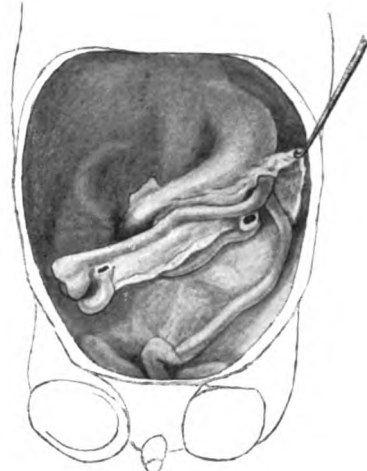


Fig. 24.

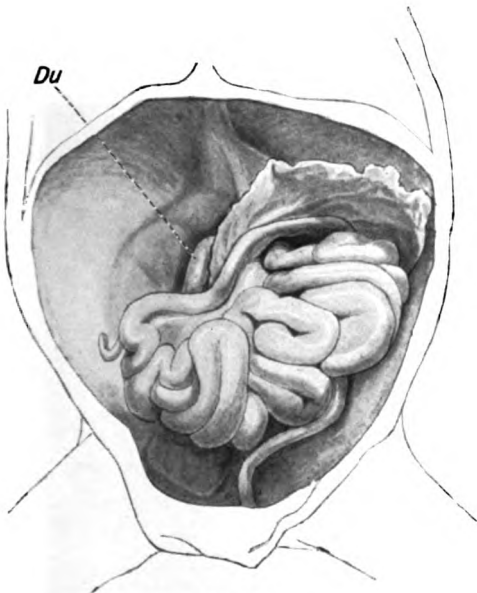


Fig. 25.



Fig. 26.





Fig. 22.



Fig. 29.



Fig. 27.



Fig. 28.





Fig. 30.



Fig. 31.





So liegt also eine Störung der Duodenum-Colon-Korrelationen vor, insofern als das Colon infolge von relativer Wachstumshemmung dem übrigen Darm nicht nachkam und infolgedessen an der normal großen (bei XII besonders umfangreichen) Duodenalschlinge mit einer falschen Stelle anlangte und verwuchs. Die Hemmung ist sicher nur zeitlich; die Fälle I und II vom Erwachsenen zeigen, daß späterhin sich ein Colon von reichlicher normaler Länge entwickelt. Das zu spät einsetzende Längenwachstum des Colon treibt dann (vielleicht erst nach der Geburt durch Mithilfe des einseitigen Zuges des Colon transversum) die anfangs normal eingetretene Verbindung der *Fl. coli media* mit dem Duodenumanfang sekundär weit auseinander, unter Ausdehnung des verbindenden Netzes und Mesocolon und unter Nachrücken des Colonanfanges.

Die Ursachen der Verspätung im Colonwachstum sind völlig dunkel.

Am Schluß des I. Teils war besonders versucht worden, zu erweisen, daß das Colonwachstum selbst aktiv an der normalen Lageentwicklung beteiligt ist. Hier erweist sich, wie notwendig ein zeitlich genaues Ineinandergreifen des Wachstums der einzelnen Darmabschnitte zur normalen Lageentwicklung erforderlich ist, und wie eine auch nur zeitliche Hemmung eines Teils durch Störung der Korrelationen zur Lageanomalie führt.

Die eingangs erwähnte Deutung der älteren Autoren, die den Caecumhochstand durchweg als Erhaltung eines embryonalen Zustandes durch vorzeitige Verwachsung bezeichneten, ist hinfällig mit der Tatsache, daß eine Rechtsschiebung des Colonanfanges über das Duodenum hinweg, welche das Caecum mit dem Duodenum in Berührung bringt, in der normalen Entwicklung nicht stattfindet.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafelfiguren:

- Fig. 1. Embryo I, 17 mm, von rechts; Zeichenapparat; Vergr. 8 : 1.  
 Fig. 2. Embryo II, 22 mm, von links vorn; Zeichenapparat; Vergr. 6 : 1.  
*Vu* = Vena umbilicalis. *Dn* = Dünndarmschenkel. *Co* = Colonschenkel der Nabelschleife. *Fl* = Vorwölbung des Mesenteriumdreiecks, welches den Colonbogen nach oben an den Gefäß-Pankreas-Stiel und nach hinten an die Wirbelsäule befestigt; es schimmert durch die *Fl. duod.-jejunalis*.  
 Fig. 3. (Taf. X.) Derselbe. Photogr. Vergr. 4 : 1. Magen mit Netz durch Haarschlinge emporgehoben; darunter erscheint Pankreas, das sich in den Gefäßstiel fortsetzt; über diesen herumlaufend Dünndarm, unter ihm Colonbogen; durch das Mesocolon schimmert die *Fl. duod.-jejunalis* hindurch (*Fl.*).  
 Fig. 4. Derselbe von rechts; Zeichenapparat; Vergr. 6 : 1. Parallelverlauf von Duodenum und Dünndarm (*Dn*); die *Fl. duod.-jejunalis* wird gegen das Mesocolon von rechts nach links gegengetrieben.

- Fig. 5. Derselbe; Medianschnitt; Zeichenapparat; Vergr. 8 : 1 (mit kleinen Ergänzungen aus Nachbarschnitten). *Ac* = Arteria coeliaca. *Ams* = Art. mesent. sup. *Ami* = Art. mesent. inf. *Vm* = Vena mesenterica. *Pa* = Pankreas. *Mc* = Mesentericum commune. *Du* = Duodenum. *Dn* = Dünndarm. *Co* = Colon. *Fl* = Flex. duod.-jejunalis.
- Fig. 6—11. Querschnitte von Embryo 12,4 mm, Strahl, 5. V. 1910 Marburg. Vergr. 17 : 1.
- Fig. 6. In Höhe des Pylorus. *Pa* = Pankreas. *Am* = Art. mesent. sup. und *Vom* = Vena omph.-mesent., bilden zusammen den Gefäß-Pankreas-Stiel, um den der Magen nach rechts hinten in das Duodenum superior umbiegt, die Arterie tritt in den Stiel ein.
- Fig. 7. In Höhe der Mündungen des Duct. choledochus (*Dch*) und Duct. pankreat. (*Dp*). Art. mesenterica superior im Stiel rechts hinter der Vene: Leberkeil zwischen Duodenum-sup.-desc.-Übergang und der Rückwand.
- Fig. 8. In Höhe der oberen Biegung der rückwärts gerichteten Duodenumkonvexität. *Dd* = Duodenum descendens ist ganz hinten an dem Gefäßstiel seitlich mit breiter Fläche angelagert.
- Fig. 9. In Höhe der Mitte der hinteren Duodenumkonvexität. Duodenum in der Nische zwischen Mesenterium des Colonbogens und Wolffschem Körper. Vena omph.-mesent. gabelt sich in Vena mesent. sup. (hinten links) und Vena vitellina (vorn rechts).
- Fig. 10. In Höhe des unteren Winkels der hinteren Duodenumkonvexität, des Überganges von Duodenum in Dünndarm. Dieser (*Dn*) liegt rechts vom Colonschenkel (*Co*), beide ziemlich in gleicher Höhe. *Mc* = Mesocolon, an welchem der Duodenum-Dünndarm-Übergang (*Fl*) rechts anlehnt.
- Fig. 11. In Höhe der beiden Flexuren. *Fl. du* = Flex. duod. umbilic. (unterer Scheitel). *Fl. c* = Flex. coli (hinterer oberer Scheitel des flachen primären Colonbogens).
- Fig. 12—15. Querschnitte von Embryo 36 mm (über die Rückenkrümmung gemessen), Penkert, 1. VII. 1910, Marburg. Vergr. 14 : 1.
- Fig. 12. In Höhe des Pylorus. *Am* = Arteria mesent. sup. beim Eintritt in den Gefäßstiel. Im Bilde rechts Magen, unten Leber. Leberkeil zwischen Duodenum sup. und V. cava inf.
- Fig. 13. In Höhe der Mündungen. *Dch* = Duct. choledochus hinten, *Dp* = Duct. pancreaticus vorn. Vom Duodenum ist der Übergang von Pars sup. in descendens getroffen, breitbasige Anheftung am Gefäßstiel durch Vermittlung des Pankreaskopfes, Art. und V. mesent. sup. trennen Pankreaskopf (im Stiel) und -körper (im Mesogastrium).
- Fig. 14. In Höhe der Mitte der Fl. duod.-jejunalis. Getroffen ist hinten der Duodenumschenkel der Flexur, der von hinten rechts nach vorn links hinter Gefäß-Pankreas-Stiel hindurch das dünne Mesenterium (des Colonbogens) stark nach links vorwölbt. Die dunklere Stelle im Mesenterium ist eine sehr kernreiche Partie, offenbar die Stelle der späteren Verwachsung mit der anliegenden Fl. duod.-jejunalis.
- Fig. 15. In Höhe des Dünndarmanfanges der Fl. duod.-jejunalis. Dünndarm biegt scharf nach rechts und vorn um; Colonschenkel liegt links dazu. sein hinterer Abschnitt mit dem Mesocolon ist etwas nach links gedrängt; vom Colon ist getroffen Schenkel und Anfang des Bogens.
- Fig. 16—18. Querschnitte von Embryo 44 mm, (über die Rückenkrümmung gemessen), Halle, 13. X. 1910, Marburg. Vergr. 14 : 1.

- Fig. 16. In Höhe der Mündung von Duct. pancreaticus. *M* = Magen (unterer Abschnitt). *Dd* = Duodenum descendens, breitbasig an Pankreas angelagert mit der Mündung des Duct. pankr. (vorn) und dem Duct. choled. (hinten), quergetroffen, oberhalb seiner Mündung. Leberkeil hinter Duodenum descendens.
- Fig. 17. In Höhe der Mitte von Fl. duod.-jejunalis. Diese ist mit Mesocolon sekundär verbunden und wölbt Mesocolon und Colon stark nach links vor. *Di* = Duodenum inf. *Dn* 1, 2, 3 = aufeinanderfolgende Teile des Dünndarms, Leberkeil zwischen Duod. inf. und Dünndarmschenkel (*Dn* 2).
- Fig. 18. In Höhe des unteren Scheitels der Pars. inf. duodeni. Colon durch Fl. duod.-jejunalis und Dünndarmanfang (*Dn* 1) stark nach links in die unteren Netzpartien hineingeschoben. Leberkeil zwischen Duodenum inf. und Dünndarmschenkel.
- Fig. 19. Embryo III, 33 mm (gemessen ist Nacken-Steiß-Länge = 25 mm). Übersicht von vorn. Magen steil, vom Duodenum nur Anfang und Pars sup. sichtbar; *Dn* = 2. Jejunumschlinge (Dünndarmschenkel der Nabelschleife) rechts neben Colon. *Caec* = Caecum mit Proc. vermif. *Vom* = Vena omph.-mesent. als Faden bis an das Duodenum verfolgbar, hier bildet sie die rechte Netzgrenze.
- Fig. 20. Derselbe von vorn links, etwas von oben. Magen vom Duodenum abgeschnitten und nach links geklappt. Es wird sichtbar *Pa* = Pankreas, darunter dünnes flaches Mesenteriumblatt, das zum Colon zieht und durch welches hindurchschimmert die Fl. duod.-jejunalis. Das Colon zeigt auf dem Wege vom Caecum zur Fl. lienalis (*Fl. l. c.*) zwei stumpfe Knicke, der erste an die Art. mesent. sup. angeschlossen = „Flex. coli media“, beide hervorgerufen durch die von hinten gegengeschobene Fl. duod.-jejunalis. Die erste Dünndarmschlinge (*Je* 1) liegt eingebettet in die Fl. lienalis.
- Fig. 21. Derselbe wie vorher, Nabelschleife nach rechts oben geklappt. Man sieht so den Dünndarmanfang aus der Fl. duod.-jejunalis (*Fl. dj*) unter dem Mesocolon hervorkommen.
- Fig. 22. Embryo IV, 37 mm (gemessen ist Nackensteißlänge 27 mm); Vergr. 3 : 1. Bauchhöhle und Nabelbruchhöhle von links geöffnet, in letzterer nur noch Proc. vermif. und letzte Ileumschlinge.
- Fig. 23. Embryo VII, 50 mm (nach Photogr.); Vergr. 3 : 1. Vordere Leberhälfte frontal weggeschnitten bis auf einen mittleren Teil. Dünndarm entfernt, nur erster Jejunumanfang und eine ganze Ileumschlinge sind erhalten. Diese liegt hinter Caecum zurückgebogen und trennt noch das Caecum von der Rückwand. Caecum rechts, weit vom Duodenum entfernt, erreicht den oberen Beckenrand. (Fl. lienalis und Colon descendens sind ungewöhnlich: Descendens liegt vor der linken Niere, läßt diese zum größten Teil frei; Fl. lienalis infolgedessen invertiert.) Steile Lage des Colonschenkels, Fl. coli media deutlich, am Duodenumanfang festgeheftet (Fl. c. m.).
- Fig. 24. Embryo VIII, 50 mm. Leber ganz entfernt, Netz hochgeklappt, sonst wie VII. Fl. lienalis und Colon desc. in der Normallage. Descendens läuft lateral um die linke Niere herum, sein Mesocolon bedeckt sie ganz. Rechts ist sichtbar rechte Niere und Nebenniere. Caecum in Höhe des unteren Nierenpols, von ihm getrennt durch die letzte Ileumschlinge. Flache Lage des Colonschenkels, Fl. coli media wie bei VII.

- Fig. 25. Embryo IX, 55 mm (gemessen ist 40 mm Nacken-Steiß-Länge). Nach Photogr.; Vergr. 3 : 1. Kreuzung von Duodenum und Colon tief, geknickte Lage des Colonschenkels, Ascendens quer. Caecum mit Proc. vermif. weit rechts vom Duodenum entfernt vor unterem Nierenpol, Ascendens frei.
- Fig. 26. Embryo XII, 45 mm; Vergr. 3 : 1. nach Photogr. Frühstadium von abnormem Caecumhochstand, Ileummündung vor Nierenmitte dicht am Duodenum desc. Fl. duod.-jejunalis in die Fl. lienalis eingelagert. Colonschenkel kurz, Colon zurückgeblieben. Fl. coli media in normaler Lage fixiert.
- Fig. 27—28. Embryo XIII, 105 mm (gemessen ist Nacken-Steiß-Länge 85 mm): natürliche Größe. Abnormer Caecumhochstand. Caecum mit Ileummündung in Duodenum-Nieren-Nische vor Nierenmitte innig verwachsen. Schenkel ganz kurz. In Fig. 28 Dünndarm entfernt: Colon auffallend klein, Fl. lienalis tief und zu weit medial. Descendens nicht weit genug außen, Fl. sigmoidea fehlt. Fl. coli media deutlich normal fixiert am Duodenum-anfang.
- Fig. 29. Embryo XI, 140 mm, natürliche Größe. Häufigster Typus der Lage von Caecum und Colon vom Zeitpunkt der völligen Anlegung an die Rückwand bis zur Geburt. Schrägverlauf des Colonschenkels, Caecum am unteren Nierenpol außen, wenig oberhalb Spina iliaca ( $\times$ ), Fl. coli media undeutlich, verstrichen, oberhalb der Austrittsstelle von Art. mesent. sup. am Duodenumanfang fixiert.
- Fig. 30. Caecumhochstand, Fall I. Übersicht von vorn. Leber nach oben, Colon etwas nach links gezogen.
- Fig. 31. Derselbe von rechts. Rechte Bauchwand und Brustwand entfernt; Caecum aufgeblasen und aus der Leber-Nieren-Nische caudalwärts gezogen, um das Lig. hepato-reno-colicum zu zeigen. Leber mit ihrer Facies renalis von der Niere aufwärts abgehoben.

## Textfiguren:

- Fig. *a—g*. Variationen des Colonschenkels nach der Rechtswendung bei 6 $\frac{1}{2}$ - bis 8 cm-Embryonen, 12. — 13. Woche. Gegend der rechten Lebernische von vorn, halbschematisch. Gezeichnet sind: Duodenum, Colon, rechte Niere und Nebenniere. Verwachsungsstelle des Colon mit der Rückfläche (Fl. duod. oder Niere) kurz schraffiert, Einknickung der Fl. coli dextra post. längsschraffiert. *a—c*: Schräglagen, *d—e*: tiefe und hohe Querlage, *f—g*: Abknickung des Colon asc. Länge der einzelnen Embryonen: *a* = 7 cm, *b* = 8 cm, *c* = 7.5 cm, *d* = 7 cm, *e* = 7.5 cm, *f* = 7.5 cm, *g* = 6.5 cm.
- Fig. *h* und *i*. Syntopie von Baueingeweiden, Becken und Wirbelsäule eines 10—12 cm langen Embryo mit typischer Colonlage (maßgerechte Zeichnung). Fig. *h*: Frontal-, Fig. *i*: rechte Seitenprojektion. Gezeichnet sind: Leber (in *h* Vorderrand punktiert, in *i* äußerer Umfang nur des rechten Lappens gezeichnet), Magen mit Duodenumanfang, Colon (schraffiert), rechte Niere und Nebenniere, Spinae il. ant. sup., resp. in *i* Crista il. und 12. Brust- bis 5. Lendenwirbel-Dornfortsatz.
- Fig. *k*. Embryo X, 8 cm (gemessen 5 $\frac{1}{2}$  cm Nacken-Steiß-Länge); Vergr. 2 : 1. Rechte Seitenansicht nach Wegnahme der rechten Bauchwand und des größten Teiles des rechten Leberlappens bis an das Lig. hepato-duodenale durch schrägen Longitudinalschnitt von lateral vorn nach medial hinten. Stellung von Duodenum sup. und rechtem Colonschenkel; FL coli

dextra post.: Pars sup. duod. mit darunter parallel angehefteter *Fl. coli dextra* in einer Transversalebene, miteinander verbunden durch rechte Netzfortsetzung (Duodenum desc. verdeckt durch Colon asc.); rechtwinkliger Knick des Colonschenkels in der Leber-Nieren-Duodenum-Nische = *Fl. coli dextra post.*; diese und Ascendens auf der unteren Nierenhälfte mit glattem Peritonealblatt angeheftet, welches in die Colon-Duodenum-Verbindung und rechte Netzfortsetzung übergeht; Caecum mit Proc. vermif. erreicht Spina il. ant. sup. (Frontales Halbschema desselben Embryo ist Fig. b.)

Fig. l—m: Caecumhochstand beim Erwachsenen, Fall I.

Fig. l. Übersicht nach Photographie. Letztes Ileumstück in der Fossa il. d. verwachsen; Caecum in der Lebernische, Colonanfang durch zwei accessorische Leberligamente aufwärts fixiert (hepato-reno-colicum lateral und cysto-duodeno-colicum medial = Fortsetzung des Lig. hepato-duodenale). Lig. gastro-colicum nur in der Pylorusregion ausgebildet.

Fig. m. Schema der mesenterialen Fixationslinien von Fall I. *Fc* = Fossa caecalis, von *Pc* = Plica caecalis und *Pic* = Plica ileocaecalis begrenzt, in ihrer Tiefe der Mesenteriolumansatz; kranialwärts die Leberverbindung *L. hrc* = Lig. hepato-reno-colicum; *L. dc* = Lig. duodeno-colicum (Duodenumansatz); *Mi* = Ileumanheftung; Radix mesenterii (punktiert) verbindet *Fl. duod.-jejunalis* und unteres Ende der Ileumanheftung; *Mtr* = Mesocolon-transversum-Ansatz.

Fig. n—o: Caecumhochstand beim Erwachsenen, Fall II.

Fig. n. Übersicht. Caecum vor der Niere, Ileummündung vor dem unteren Nierenpol fixiert.

Fig. o. Die Fixation des Caecum (abwärts gezogen) durch sekundäres Mesenterium auf der Nierenvorderfläche, des Colonanfangs am Duodenum sup. durch Lig. duodeno-colicum.

Fig. p. Caecumhochstand beim Erwachsenen, Fall III (1:5 maßgerecht). Schlingenbildung des Colonschenkels; 1, 2, 3 = aufeinanderfolgende Colonestrecken; Schlinge 2 zwischen Duodenumanfang und Pars desc. duodeni eingeschoben; Verwachsungen (schraffiert) der einzelnen Colonestrecken miteinander, der Ileocäcalregion mit der Rückwand, des Schlingenanfangs mit der Niere, des Colon-transversum-Anfangs (3) mit der Pylorusregion. Letztere ist die festeste Verbindung, reicht als Lig. duodeno-colicum von 3 bis +; von + bis ++ fehlt Lig. gastro-colicum infolge Offenbleibens des Netzbeutels.

Fig. q. Caecumhochstand bei Embryo XIV, 12 cm (natürliche Größe). Schlingenbildung des Colonschenkels. Verwachsung von Ileumende, Caecum, Proc. vermif. und Colonanfang schraffiert; Schlinge 1 zwischen Duodenum sup. und Rückwand eingeschoben; Schlinge 2 umkreist Duodenum desc.; Schlinge 3 = *Fl. coli media (Fl. c. m.)* am Duodenumanfang fixiert. Verwachsungsfläche des Mesenterium commune punktiert, nach unten spitz zulaufend in ein Lig. genito-mesentericum (*Lgm*).

### Literaturverzeichnis.

- Ancel et Cavaillon, L'évolution du Mésentère commun chez l'homme. Journal de l'Anat. et Physiol. 1907.  
— et Sencert, Morphologie du Péritoine. Les ligaments hépatiques accessoires chez l'homme. Journal de l'Anat. et Physiol. 1903.

- Begg, Al., The anomalous Persistence in Embryos of Parts of the Peri-intestinal Rings formed by the vitelline veins. *Americ. Journ. of Anat.* 13. 1912.
- Bennet u. Rolleston, Abnormal arrangement of the illeocaecal Portion of the intestine. *Journal of Anat. and Physiol.* 25. 1891.
- Böninghausen-Budberg, Frhr. v., Über den Dickdarm erwachsener Menschen und einiger Mammalien, welcher dem Dickdarm des 3. menschlichen Entwicklungsmonats ähnlich ist. *Med. Inaug. Diss. Dorpat* 1901.
- Brösike, Über intraabdominale (retroperitoneale) Hernien und Bauchfelltaschen nebst einer Darstellung der Entwicklung peritonealer Formationen. Berlin 1891. Fischers med. Buchhdlg.
- Broman, Über die Entwicklung der Mesenterien und Körperhöhlen bei den Wirbeltieren. *Ergebn. der Anat. und Entw.* 15. 1906.
- Anatomie des Bauchfelles (Peritoneum). *Handb. d. Anat. d. Menschen*, herausgeg. von v. Bardeleben, 6, Abt. 3, Teil 2. Jena 1914.
- Über das Schicksal der Vasa vitellina bei den Säugetieren. *Ergebn. d. Anat. und Entw.-Gesch.* 1914.
- Corning, Lehrbuch der topographischen Anatomie, 3. Aufl. Wiesbaden 1911.
- Descamps, Anomalie de la torsion intestinale. *Journ. de l'Anat. et Physiol.* 45. 1909.
- Endres, H., Anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über die formbildende Bedeutung des Blutgefäßapparates, unter besonderer Berücksichtigung der damit verbundenen mechanischen Einflüsse. I. Teil, Beitr. z. Entwicklungsgesch. u. Anatomie des Darmes, des Darmlinnes und der Bauchspeicheldrüse. *Archiv f. mikr. Anat.* 40. 1892.
- Fischer u. Eisler, Die Hernia mesenterico-parietalis dextra, Versuch einer kausalen Analyse der atypischen Lagerung des Darmes. *Anat. u. entw.-gesch., Monographien*, herausg. v. W. Roux. Leipzig 1911. Verlag v. W. Engelmann.
- Fredet, s. Poirier und Charpy.
- Frommer, Zur Kasuistik der Anomalien des Dickdarms. *Archiv f. klin. Chir.* 76, H. 1. 1902.
- Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen 1903.
- Gerota, Beiträge zur Kenntnis des Befestigungsapparates der Niere. *Archiv f. Anat. und Entwicklungsgesch.* 1895.
- Gysi, Varitäten des Colon pelvinum. *Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.*, 1914, H. 2/3.
- Haberer, H. v., Über Ausbleiben der Verlötung des Netzes mit dem Mesocolon transversum. *Archiv f. Anat. und Entwicklungsgesch.* 1912.
- Harms, Wilh., Über Lage und Gestalt des menschlichen Darmes und über Eingeweidebrüche. Ein krit. Versuch auf Grund von 58 Leichenöffnungen. *Arbeiten der Chirurgischen Universitätsklinik Dorpat*. Herausgeg. v. W. Koch, 4. H. Berlin 1900. Rothacker.
- Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen 2, 2. Aufl. 1873.
- u. Merkel, Lehrbuch der Anatomie, 4. Aufl. 1901.
- Helly, Zur Frage der primären Lagebeziehungen beider Pankreasanlagen des Menschen. *Archiv f. mikr. Anat.* 63. 1904.
- His, Anatomie menschlicher Embryonen. *Atlanten nebst Text*, III. 1885.
- Keibel u. Elze, Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte des Menschen. Jena 1908.
- u. Mall, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910.
- Klaatsch, Zur Morphologie der Mesenterialbildungen am Darmkanal der Wirbeltiere. *Morph. Jahrb.* 18. 1892.
- Zur Morphologie der Mesenterialbildungen. Entgegnung an H. Prof. Toldt. *Morph. Jahrb.* 20. 1893.

- Klaatsch, Über Persistenz des Lig. hepato-cavo-duodenale beim erwachsenen Menschen in Fällen von Hemmungsbildungen des Situs peritonei. *Morph. Jahrb.* **23**. 1895.
- Koch, W., Die angeboren ungewöhnlichen Lagen und Gestaltungen des menschlichen Darmes. *Arbeiten der Chirurgischen Universitätsklinik Dorpat*, III. H., 1900, V. H. Dorpat, 1903. Leipzig, Vogel.
- Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. II. Aufl. 1879.
- Kollmann, Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 2. Teil. Jena 1907.
- v. Lemësić u. Kolisko, Fälle von unvollständiger Drehung der Nabelschleife. *Anat. Hefte* **50**. 1914.
- Lewis, s. Keibel und Mall.
- Lockwood, *The british med. Journal* 1882.  
— The development of the great Omentum and transverse Mesocolon. *Journ. Anat. a. Physiol.* **18**. 1884.
- Luschka, Über peritoneale Umhüllung des Blinddarmes und über die Fossa ileocaecalis. *Virchows Archiv* **21**. 1861.  
— *Anatomie des Menschen* **2**, 1. Teil. Tübingen 1863.
- Mall, Über die Entwicklung des menschlichen Darmes und seiner Lage beim Erwachsenen. *Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.*, 1897, Suppl.-Bd.
- Mathes, P., Zur Morphologie der Mesenterialbildungen bei Amphibien. *Morph. Jahrb.* **23**, H. 2. 1895.
- Maurer, F., Die Entwicklung des Darmsystems. In Oskar Hertwig, *Handb. d. vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere* **2**, Teil I. 1902.
- Meckel, Bildungsgeschichte des Darmkanales der Säugetiere und namentlich des Menschen. *Deutsches Archiv f. d. Physiol.* **3**, H. 1. 1817.
- Mende, P., Ein entwicklungsgeschichtlich interessanter Fall von frühzeitiger Verwachsung der Mesocola mit dem parietalen Bauchfelle bei gleichzeitigem abnormen Verhalten des Netzes und der Leber. *Med. Inaug.-Diss.* Breslau 1887.
- Merkel, Fr., Menschliche Embryonen verschiedenen Alters auf Medianschnitten untersucht. *Abhandlg. d. K. Ges. d. Wissensch. Göttingen* **40**. 1894.  
— *Handbuch der topographischen Anatomie* **2**. Braunschweig 1899.
- Poirier u. Charpy, *Traité d'Anatomie humaine*. Tome IV. 1<sup>er</sup> fasc. Tube digestif; 3<sup>er</sup> fasc. Péritoine. Paris 1914.
- Reid, Douglas, Studies of the Intestine and Peritoneum in the Human Fetus. Part III. *Journ. of Anat. a. Physiol.* **46**. 1912.
- Reuter, Karl, Über die Entwicklung der Darmspirale bei *Alytes obstetricans*. *Merkel-Bonnet. Anat. Hefte*, Heft 42/43. 1900.  
— Über die Rückbildungerscheinungen am Darmkanale der Larve von *Alytes obstetricans*. I. Teil, Äußere Veränderung der Organe. *Ebenda*, Heft 45. 1900.
- Rauber - Kopsch, *Lehrbuch der Anatomie* 1914.
- Sawin, Variationen der Lage des Magens und Darmes in Abhängigkeit von Abweichungen in der Entwicklung in frühester Keimperiode. *Archiv f. klin. Chir.* **91**. 1910.
- Schiefferdecker, Beiträge zur Topographie des Darmes. *Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.*, 1886.
- Schmidt, Victor, Über eine seltene Entwicklungsstörung am Darm eines neugeborenen Kindes. *Anatomischer Anzeiger* **41**. 1912.
- Sobotta, *Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen*, II, 1904.

- Tandler, Über Mesenterialvarietäten. Vortrag. Wiener klin. Wochenschr. 1897, Nr. 9.
- Toldt, Bau und Wachstumsveränderungen der Gekröse des menschlichen Darmkanals. Denkschr. Kais. Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Klasse **41**. 1879.
- Die Darmgekröse und Netze im gesetzmäßigen und im gesetzwidrigen Zustand. Ebenda **56**. 1889.
- Über die maßgebenden Gesichtspunkte in der Anatomie des Bauchfelles und der Gekröse. Ebenda **60**. 1893.
- Bauchfell und Gekröse. Ergebn. d. Anat. und Entwicklungsgesch. **3**. 1894.
- Treitz, Hernia retroperitonealis. Ein Beitrag zur Geschichte innerer Hernien. Prag 1857.
- Waldeyer, Die Colonnischen, die Aa. colicae und die Arterienfelder der Bauchhöhle nebst Bemerkungen zur Topographie des Duodenum und Pankreas. Abh. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1900.
- Heterotopie des Colon pelvinum. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1910. Heft 5 und 6.
- Zander, R., Versuch der Erklärung eines Falles von seltener Lageabweichung des Colon desc. und des Colon sigm. beim erwachsenen Menschen aus der Entwicklungsgeschichte des Darmes. Merkel-Bonnet. Anat. Hefte, **54**. Heft 162, 1916.
- Zuckerkundl, Atlas der topographischen Anatomie des Menschen, III. Heft. 1901.



(Aus dem anatomischen Institut zu Marburg.)

## Die quere Oberschenkelfurche des Neugeborenen und ihre Entstehungsbedingungen.

Von

Prof. Dr. G. Wetzel.

Prosektor am Anatomischen Institut zu Breslau.

Mit 1 Textfigur.

In dem körperlichen Gesamtbilde des gesunden Säuglings bilden die Oberschenkelfurchen ein besonders augenfälliges Merkmal. Sie sind daher auch von treu beobachtenden bildenden Künstlern häufig dargestellt worden. Dagegen haben ihnen nur wenige ärztliche oder anatomische Schriftsteller die nötige Aufmerksamkeit geschenkt. Unter ihnen befinden sich in erster Linie Czerny und Keller, welche die Furchen in ihrem Buche „Des Kindes Ernährung“ in ihrer Bedeutung für den Ernährungszustand des Kindes gewürdigt haben<sup>1)</sup>. Czerny und Keller betonen noch besonders, daß die Bedeutung dieser Hautfalten und ihr Zustandekommen bisher weder studiert noch erklärt sei. Ferner hat Bade (1903) sie von einem besonderen Standpunkt aus berücksichtigt und Michael Cohn<sup>2)</sup> hat über sie eine eingehende Abhandlung veröffentlicht.

Die Oberschenkelfurchen finde ich nicht erwähnt in Kollmanns „Plastischer Anatomie für Künstler“, in Frorieps „Anatomie für Künstler, zweite Aufl.“ und in der plastischen Anatomie von Harless. In der 4. von Wiedersheim herausgegebenen Auflage der Gaupp-schen Bearbeitung von Duvals Grundriß der Anatomie für Künstler ist ohne besondere Erläuterungen die Tatsache verzeichnet, daß man sehr gewöhnlich bei jüngeren Kindern eine tiefe Querfurche in den dicken Wulst am inneren Oberschenkelumfang einschneiden sieht. Bei Toby Cohn in seinem Buche: „Methodische Palpation“, welches neben den

---

<sup>1)</sup> Ad. Czerny und Keller, Des Kindes Ernährung, Ernährungsstörungen und Ernährungstherapie. Leipzig-Wien.

<sup>2)</sup> Jahrb. f. Kinderheilk. 64. 1906.

tastbaren Gebilden die äußerlich sichtbaren zum besonderen Gegenstande hat, ist die Furche zwar auf zwei Abbildungen zu sehen, aber im Text findet sich nichts darüber. Bei Stratz (*Der Körper des Kindes*, 3. Aufl. 1909) ist die Furche erwähnt und auch auf ihre Entstehungsbedingungen kurz eingegangen (S. 178, 179). Endlich findet sie sich schon bei Langer „Anatomie der äußeren Körperformen“ erwähnt und mit einigen kurzen Worten in ihrem Zustandekommen berücksichtigt. Außer den angeführten Werken fand ich sie in keinem Lehr- oder Handbuche berücksichtigt.

Die Furchen werden am einfachsten zutreffend als Oberschenkel-furchen oder quere Oberschenkelfurchen des Säuglings bezeichnet. M. Cohn, der in der Überschrift ebenfalls diese Benennung wählt, zieht dann im Text die Bezeichnung als Adductions-falten (nicht Furchen) des Oberschenkels vor. Diese Benennung hat er offenbar von Bade übernommen, der wenigstens die größte der fraglichen Furchen als Adductions-falte bezeichnet. Die übrigen, bisher beachteten und benannten Furchen der Gegend, haben schon längst gute unterscheidende Namen erhalten, so die Leistenfurche, die Schenkelbeugefurche<sup>1)</sup>, der Sulcus genitofemoralis und die Glutaealfurche. Alle diese Furchen liegen überdies an den Grenzen des Oberschenkels, nur die Schenkelbeugefurche liegt ein klein wenig nach abwärts von der oberen Grenze der Vorderfläche des Oberschenkels. Es ist also keine Verwechslung möglich, wenn ich die einfache Bezeichnung als Oberschenkelfurche des Säug-

<sup>1)</sup> Michael Cohn spricht übrigens von einer „Falte resp. Faltengruppe, die auf der Vorderfläche des Oberschenkels dicht, d. h. etwa 1 Querfinger breit unterhalb der Inguinalbeuge, dem Poupartschen Bande parallel gelegen ist. Es handelt sich in der Regel um eine längere, hier und da wohl auch um zwei kürzere Falten. Diese Subinguinalfalte ist keineswegs konstant. Am häufigsten begegnet man ihr in den ersten Lebenswochen und -monaten. Sie verdankt vorwiegend der Flexions-, weniger der Adductionshaltung des Oberschenkels ihre Entstehung. Mit der Zunahme des Fettes und der häufigeren Übung der Extension pflegt sie meist frühzeitig zu verstreichen. Indessen kommt es gelegentlich vor, daß sie sich im Gegenteil auf der einen oder anderen Seite allmählich mehr und mehr vertieft und sich dann noch bis zum Ende des 1. Lebensjahres erhält. Später begegnet man ihr kaum je.“

Es war dem Autor nicht bekannt, daß seine Subinguinalfalte als eine regelmäßig vorkommende Falte, nämlich als Schenkelbeugungsfurche (Sulcus flexorius femoris, Waldeyer) bei den Anatomen längst bekannt und benannt ist. Die Schenkelbeugungsfurche zeigt sich nach Waldeyer bei wohlgenährten Kindern beider Geschlechter und beim Weibe, während sie beim Manne seltener ist. Sie geht von der Genitofemoralfurche aus, zieht aber dann nicht steil nach oben wie die Inguinalfurche, sondern mehr quer nach außen auf der vorderen Oberschenkelfläche dicht unterhalb der Inguinalfurche hin. Von dieser Furche ist bei Brücke (Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt, 1905), der gute Abbildungen der Furchen bringt, und nach Waldeyer auch bei Leboucq über den antiken Schnitt der Beckenlinie (Anat. Versammlung in Basel, 1895) die Rede.

lings beibehalte, zumal gegen die Benennung als Adductionsfurche auch sachliche Bedenken aus meiner Abhandlung sich ergeben.

Übrigens ist es eigentümlich, daß bei manchen Autoren die Benennungen Falte und Furche durcheinander gehen. Es wird z. B. von einer Falte (bei Bade und bei Cohn) gesprochen, wenn ganz offenbar die tief in den Oberschenkel einschneidende Furche gemeint ist. Von einer Falte spreche ich daher, wenn eine nach außen gedrängte Erhebung der Haut gemeint ist, von einer Furche, wenn die Haut gegen das Innere zu verlagert ist. Eine Falte geht in einen Wulst über, je

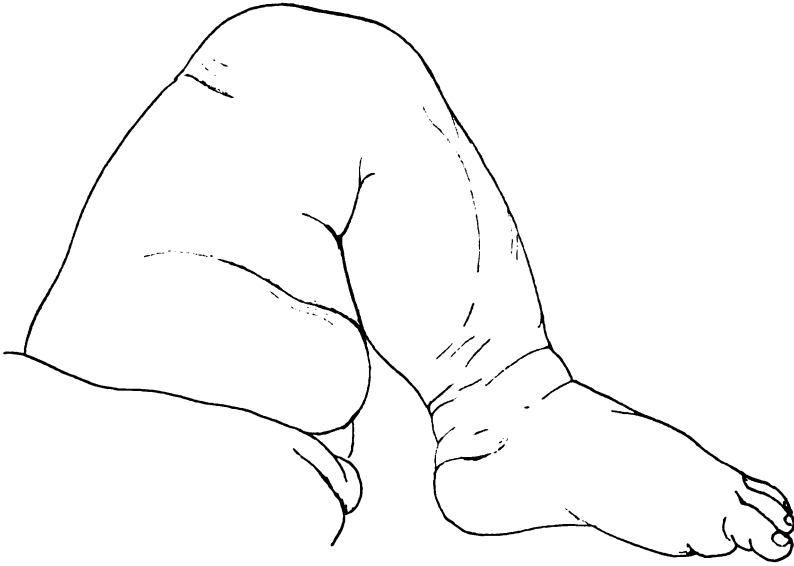


Fig. 1.

Die quere Oberschenkelfurche (Hauptfurche) am linken Schenkel der Leiche eines neugeborenen Mädchens.

mehr sie rundliche Form annimmt. Jederseits von einer Furche, und mit ihr gleichlaufend ist also eine Erhebung vorhanden, der wir, je nach ihrem Aussehen, den Namen einer Falte oder eines Wulstes beilegen können.

Ich gebe zunächst eine Darstellung der Lage und des Verlaufes der Oberschenkelfurchen und wülste. Die Furchen kommen in einer etwas verschiedenen Form und Verteilung vor. Am häufigsten trifft man folgendes Verhalten an: Oberhalb der Mitte der Innenseite verläuft eine fast quere oder etwas schräge Furche, die Hauptfurche, die außer der Innenseite einen Teil der Vorderseite und den größeren Teil der Beugeseite umgreift. Diese Furche ist gemeint, wenn kurzweg von

der Oberschenkelfurche gesprochen wird. Nach distal davon, dem oberen Grenzgebiete der Kniekehle entsprechend, findet sich eine kleinere Furche vor, die wir im Gegensatz zur ersten, der Hauptfurche, als Nebenfurche bezeichnen wollen. Da die Hauptfurche meist mehr oder weniger tief einschneidet, so kann man in dem unter der Haut gelagerten Fett einen oberen und einen unteren Fettwulst unterscheiden, der auf Schnitten senkrecht durch die Mitte der Furche besonders deutlich hervortritt. Hier läßt sich natürlich mit Recht die Bezeichnung Falte oder Wulst aufnehmen, und eine untere, nicht ganz so breite Fettfalte (= Fettwulst) unterscheiden. Die Nebenfurche begrenzt den unteren Fettwulst und bildet sich hauptsächlich durch die Beugstellung des Kniegelenkes aus, wodurch die Haut und die darunterliegenden Weichteile nach oben gedrängt werden. Wir können sie daher auch als die oberste Beugefurche des Knies betrachten und werden sie nur in zweiter Linie berücksichtigen. Die Richtung der Furche an der Hinterseite finde ich ziemlich genau quer, an der Vorderseite steigt sie dagegen nach außen hin mehr oder weniger schräg an. Sie kreuzt aber dabei stets die Richtung des Schneidermuskels in einem bedeutenden Winkel. Häufig sind die Furchen auf beiden Seiten symmetrisch, etwas seltener asymmetrisch gebildet. Die häufigsten Asymmetrien bestehen in einem verschiedenen Höhenstand der Falten auf beiden Seiten, seltener befindet sich auf einer Seite noch eine überzählige Furche, die auf der anderen Seite fehlt.

Naturgetreue Abbildungen der Furchen finden wir bei Malern und Bildhauern. Auf folgenden Bildern konnte ich sie zur Zeit der Abfassung dieser Arbeit nach Reproduktionen feststellen: Am Christuskinde bei Dirk Bouts (die Madonna und der heilige Lukas), bei Rubens am Amor auf dem Bilde Meleager und Atalante, ferner auf dem Früchtekranz (München, alte Pinakothek), bei Lucca della Robbia auf der Maria mit dem Kinde und zwei Engeln, sowie bei Rossellino „Anbetung der Hirten.“ Nach Gaupp (Duvals Grundriß usw., S. 298) zeigt die Statue des Knaben mit der Gans im vatikanischen Museum zu Rom die Furche.

Die Furchen treten schon vor der Geburt zu gleicher Zeit mit der stärkeren Fettablagerung im Körper des Foetus auf. Sie sind während der ganzen Säuglingszeit schön ausgebildet und werden (nach Angabe von M. Cohn) späterhin noch regelmäßig im 2. Jahr, bei einzelnen Kindern auch noch im 3. und selbst im 4. Lebensjahr mehr oder weniger deutlich erkennbar angetroffen. Bevor die Furchen verschwinden, sieht man sie nicht mehr einschneiden, sondern erkennt sie nur noch an dem Vorhandensein einer Bruchlinie in der Haut (z. B. sah ich sie als Bruchlinie an einem 1½-jährigen an Diphtherie verstorbenen, nicht abgegangenen Mädchen). Die Furchen und Falten sind um so ausgeprägter,

je stärker das Fettpolster des Kindes ist, und je länger es sich in der anfänglichen Stärke erhält, um so länger dauern sie an.

Ich lasse hier noch die Beschreibung der „Falten“ durch M. Cohn folgen, die mit meiner im wesentlichen übereinstimmt. „Auf der Höhe ihrer Ausbildung handelt es sich bei der in Rede stehenden, durch ihre Lokalisation an der Innenseite des Oberschenkels gekennzeichneten Faltenanlage nicht selten nur um eine einzige tiefe Falte (richtig „Furche“, Wetzels), die dann fast immer entweder genau in der Mitte oder doch nahe der Mitte des Femur ihren Sitz hat. In der größeren Zahl der Fälle hat man es mit zwei Falten (Furchen! W.) zu tun, einer oberen, längeren, stärker vertieften Hautfalte, die ziemlich weit auf die Streckseite, bis jenseits deren Mitte, übergreifen kann und einer unteren, kürzeren, flacheren, die sich vorwiegend nach der Flexorenseite fortzusetzen pflegt; erstere etwa zwischen oberem und mittlerem, letztere zwischen mittlerem und unterem Drittel des Oberschenkels gelegen. In einer frühen Periode begegnet man wohl auch drei und vier Falten, die gewöhnlich von oben nach unten an Stärke abzunehmen pflegen, und von denen späterhin die eine und andere zu einer Zeit verstreicht, da die übrigbleibenden sich noch kräftiger herausbilden. Man kann diese Falten (Furchen! W.) unter der Bezeichnung Adductorenfalten des Oberschenkels zusammenfassen, wobei man sich freilich dessen bewußt bleiben muß, daß hiermit nur in erster Reihe ihre Lage in der Adductorengegend gekennzeichnet ist.“

Die Furchen und die durch sie bedingten Falten sind nach Czerny und Keller als der Ausdruck eines normalen Ernährungszustandes des gesunden Säuglings anzusehen und insofern zur Beurteilung des körperlichen Zustandes von Bedeutung. Auf der anderen Seite können sie Ursache für Hauterkrankungen werden, die infolge der Anhäufung von abgestoßenen Epithelien und Hautsekreten in der Tiefe der Furchen sich bilden können.

Über die Lage der Furchen gibt Bade (Berliner klin. Wochenschr. 1903) an, daß, wenn wir den Oberschenkel des Neugeborenen von vorn betrachten, uns außer der Inguinalfalte zwei Hautfalten auffallen. „Die erste, die Adductorenfalte (soll heißen: Furche) liegt zwischen der Adductorenkulisse und dem Quadriceps cruris. Sie zieht von vorn oben außen nach unten hinten. Die zweite Falte liegt etwas tiefer, näher dem Kniegelenk zu und beginnt etwas mehr medianwärts. Sie ist nicht so scharf ausgeprägt wie die Adductorenfalte und wird, je älter das Kind wird, schwächer.“ Mit dieser Beschreibung kann ich mich für die Lage der von Bade Adductorenfalte genannten oberen Furche (der Hauptfurche) nicht einverstanden erklären. Sie liegt nicht zwischen der genannten Kulisse und dem Quadriceps, sondern kreuzt in der Regel die Adductoren, den Schneidermuskel und zum Teil auch noch den Quadriceps in beträchtlichem Winkel. Außerdem ist hier wieder die Bezeichnung Falten zu beanstanden, da offenbar nur die Furchen gemeint sind.

Wir kommen nun zu den Bedingungen des Zustandekommens der

Furchen. Hier sind zunächst zwei Vorbedingungen, die der Körper des Neugeborenen erfüllt, zu nennen. Das sind der Fettreichtum des Unterhautgewebes und die Proportionen des Neugeborenen.

Zunächst das Fett. Beim Neugeborenen und im Säuglingsalter ist das Fett (nach Froriep, *Anatomie für Künstler*, 2. Aufl. 1890, S. 22) „ausgeschlossen auf die Körperoberfläche beschränkt. Es greift nicht zwischen die Muskeln und andere Organe in die Tiefe, paßt sich nicht an diese an, sondern hüllt die Körperteile ein, wie eine gleichmäßige dicke Schale“. Hierzu möchte ich bemerken, daß sich auch im Inneren des Neugeborenen besondere Fettkörper finden, die typisch sind, z. B. unter der Pleura. Jedoch hoffe ich bei anderer Gelegenheit auf die Fettverteilung im Körper des Neugeborenen eingehen zu können. Für unseren gegenwärtigen Zweck ist die das Auffälligste bezeichnende Froriepsche Beschreibung der richtige Ausgangspunkt.

Daß mit dem Fettpolster auch die quere Oberschenkelfurche verschwindet, zeigt jedes stark abgemagerte Kind. Bei solchen tritt statt dieser eine ganze Anzahl anderer Furchen auf, die dicht beieinander liegen und dazu auch eine abweichende Richtung einschlagen. Diese Furchen und Falten ziehen sehr schräg (etwa in der Richtung des Schneidermuskels) von oben außen (Gegend des vorderen Darmbeinstachels) nach unten innen, wo sie an der Innenseite des Kniegelenkes und aufwärts davon an dem Innenrande des Oberschenkels endigen. Sie sind vortrefflich zu sehen bei Stratz, l. c. Fig. 159, an einem frühgeborenen Kinde. Die Zahl dieser Falten wechselt. Sie nehmen zu bei möglichst völliger Streckung im Hüftgelenk.

Cohn bemerkt folgendes: „Bei Kindern, die während des ersten Lebensjahres ungenügend zunehmen, sich nur langsam entwickeln, deren Entwicklung durch allerhand künstliche Störungen oder infolge Unterernährung gehemmt wird, wird eine charakteristische Ausbildung der Falten überhaupt ausbleiben. Wiederholt konnte bei Kindern, die etwa gegen Ende des ersten Jahres zwar normales Fettpolster und dem Alter entsprechendes Körpergewicht aufzuweisen hatten, die die Falten an ihren Oberschenkeln so gut wie ganz vermissen ließen, anamnestisch nachgewiesen werden, daß sie sich ursprünglich nur dürrig und mangelhaft entwickelten und erst in letzter Zeit stärker zugenommen und das Versäumte nachgeholt hatten“ (S. 858).

Ich habe noch eine andere Bemerkung zu einer Beobachtung an einem einen Monat alten Kinde mitzuteilen. Das Kind wies trotz seines erträglichen Fettpolsters keine Oberschenkelfalten auf. Das erklärte sich dadurch, daß es sich um eine Frühgeburt handelte, bei der die normale Fettentwicklung im 9. und 10. Monat vor der Geburt nicht eingetreten war. Man kann also gewiß auch umgekehrt das trotz vorhandenen Fettpolsters bemerkbare Fehlen der Falten in den ersten Säuglings-

monaten neben anderen Merkmalen als einen Hinweis darauf benutzen, daß man es mit einer Frühgeburt zu tun hat.

Wir betrachten nun als zweite allgemeine Vorbedingung für das Zustandekommen der Furchen einen wichtigen Unterschied in den Proportionen des Oberschenkels des Neugeborenen und des Erwachsenen, der geeignet ist das Auftreten der Furchen dem Verständnis näher zu bringen. Im Zusammenhange damit ist zugleich das allgemeine Zustandekommen von Falten und Furchen zu berücksichtigen.

In den Gelenkgegenden kommen stets Furchen und sie begrenzende Falten zustande, die durch die Bewegung der Glieder bedingt sind. Am Knie wird bei der Beugung die Haut an der Rückseite stärker zusammengeschoben, bei der Streckung an der Vorderseite. Die hier entstehenden Furchen verdanken zum Teil, wie allgemein feststeht (vgl. z. B. Froriep, Anatomie für Künstler, S. 20), ihre Entstehung dem Umstande, daß die Haut hier fester an den tieferen Teilen angeheftet ist und sich nur darüber und darunter wulstförmig erheben kann. Die Aufwulstung der Haut macht sich je nach den Besonderheiten einer Gegend noch bis zu einer größeren oder geringeren Entfernung von der Gelenkgegend bemerkbar, deren relative Ausdehnung zur Länge eines Gliedes wesentlich von dem Verhältnis der Dicke zur Länge des Gliedes abhängt, auf welchem sich der durch Verschiebung entstehende Wulst bildet. Bei zwei Gliedern von gleicher Länge, aber sehr verschiedener Dicke wird er an dem dickeren sich auf weitere relative Entfernung von dem Gelenk aus erstrecken.

Da ist es nun wichtig, daß das Verhältnis der Länge zur Breite des Oberschenkels beim Neugeborenen ganz anders ist als beim Erwachsenen. Der kurze, dicke Oberschenkel des Neugeborenen zeigt es ohne weiteres. Einige Messungen an Abbildungen mögen einen zahlenmäßigen Anhaltspunkt geben. An Lebenden konnte ich zur Zeit die Messungen leider nicht anstellen. Ein anderes Ergebnis ist dabei jedoch nicht zu erwarten. Lege ich die Länge der Innenseite des Oberschenkels zugrunde, an der der Hauptsitz der Furche ist und vergleiche sie mit der Breite des Schenkels entsprechend dem oberen Ende der Innenseite, so erhalte ich folgendes Ergebnis:

Am Oberschenkel des Neugeborenen findet sich nur ein geringer Unterschied zwischen Länge und Breite, die Länge kann die Breite ein wenig übertreffen, ebenso aber kann auch das Umgekehrte eintreten. Dagegen ist der Oberschenkel des erwachsenen Mannes etwa doppelt so lang wie breit. Das Schlankerwerden des Oberschenkels veranschaulicht auch sehr gut die Darstellung der Wachstumsproportionen bei Stratz Fig. 88. Ich stelle die ausgeführten Messungen hier zusammen:

1. Neugeborener Knabe, Czerny und Keller, Fig. 34. Rückan-

sicht: Länge 7, Breite 8 mm. Ebenda Fig. 36. Vorderansicht: Länge 8, Breite 7 mm. Ebenda Fig. 33 Rückansicht: Länge 6, Breite  $7\frac{1}{2}$  mm.

2. Erwachsene Männer. Joessel-Wald e y e r topographische chirur. Anatomie Bd. II, Fig. 79. 15jähriger Knabe, Rückansicht: Länge 28, Breite 14 mm. Cohn, Methodische Palpation, Taf. II, Fig. 33. Vorderansicht: Länge 33, Breite 18 mm. Frohse und Fränkel: Die Muskeln des menschlichen Beines (Handbuch von Bardeleben) Fig. 3, Rückansicht: Länge 63, Breite 33 mm. Ebenda Fig. 1 Vorderansicht, Länge 68, Breite 33 mm.

In der Rückansicht wurde von dem unteren Ende der Crena ani horizontal zur äußeren Grenze und nach abwärts bis zur Horizontalen durch die Beugefurche des Kniegelenks oder durch die Mitte der Kniekehle gemessen. In der Vorderansicht wurde von der Wurzel des Penis horizontal zur äußeren Grenze des Oberschenkels und abwärts bis zu der Horizontalen durch den unteren Rand der Kniescheibenerhebung gemessen.

Als Folge des Proportionsunterschiedes können sich Verschiebungen und Faltenbildungen der Haut, die ihren Ursprung in Zuständen oder Lageveränderungen am oberen oder unteren Ende des Oberschenkels haben, beim Kinde relativ viel weiter nach abwärts oder aufwärts am Oberschenkel erstrecken als beim Erwachsenen. Wenn also bei Beugung im Hüft- und im Kniegelenk eine Zusammenschiebung der Haut gleichzeitig von beiden Enden her stattfindet, so ist bei dem relativ kurzen Oberschenkel des Kindes leichter die Bildung einer queren Furche zwischen beiden Gelenkgegenden möglich als beim Erwachsenen. — Bei meinen Vorgängern finde ich die Bedeutung der Proportionen für die Faltenbildung am Oberschenkel nicht berücksichtigt.

Was die mediale Fläche des Oberschenkels weiterhin besonders kennzeichnet und für die Faltenbildung geeignet macht, ist außer der starken Fettansammlung, die dünne Beschaffenheit der Fascia lata. An der lateralen Seite ist die Fascia lata besonders stark ausgebildet und stellt hier zugleich die aponeurotische Sehne des *M. tensor fasciae latae* und der oberen Hälfte des *M. gluteus maximus* vor.

Merkel sagt über den Zustand der Fascie, sowie des Unterhautbindegewebes und des Fettgewebes am Oberschenkel (Handbuch der topograph. Anat. 1907, 3, 672) „Das Unterhautbindegewebe ist sehr geneigt, Fett aufzunehmen und man findet es demnach bei verschiedenem Ernährungszustande auch sehr verschieden mächtig; vorn ist es ziemlich regelmäßig lamellös gebaut, hinten erstreckt sich der areoläre Bau des Fettgewebes, wie ihn das Gesäß zeigt, noch auf den Oberschenkel fort. An der medialen Seite des Oberschenkels ist die



Fetteinlagerung reichlicher, als an der lateralen. Mit der unterliegenden Fascie ist das Subcutangewebe nicht eben fest verbunden, wodurch sich die große Verschieblichkeit der Haut des Oberschenkels erklärt. Eine Ausnahme macht nur die Furche zwischen Vastus lateralis und Flexoren. Dort ist die Haut an der unterliegenden Aponeurose fest angeheftet und beim Zirkelschnitt ist es nötig, beide hier künstlich voneinander zu trennen.“

Die Fascie „ist am stärksten an der vorderen und besonders an der lateralen Seite, schwächer hinten und sehr dünn am oberen Teil der Medialfläche . . . Seitlich in der Fascie fällt ein starker Streifen längsverlaufender Fasern auf, Tractus iliotibialis (Maissiatii), welcher sich vom Darmbeinkamm bis zu einem Höcker der Tibia über dem oberen Tibiofibulargelenk erstreckt“.

„An ihrer Außenseite ist die Fascia lata mit dem Subcutanfett an den meisten Stellen nur locker verbunden, doch ist der Zusammenhang an einigen Stellen, besonders da, wo die sogleich zu beschreibenden Septa intermuscularia abgehen, ein festerer.“

Solche Septen sind in starker Ausbildung nun über der Gegend der Adduktionsmuskulatur, also an der eigentlichen Innenseite des Oberschenkels, nicht vorhanden. Nur schwächere, wenn auch deutliche Septen setzen sich hier mit den Fascien des mittleren und unteren Endes des Sartorius und des Gracilis in Verbindung. Am Distalende des Oberschenkels hört die geschlossene Scheide des Musculus Sartorius auf, „er wird nur noch an seiner Vorderseite von der allgemeinen Fascia lata überzogen, an seiner Rückseite aber findet man lockeres, nur von einer zarten Bindegewebslamelle überzogenes Fett, welches mit dem die Kniekehle ausfüllenden zusammenhängt“. „Auch der Musculus gracilis ist, ähnlich wie Tensor fasciae und Sartorius, in ein geschlossenes Fach eingeschlossen, welches dadurch hergestellt wird, daß die deckende Fascia lata an seinen beiden Rändern mit der unter ihm hinziehenden Fascie der Adductoren verwächst. Proximal ist der Sartorius weit von ihm entfernt, distal nähert er sich ihm mehr und mehr, bis sie schließlich unmittelbar aneinanderliegen. Dort hat auch für ihn, wie für den Sartorius mit dem Ende des Muskelfleisches der Adductoren die hintere Wand der Scheide aufgehört und er liegt wie dieser auf lockerem Fett.“

Aus dieser Beschreibung ist so viel zu folgern: daß eine quere Faltenbildung oder Furchenbildung besonders über den starken Septa intermuscularia beiderseits von dem Quadriceps auf erhebliche Hindernisse stößt. Dagegen ist an der medialen Seite eine Abhebung und Aufwulstung der Haut wegen der etwas schwächeren Septen, besonders in dem obersten Teile möglich, wo nur die Scheide für den Gracilis und nur eine sehr lockere Fascie in Betracht kommt. Gelangen wir über den obersten

Teil der Innenseite nach abwärts, so treffen wir eine stärkere Befestigung an, da hier auch der jetzt an die mediale Seite gelangte Sartorius mit seinen Scheiden in Betracht kommt. Noch weiter distal hören dann die eigentlichen Scheiden der beiden Muskeln und damit auch die stärkere Befestigung der Haut auf.

Die auf der geringeren Fascien- und starken Fettbildung beruhende größere Prädisposition der gesamten medialen Seite des Oberschenkels gegenüber der lateralen in Hinsicht auf Falten- und Furchenbildung, hat Cohn richtig hervorgehoben, dabei aber, wie wir weiter unten sehen werden, die auch aus der Merckelschen Beschreibung bis zu einem gewissen Grade ableitbare Verschiedenheit der Hautbefestigung in verschiedenen Höhen der medialen Seite nicht bemerkt. Wir begnügen uns hier zunächst mit der Tatsache, daß gegenüber der Außenseite des Oberschenkels an der Innenseite die Möglichkeit der Fettansammlung, sowie der Furchen- und Faltenbildung bedeutender ist. Das gehört noch zu den Vorbedingungen der queren Oberschenkelfurche.

Alle Furchen und Falten des Körpers und somit auch die hier betrachteten, sind von der Haltung der Glieder abhängig. Von diesem Gesichtspunkt aus liegt es nahe, die Haltung, welche das Neugeborene vorher lange Zeit hindurch im Uterus eingenommen hat, zur Erklärung heranzuziehen. Das ist auch von M. Cohn geschehen, jedoch mit Begründungen, denen ich nicht überall beipflichten kann. Auf die Abweichung meiner Auffassung komme ich unten zurück und stelle zunächst mein Untersuchungsverfahren dar, das im Ausprobieren der Faltbarkeit der Haut bei verschiedener Haltung des Ober- und Unterschenkels an der Leiche und am Lebenden beruht.

Bei der Haltung im Uterus kommt sowohl die Bewegung im Hüftgelenk wie auch die im Kniegelenk in Frage. Ich untersuchte daher an Leichen Erwachsener, wie sich Spannung und Erschlaffung der Haut am Oberschenkel bei den verschiedenen Stellungen verhält, die in beiden Gelenken möglich sind.

In Streckstellung beider Gelenke ist die Haut an der Außenseite oben und unten straff, an der Vorderseite oben straff und unten über dem Knie in Falten gelegt oder leicht faltbar.

An der Hinterseite ist sie oben leicht faltbar, unten wenig faltbar oder straff, an der Innenseite ist sie oben und unten mäßig faltbar.

Wird nun bei gestrecktem Knie im Hüftgelenk gebeugt, so nimmt an der Außenseite die Faltbarkeit oben unter Bildung einer sichtbaren Furche bedeutend zu, unten wird die Haut wenig schlaffer. An der Vorderseite wird die Haut oben leicht faltbar unter Bildung einer sichtbaren Hautfurche, unten bleibt sie ohne Mühe faltbar. An der Hinterseite wird die Haut auch oben straff, an der Innenseite nimmt

die bestehende Faltbarkeit besonders oben meist etwas zu, eine Abnahme der Faltbarkeit läßt sich jedenfalls nicht feststellen.

Füge ich nun zu der Beugung im Hüftgelenk noch die Beugung im Kniegelenk hinzu, so strafft sich die Haut an der Außenseite wieder in der oberen Hälfte, wo die bei Hüftgelenkbeugung entstandene Falte verschwindet. An der Vorderseite wird sie oben und unten straff, die obere und die zweite auch unten über der Patella gebildete Falte verstreicht. An der Hinterseite wird die Haut oben etwas, unten bedeutend schlaffer, und zwar unten unter Faltenbildung. An der Innenseite nimmt die bei Hüftgelenkbeugung proximal eingetretene mäßige Erschlaffung bedeutend zu, unten entsteht sichtbare Faltenbildung als Fortsetzung der an der Hinterseite aufgetretenen Faltung.

Umstehende zwei Beobachtungsaufnahmen in Tabellenform dienen zur eingehenden Erläuterung. Im ganzen sind Versuche an vier teils mageren, teils im mittleren Ernährungszustand befindlichen Leichen ausgeführt worden, sowie Versuche an zwei Lebenden.

Die an der Leiche bei einzelnen Stellungen auftretenden Furchen und Einsenkungen der Haut beruhen in dem hohen Grade, in dem sie auftreten, darauf, daß bei Annäherung zweier Gliederteile die zwischen ihnen angespannte Muskulatur einsinkt. Beim Lebenden würde sie bei aktiver Annahme derselben Stellung in Zusammenziehung geraten und auch bei weiterer passiver Beibehaltung der Lage infolge ihres natürlichen Tonus nicht so stark einsinken wie an der Leiche, und die einsinkende Furche oder die Fältelung käme nicht so stark zustande. Die Entspannung der Haut zwischen den einander genäherten Teilen tritt aber sowohl am Lebenden wie an der Leiche auf. So ist das Einsinken der Haut oder wenigstens ihre Erschlaffung in der oberen Hälfte der Innenseite bei Beugung im Hüftgelenk darauf zurückzuführen, daß die Adductoren zum Teil auch kräftige Beuger sind und an der Leiche bei Beugung erschlaffen. Die starke Erschlaffung der Haut an der Innenseite bei Beugung in beiden Gelenken tritt deswegen besonders zutage, weil jetzt unter der Haut der *Musculus gracilis* besonders erschlafft. Das Einsinken der Haut proximal an der Außenseite bei Hüftgelenkbeugung führt sich besonders auf Erschlaffung des *Musc. tensor fasciae latae* zurück. Die bei den passiven Bewegungen an der Leiche auftretenden Falten bieten also ein in höherem Grade für den toten als für den lebenden Körper charakteristisches Bild. Diese Bemerkungen ergaben sich infolge der Versuche an der Leiche, beinträchtigen aber die Verwertung der Beobachtungen für den besonderen Zweck dieser Abhandlung nicht.

Das Ergebnis der Leichenversuche ist also folgendes: Bei Beugung in Hüft- und Kniegelenk wird an der Vorderseite und Außenseite die durch die eine Beugung erzeugte Erschlaffung durch Beugung in dem anderen Gelenke wiederaufgehoben, an der Rückseite gilt dies immer nur für die proximale Partie, während am Knie die Erschlaffung durch die Kniegelenkbeugung so stark ist, daß sie durch Beugung im Hüftgelenk nicht nennenswert beeinflußt wird. Nur an der Innenseite summiert sich die Erschlaffung in beiden Stellungen, wenn sie auch bei Hüft-

1. Mittelkräftige männliche Leiche  
(mittlerer Ernährungszustand),

	Streckung i. Hüftgelenk und Kniegelenk	Beugung im Hüftgelenk Streckung im Kniegelenk	Beugung im Hüftgelenk und Kniegelenk
Vorderseite	proximal straff, distal über dem Knie ohne Mühe faltbar	proximal leichte Faltbarkeit, sichtbare Hautfurche, distal sichtbare Falte über dem Knie	proximale und distale Falte verstrichen
Außenseite	proximal straff, distal straff	proximal Hautfurche vom Trochanter major zum Sartorius herüber (Tens. fasciae latae schlaff), distal wenig Veränderung, nicht faltbar	proximale Falten verschwinden
Hinterseite	proximal leicht faltbar, Knie fast straff	proximal straff, distal straff	proximal etwas schlaffer werdend, am Knie starke Erschlaffung
Innenseite	proximal mittlere Faltbarkeit, distal mäßige Faltbarkeit	Faltbarkeit nimmt etwas zu	proximal stärker erschläfft. Am Knie Erschlaffung, sichtbare Fältelung als Fortsetzung der Faltung an der Beugeseite

2. Männliche Leiche  
(guter Ernährungszustand).

Vorderseite	Faltenbildung geringt subinguinal gut, auch über dem Knie	Subinguinal schon bei Betrachtung sichtbar gefaltet	Die sichtbaren Falten verstreichen zum Teil, über dem Knie Faltung herabgemindert
Außenseite	oben wenig faltbar, auch neben dem Knie wenig	Faltbarkeit bedeutend erhöht, vor allem proximal in Trochanterhöhe, aber auch distal etwas	Faltbarkeit besonders am Knie, aber auch oben herabgesetzt
Hinterseite	Fältbarkeit oben mittel, unten schwach	Faltbarkeit fast aufgehoben, Haut oben und unten straff	Faltbarkeit am Knie stark erhöht
Innenseite	Faltbarkeit mittel	Fältelung erhöht, am meisten proximal	Faltbarkeit proximal etwas, distal stärker erhöht

beugung allein nur gering ist. Jedenfalls aber zeigt sich eine Bevorzugung der Innenseite für Erschlaffung und damit für Fettablagerung und Wulstbildung infolge der Beugungsstellung in beiden Gelenken. Die Innenseite des Oberschenkels ist daher, auch abgesehen von der Feinheit ihrer Fascie als diejenige Gegend am Oberschenkel zu bezeichnen, wo trotz verschiedener Beinhaltung, am ungestörtesten eine größere Fettablagerung erfolgen kann. Da Beugung in beiden Gelenken für die Haltung der Beine im Uterus charakteristisch ist, so ergibt sich diese Haltung als eine Begünstigung für die Bildung von Fettansammlung, wenn auch nicht ohne weiteres für die Bildung der queren Oberschenkel- furche des Säuglings. Diese Haltung begünstigt aber zugleich das Zustandekommen der Furche aus einem anderen, jedoch erst weiter unten angeführten Grunde.

Zunächst ist festzustellen, daß von M. Cohn die Haltung im Uterus in einer von mir ziemlich abweichenden Weise zur Erklärung herangezogen wird. M. Cohn spricht nämlich von einer intrauterinen und postembryonalen Adductionsstellung der Oberschenkel und legt besonders auf die Adduction für das Zustandekommen der Furche großen Wert. Er sagt: „Die Betrachtung der Oberschenkel Neugeborener läßt als wirksame Ursache für die Entstehung der typischen Oberschenkel- falten (Furchen W.) die eigenartige Haltung der unteren Extremitäten in utero erkennen. Diese Haltung besteht bekanntlich in einer starken spitzwinkeligen Flexion in Hüft- und Kniegelenk bei gleichzeitiger Adduction der Hüftgelenke; sie wird noch während der ersten Lebensmonate mehr oder weniger beibehalten“ usw. Zur Begründung der Bedeutung der Adduction wird dann noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Furche in Fällen, wo sie nicht stark entwickelt ist, durch Extension und Adduction sich hervorbringen läßt. Für die Bedeutung der Flexion im Knie- und Hüftgelenk als eine der Vorbedingungen trete ich ebenfalls ein und habe meine Begründung durch die Faltungsversuche am Lebenden und an der Leiche im obigen ausführlich dargelegt. Dagegen vermissem ich eine solche Begründung bei M. Cohn. Bei ihm tritt die Adduction in den Vordergrund. Daß bei starker Abduction die Furche verschwindet oder besser abgeflacht wird, ist richtig. Aber die Adductions- haltung erscheint mir von geringerer Wichtigkeit. Eine besonders starke Adductionsstellung scheint mit der Haltung im Uterus nämlich gar nicht verbunden zu sein. Eine unmittelbare Beobachtung steht mir freilich nicht zu Gebote; ich bin auf Abbildungen in Büchern angewiesen. Da zeigen z. B. in Bums Lehrbuch der Geburtshilfe die Figuren auf S. 119 und 159 keineswegs eine auffallende Adduction der Oberschenkel. Auch läßt sich eine starke Adduction mit der meistens gekreuzten Stellung der Unterschenkel nicht vereinigen. Man kann höchstens sagen, daß keine Abductionsstellung im Uterus vorhanden ist. Oder

auch so: Die Haltung der Oberschenkel im Uterus ist im Hinblick auf Ad- und Abduction höchstens als Normalstellung zu bezeichnen. Den Ausdruck „Normalstellung“ gebrauche ich im Sinne von Fick im Handbuch der Anat. und Mechanik der Gelenke Teil III, S. 462.

Noch weniger aber ist die Adductionstellung die normale Haltung beim Säugling. Der frei daliegende Säugling hält die Beine im Hüftgelenk und im Knie stärker oder schwächer stumpfwinklig gebeugt, dagegen die Oberschenkel in einem mittleren Grade abduziert. Hier bleiben trotzdem die queren Furchen bestehen, so daß ich also, was die Wirkung der Haltung angeht, die Hauptsache in der Beugstellung beider Gelenke sehe<sup>1)</sup>. Hiergegen kann die Tatsache, daß man durch stärkere Abduction die Furche zu teilweisen Verschwinden bringen kann, nichts beweisen. Auch beobachtet man selbst bei starker Abduction nicht das völlige Verstreichen der Furche. — Auch verträgt sich eine starke Adduction im Hüftgelenk nicht mit gleichzeitiger stärkster Beugung in demselben Gelenk. Wenigstens ist bei Erwachsenen in der Adductionsstellung des Oberschenkels keine so starke Hüftgelenkbeugung möglich, als bei mäßigerer Abduction. Führt man an der Leiche einen im Hüftgelenk in mäßiger Abduction möglichst spitzwinklig gebeugten Oberschenkel unter Beibehaltung der Beugung in Adduction über, so gelingt dies nur unter Überwindung eines merklichen Widerstandes und unter gleichzeitiger Vergrößerung des spitzen Beugungswinkels.

Das geht auch aus den Ergebnissen der Gelenkmechanik hervor. Fick bemerkt im Handbuch der Gelenkmechanik Teil III, S. 471 zu der Erläuterung einer Bahnkugelabbildung eines rechten Hüftgelenkes nach Strasser: Die ausgiebigste Hebungs-Senkungsbewegung war also nicht von der Normalstellung, sondern von einer etwas ‚abduzierten‘ Stellung aus möglich.“ Ebenso auf Seite 473: „Eine etwas größere Vor- und Rückhebung durch Drehung um die ‚quere‘ (medianolaterale) Hüftachse aus der Grundstellung kann man mit dem Bein ausführen, wenn es etwas abduziert ist . . .“ Es schließt also die größte mögliche, spitzwinkelige Beugung im Hüftgelenk nicht nur die gleichzeitige möglichst große Adduction, sondern auch den der Normalstellung entsprechenden Adductionsgrad aus.

Die Adduction ist also mehr negativ von Bedeutung, insofern als

---

<sup>1)</sup> Wer im Augenblick nicht in der Lage ist, sich von der geringen Wirkung der Abduction auf das Verstreichen der Querfalte gleich am Lebenden zu überzeugen, der findet in den Abbildungen zu Tobler, Über kongenitale Muskelatonie, Jahrbuch f. Kinderheilk. 66. 1907, zufällig ein gutes Beispiel. Fig. 3 zeigt ein krankes Kind auf dem Gesäß und beiden voneinander abduzierten, dem Boden anliegenden Oberschenkeln sitzend. Trotzdem ist die quere Falte an beiden Beinen deutlich zu sehen.

eine ausgesprochene Abduction, wenn sie im Uterus möglich wäre, der Ausprägung der Furche hinderlich sein würde, und die Bedeutung der Beugung in beiden Gelenken liegt in der Herbeiführung einer Erschlaffung der Haut an der medialen Seite.

Das Bein des Neugeborenen besitzt aber noch eine besondere Eigentümlichkeit, in Folge deren die Beugung im Knie als ein Moment erscheint, welches beim Neugeborenen die Haut an der hinteren und medialen Seite zu einer stärkeren Erschlaffung bringt, als es beim Erwachsenen oder beim älteren Kinde der Fall ist. Das ist die beim Foetus und beim Kinde in der ersten Lebenszeit bestehende Retroversion des Tibiakopfes. Die Erscheinung äußert sich im Bestehen eines weniger stumpfen Winkels zwischen den proximalen Teilen der Tibia und deren Hauptabschnitt.

Auf die Kniegelenkfläche der Tibia bezogen, besteht die Retroversion darin, daß diese Fläche beim Neugeborenen in einem stärkeren Winkel gegen die Längsrichtung des Tibiaschaftes nach abwärts und hinten geneigt ist als beim Erwachsenen. Die Retroversion verliert sich beim Europäer jenseits der Mitte des ersten Lebensjahres. Beim Erwachsenen bleibt nur noch ein geringer Neigungsgrad zurück. Infolge der Retroversion wird es möglich, daß bei einer gegebenen Beugungsstellung zwischen den im Kniegelenk sich berührenden Gelenkflächen des Femur und der Tibia, die Tibia und die Wade der ganzen Länge nach dem Oberschenkel mehr genähert ist, als es ohne die Retroversion sein könnte. Die Retroversion erlaubt also eine engere Anlagerung der Wade an die Beugeseite des Oberschenkels. Dadurch wird natürlich auch die Erschlaffung der Haut vermehrt. Diese größere Erschlaffung betrifft aber die ganze Beugeseite des Oberschenkels und die Innenseite.

Endlich kommt aber noch eine, für jedes Lebensalter geltende Besonderheit in der Topographie der Kniekehle hinzu, die es mit sich bringt, daß hier an der Grenze der Hinterfläche gegen die Innenfläche die Haut für einen ausgiebigeren Wechsel in der Dehnung eingerichtet ist, als an der Grenze der Hinterfläche gegen die Außenfläche. Die angedeutete topographische Verschiedenheit der medialen und der lateralen Wand der Kniekehle finde ich in den Werken, in denen ich nachgeschlagen habe, nicht erwähnt. Ich fand sie weder im Joessel-Waldeyer, noch im Merkel, um nur unsere größten und ausführlichsten Handbücher anzuführen. Ebenso finde ich sie nicht in dem die äußere Form speziell behandelnden Buche von Toby Cohn über „Methodische Palpation“ und auch nicht in dem speziell der unteren Extremität gewidmeten Band des v. Bardeleben'schen Handbuches von Fränkel und Frohse. Ich bin deshalb wohl berechtigt, näher darauf einzugehen. Der Ausgang der Kniekehle in der Beugelage ist nämlich nicht einfach

nach hinten, sondern nach hinten und außen gerichtet. Die laterale, durch den *Musculus biceps* gebildete Wand ist weniger hoch als die mediale, die durch den *Musculus semimembranosus* und *M. semitendinosus* gebildet wird. In Streckstellung, wo bekanntlich an Stelle der Kehle ein Wulst vorhanden ist, macht sich der obige Umstand nicht bemerkbar. Läßt man dagegen jemanden das Knie in einem rechten Winkel beugen und veranlaßt, während man die weitere Beugung hemmt, eine kräftige Anziehung der Beugemuskulatur, so ist von außen her die Kniekehleseite der medialen Wand in großer Ausdehnung sichtbar. Umgekehrt ist von der medialen Seite aus die laterale Wand nicht zu sehen.

Auch an mageren Leichen kann man bei passiver Beugung im Kniegelenk feststellen, daß die mediale Kniekehlewand tiefer steht als die laterale und von außen sichtbar ist. An der Leiche tritt auch noch ein Unterschied im Verhalten der Haut hervor. Sie liegt glatt um die Sehne des *M. biceps*, dagegen faltig und etwas herabhängend um die Sehne des medialen *M. semitendinosus*.

Auch an dem nur stumpfwinklig gebeugten Bein eines in Formalin eingelegten sechsmonatigen Embryo finde ich die mediale Wand der Kniekehle von der Außenseite her sichtbar, die laterale Wand dagegen von der Innenseite her verdeckt.

Der Unterschied beruht auf dem verschieden hohen Ansatz der lateralen und medialen Beugemuskeln. Der *Biceps femoris* (lateral) setzt sich am Wadenbeinköpfchen an, der *Semimembranosus*, noch mehr der *Semitendinosus* reicht mit seinem Fascienansatz weit an dem Schienbein abwärts, dem untersten Ausläufer der Rauigkeit des Schienbeins entsprechend, und noch darüber hinaus. Bei gestrecktem Bein ist natürlich von dem Unterschiede nicht so viel bemerken. Medial und lateral liegen die Muskeln dem Schenkel möglichst nahe an. Da aber in Beugstellung die medialen Muskeln sich weiter vom Femur abheben, so verlangt dies auch eine entsprechende ausgiebigere Verschieblichkeit der Haut. Die Muskelanordnung trägt also dazu bei, die Haut an der medialen Seite an der Grenze gegen die Hinterfläche für Faltungen geeigneter zu machen.

Die Faltbarkeit ist also auf Grund der Faltungsversuche und infolge der angeführten beiden anatomischen Eigentümlichkeiten, der Retroversion des Tibiakopfes und der Lage der Sehnen der medialen Beuger teils an der Innenseite, teils an der Beuge- und Innenseite besonders ausgeprägt.

Die Erschlaffung tritt in den Faltungsversuchen bei Beugung im Kniegelenk und Hüftgelenk besonders hervor. Die spitzwinkelige Beugung im Hüftgelenk wird aber noch in anderer Hinsicht von Bedeutung. Die *Regio hypogastrica* ist nämlich durch erhebliche Fettanhäufung



ausgezeichnet. Beim weiblichen Neugeborenen zeichnen sich auch die äußeren Geschlechtsteile selbst durch bedeutende Größe aus. So stößt also die Fetteinlagerung an der medialen Seite des Oberschenkels bei den starken Beugungen gegen die Fettmasse der Unterbauchgegend und wird von ihr nach abwärts gedrängt. Hierdurch kommt der obere Fettwulst zustande. An erkalteten kindlichen Leichen sieht man beim Strecken der Oberschenkel unmittelbar den Eindruck, den die Unterbauchgegend auf den Oberschenkel hervorgebracht hat. Auf Längsschnitten durch den Oberschenkel, die von medial nach lateral gelegt sind, sieht man auch sehr hübsch die Zuspitzung und Verschmälерung des oberen Fettwulstes nach dem Sulcus genitofemoralis zu.

Auch hier zeigt zufällig die eben angeführte Toblersche Arbeit eine Abbildung (Fig. 5), die uns zeigt, daß selbst bei senkrecht nebeneinander stehenden Beinen und aufgerichtetem Oberkörper noch die Unterbauchgegend und Genitalgegend sich gegen den oberen Fettwulst des Oberschenkels anlegt und ihn nach abwärts drängt. Es ist verständlich, daß diese Wirkung noch stärker hervortritt bei Beugung im Hüftgelenk.

Hier können wir nicht an der Äußerung Langers über die quere Furche des kindlichen Oberschenkels vorübergehen, die, in allgemeinerer Form gehalten, sich doch nahe mit dem zuletzt Gesagten berührt. Er schreibt: „An sehr fetten Kindern findet sich der Schenkel durch eine ziemlich tiefe, schräg gelegene Furche geteilt, als ob da die Haut zusammen geschoben wäre.“

Es findet natürlich nicht nur ein Herabschieben des Fettes und der Haut durch den Bauch infolge der spitzwinkligen Beugung im Hüftgelenk, sondern auch ein Heraufschieben infolge der Beugung im Kniegelenk statt. Hierdurch kommt die Nebenfurche zustande, die als eine obere Beugefurche der Kniegegend anzusehen ist.

Es ist nun noch zu fragen, warum die Haut sich nun gerade einmal (wenigstens in den meisten Fällen) und gerade an einer bestimmten Stelle einfurcht. Das Herabschieben des Fettwulstes bei Beugung im Hüftgelenk läßt eigentlich nur die Entstehung eines einzigen Wulstes an der Innenseite des Oberschenkels verständlich erscheinen. Hierauf ist zunächst zu antworten, daß bestimmte Lagebeziehungen der Furche zu den tiefer gelegenen Gebilden vorhanden sind. Man sieht nämlich bei Abpräparation der Haut mitsamt dem Fett bis auf die Muskelfascie, daß die Hautfurche einen deutlichen Eindruck an der unteren Hälfte des Adductor magnus hervorbringt. Die Lage der Hautfurche entspricht ungefähr dem Übergange des Adductor magnus in seine untere Sehne, die sich am Epicondylus medialis des Femur befestigt. Die Bildung der Furche steht also in den meisten Fällen in einer gewissen Beziehung zu der Form der Muskulatur, da sich etwa in dieser Gegend

die günstigste Möglichkeit zur tiefen Einschnürung der Haut bietet<sup>1)</sup>. Dies ist die einzige Stelle, an welcher die Kontraktionen der Muskeln nicht das Einschneiden einer Furche beeinträchtigen. Oberhalb dieser Stelle wird diese Wirkung von den Adductoren ausgeübt. Deshalb reicht der obere Fettwulst bis in diese Gegend. Der infolgedessen hier beginnende untere Fettwulst wird in seiner Ausdehnung nach abwärts durch die Beugstellung im Kniegelenk bedingt, welche ihrerseits die Nebenfurche erzeugt. Auch diese entspricht übrigens ungefähr einer bestimmten Stelle des Musculus gracilis, nämlich ungefähr dem Übergange des Muskelbauches in seine Sehne. Beide hier hervorgehobenen Lagebeziehungen sind bei den früheren Autoren nicht erwähnt; sie haben also an Stelle der von Bade der Hauptfalte irrtümlich angewiesenen Lage zwischen Adductoren und dem Quadriceps cruris zu treten (siehe oben).

Daß diese Lagebeziehungen das Auftreten einer Furche und ihr Auftreten gerade an dieser Stelle begünstigen, besser vielleicht gesagt, an dieser Stelle am wenigsten hindern, schließt aber keine absolute Gesetzmäßigkeit in sich. Es können, wie angegeben, auch gelegentlich mehrere Furchen auftreten und außerdem wechselt ihre Höhe in merklichem Grade. Die Lage der Furche an der Innenseite wird aber hierdurch bis zu einem gewissen Grade verständlich. Aus ihrer hier mehr queren Richtung geht sie nach vorn zu in eine mehr oder weniger schräg ansteigende über. Dieses Ansteigen erklärt sich, wenn ich auf die Faltbarkeit der Haut zurückgreife. Sie ist gerade bei gleichzeitiger Beugung im Knie und Hüftgelenk im oberen Teil des Oberschenkels besser ausgeprägt als im unteren, wo die Haut bei dieser Stellung ziemlich straff ist. Die Furche zieht sich also an der Vorderseite nach der verschieblicheren Gegend hin.

Übrigens läßt sich auch außen an der Haut einiges erkennen, was in ungefähre Beziehung zur Lage der queren Furche gebracht werden kann. Das ist die Richtung der Haarströme, wie man sie z. B. im Anat. Atlas von Toldt Fig. 1498, Bd. VI, dargestellt sieht. Die Richtung der Wollhaare ist hier im Bereiche des oberen Fettwulstes untereinander übereinstimmend und annähernd quer. An der Stelle, wo sich die quere Furche befinden müßte, gehen die Haare von hinten und von vornher in die Längsrichtung über.

Weniger genau als diese Übereinstimmung mit dem Wechsel in der Richtung der Haarströme erscheint die Beziehung zu der Richtung der Bindegewebszüge der Haut und den Spaltrichtungen in der Cutis.

---

<sup>1)</sup> Der innere Umriß des Oberschenkels des Erwachsenen läßt ja auch eine Einsenkung erkennen, welche auch durch das Aufhören der Hauptmuskelmasse der Adductoren bedingt ist.

Ich ziehe die Fig. 1496 im Toldtschen Atlas zur Vergleichung heran. Auch hier macht sich an der Innenseite eine Änderung der Spaltrichtung bemerkbar, die sowohl aus der Vorderansicht, wie aus der Hinteransicht zu ersehen ist. Allem Anschein nach liegt die Zone, in welcher die Änderung auftritt, weiter distal als die Stelle der Oberschenkel-furche des Neugeborenen.

Wenn ich also die Beziehung zu der Richtung der Bindegewebszüge der Haut noch unbestimmt lasse, so ist jedenfalls beachtenswert die gleichzeitig vorhandene Beziehung zu der Muskulatur, insofern oberhalb der Furche die mächtigste Ansammlung von Muskelbäuchen liegt, dann die Beziehung zur Fascie, welche in demselben Gebiete am zartesten ist und endlich zu den Haarströmen, welche innerhalb des Gebietes oberhalb der Furche untereinander übereinstimmen.

Abgesehen von diesen verschiedenen Lagebeziehungen der Furche ist eine zwingende Notwendigkeit der Entstehung der queren Furche gerade an einer einigermaßen bestimmten Stelle in den ganzen obigen Ausführungen nicht gegeben. Auch können diese Lagebeziehungen nicht als unbedingte Ursache angesehen werden.

Denken wir uns da angesammelte Fett von obenher herabgedrückt durch die Unterbauchgegend und die äußern Genitalien und zugleich infolge der Kniebeugung heraufgedrückt durch die Weichteile des Unterschenkels, so können wir wohl verstehen, daß eine Art Beugefurche durch das Zusammendrücken der Weichteile am unteren Ende des Oberschenkels entsteht. Zwischen dieser, der obigen Nebenfurche und dem oberen Ende des Oberschenkels, also der Genitofemoralfurche können wir uns eigentlich nur das Zustandekommen eines einzigen Fettwulstes vorstellen. Daher spricht auch Gaupp (Wiedersheim) im Grundriß der Anat. für Künstler davon, daß man bei jüngeren Kindern eine tiefe Querfurche „in den dicken Wulst am inneren Oberschenkelumfang“ einschneiden sieht (vgl. S. 209). Wie nun da dieses Einschneiden, also die auffallende quere Furche, hinzukommen muß, ist trotz aller obigen Ausführungen doch nicht ganz einzusehen.

Ich habe daher in Analogie zu den Beugefurchen an den meisten Gelenken, welche auf dem Vorhandensein von Retinacula cutis beruhen, nach solchen gesucht. Ich konnte aber präparatorisch keine darstellen. Jedoch schien es mir bei dem Abpräparieren der Haut, als ob sie sich beim stumpfen Zurückdrängen mit der Pinzette in der Gegend der Furche schwerer abtrennen ließ, als oberhalb davon.

Daß nun in der Gegend der Furche in der Tat eine festere Anheftung der Haut besteht, läßt sich durch direkten Versuch am Lebenden sicher feststellen. Hebt man hier, ganz oben nahe der Genitofemoralfurche beginnend, die Haut in Falten auf und setzt dies nach dem Knie zu fort, so ist es anfangs leicht, Falten aufzuheben, bald aber kommt eine

Zone, wo dies bedeutend schwerer wird und die Faltenerzeugung sich auch mit einem deutlichen Schmerzgefühl für den Untersuchten verbindet. Die Grenzzone ist nicht ganz scharf. Auch unterliegt sie wohl einem individuellen Wechsel. Die Falten lassen sich übrigens in etwas schräg nach außen oben ansteigender Richtung leichter aufheben als genau quer. Dies Gebiet stimmt zweifellos, wenn wir auf die oben angeführten Auseinandersetzungen von Merkel zurückgreifen, mit dem lockersten Gebiet der Fascie an der Innenseite überein, ebenso mit der Stelle, wo an Längssepten die Fascie nur die für den oberen Teil des Gracilis besitzt, während an der Grenzgegend unterhalb dieses Gebietes sich die Längssepten für den Gracilis und Sartorius vorfinden.

Die genauere Lage der Grenze bei der Feststellung der leichten Faltbarkeit befand sich bei einem 19jährigen Manne am rechten Bein, etwa 10 cm nach abwärts von der Genitofemoralfurche, während die Entfernung dieser Furche vom Epicondylus medialis 34 cm betrug. Für das linke Bein waren die entsprechenden Zahlen 12 und 32. Bei einem 11jährigen Knaben fanden sich die entsprechenden Entfernungen bei 13 und 28 cm. Bei einem Mann von 45 Jahren lag die Grenze bei 16 cm, während die Länge der Innenseite, wie oben gemessen, 35 cm betrug.

Was hieran noch unsicher bleibt und durch weitere Untersuchungen an einer großen Zahl von Personen festzustellen ist, ist die genaue Lage der Grenze. Anscheinend sind individuelle Schwankungen vorhanden. Das stimmt auch mit der gelegentlichen Variation der Hauptfurche in Höhe und Zahl. Auch Veränderungen in verschiedenen Lebensaltern sind nicht unwahrscheinlich. Bei weiblichen Personen schien es mir, als sei sogar der obere Fettwulst des Kindes noch wieder zu erkennen, wenn er auch nicht nach unten durch eine Furche begrenzt wird, sondern höchstens durch eine Einsenkung. Alle diese Einzelheiten müssen zunächst noch unentschieden bleiben.

Was aber sicher feststeht ist: daß die Bildung der queren Furche etwa die Gegend bezeichnet, an welcher eine festere Anheftung der Haut begonnen hat. Ebenso steht fest, daß sich hierauf in letzter Linie ihre Lokalisation zurückführt. Auch dieser Umstand ist bisher übersehen worden. In der kurzen Wiedergabe meines Vortrages über die Oberschenkelfalten in dem ärztlichen Verein in Marburg ist er auch noch nicht erwähnt, da auch für mich damals das Verhalten der Hautanheftung in verschiedener Höhe noch nicht genügend klargestellt war.

Auch auf die Nebenfurche können wir hier noch kurz eingehen. Es wurde oben als leicht verständlich angesehen, daß bei der Kniebeugung die Haut nach aufwärts geschoben wird und mit dem darunter gelegenen Fett zusammen einen Wulst bildet. Die konstante Lage, in welcher der Wulst mit der Nebenfurche endigt, wird mit dem Aufhören

der lockeren Fascien (s. oben S. 217) und dem Beginn der stärkeren Fascien und Muskelscheiden am Sartorius und gracilis in Zusammenhang zu bringen sein. Diese infolge der stärkeren Fascien weniger verschieblichen Hautteile begrenzen den Wulst. Innerhalb des Gebietes des Wulstes läßt sich an mageren Leichen (s. oben S. 224) auch die Faltigkeit der Haut auf der Sehne des Semitendinosus feststellen.

Von der Hauptfurche und der Nebenfurche kann man auch zusammenfassend sagen, daß die eine etwa die obere Grenze, die andere etwa die untere Grenze desjenigen Gebietes der Innenseite bezeichnet, in welchem eine stärkere Fascienbildung und eine geringere Faltbarkeit der Haut besteht. Dabei muß ich nochmals daran erinnern, daß die Lage aller in Betracht kommender Furchen nicht ganz konstant ist, und daß das Zusammenfallen zweier Furchen mit der oberen und der untern Grenze der geringeren Faltbarkeit nur in einzelnen Fällen annähernd genau genannt werden kann.

Zur Schlußübersicht gliedern wir uns die zahlreichen Bedingungen für das Zustandekommen der Falten, in solche, die in jedem Lebensalter vorhanden sind, und in die Gruppe derer, die nur der Neugeborene oder das Kind in der ersten Lebenszeit bieten.

Die erste Gruppe enthält folgende Bedingungen:

1. Die Zartheit und lockere Anheftung der Fascia im oberen Drittel der Innenseite des Oberschenkels.
2. Die leichte Aufhebbarkeit von Hautfalten in diesem Gebiet und die dann beginnende Erschwerung der Faltenbildung.
3. Das besondere Verhalten der Haut in ihrer Anspannung oder Erschlaffung bei gleichzeitiger Beugung im Hüft- und Kniegelenk.
4. Die größere Höhe der medialen Wand der Kniekehle, die stärkere Bewegungsbreite der Sehnen hierselbst und infolgedessen die größere Weite der Haut an dieser Stelle (kommt hauptsächlich für den distal von der unteren Falte sich bildenden Wulst in Frage).
5. Der übereinstimmende Verlauf der Haarströme im Gebiet oberhalb der Oberschenkelfurche.
6. Die stärkste Entwicklung der Muskelbäuche der Adductoren im Gebiet oberhalb der Oberschenkelfurche und ihr nicht seltenes ungefähres Zusammenfallen mit dem Übergang des Adductor magnus in seine untere Sehne.

Die nur für das frühe Kindesalter geltenden Bedingungen sind folgende:

1. Die Proportionen des kindlichen Oberschenkels, seine relative Kürze und Dicke und ebenso die absolut nur geringe Länge der in Betracht kommenden Hautstrecke.
2. Der große Fettreichtum.
3. Die starke Entwicklung der Unterbauchgegend, welche bei der Beugung im Hüftgelenk Haut und Fett der oberen Hälfte des Oberschenkels nach abwärts schiebt.

## 4. Die Retroversion der Tibia.

5. Die gleichzeitige Beugung im Hüftgelenk und Kniegelenk während des Aufenthaltes im Uterus. Sie hört zwar bei der Geburt auf, ist aber bei der Ausbildung der Furche schon im Uterus besonders im Zusammenhange mit 3 von Bedeutung. Eine eigentliche Adductionsstellung gibt es dabei nicht.

6. Die Prallheit der Haut oder, was dasselbe bedeutet, ihr starker Turgor, den sie infolge des jugendlichen Zustandes ihrer Gewebelemente besitzt und der noch durch das reichliche Fettgewebe verstärkt wird.

Auf diesen letzten und auf den ersten Punkt muß ich zum Schluß noch genauer eingehen.

Bei Erwachsenen soll es auch bei starker Fettablagerung nach M. Cohn niemals zur Entstehung solcher queren Furchen, ähnlich denen des Neugeborenen kommen. Mir selbst fehlt es hierin an Erfahrung. Ich will aber die Richtigkeit der Tatsache nicht in Zweifel ziehen. Die Ursache für das verschiedene Verhalten ist in der zweifellos geringeren Prallheit und dem geringeren Turgor der Gewebe des Erwachsenen zu suchen.

Überlegen wir uns, was geschehen wird, wenn wir eine Hautplatte von großer Prallheit und eine von schlaffem Zustande, bei beiden gleiche Längen vorausgesetzt, durch Zusammenschieben, also durch Annäherung beider Enden aneinander, zwingen, sich in Falten zu legen. Das steifere Stück wird nur erst eine Falte aufweisen, bei einem Grad der Zusammenschiebung, bei dem das schlaffere Stück einige Falten gebildet hat. Und wenn bei weiterem Zusammenschieben auf dem pralleren Stück einige Falten entstanden sind, so wird das schlaffere schon deren zahlreiche aufweisen. Dem Verhalten des ersten Stückes entspricht die Haut des Neugeborenen.

Kranke Neugeborene oder Säuglinge liefern uns den unmittelbaren Beweis der Richtigkeit unserer Überlegung. Wird nämlich die Haut durch Abnahme ihres Fettes und durch Verschwinden ihres gesunden Ernährungszustandes ihres normalen Turgors beraubt, so legt sie sich an derselben Seite des Oberschenkels, an der sich vorher nur die eine Furche gebildet hatte, in zahlreiche Falten und Furchen.

Der stärkeren Prallheit des Systemes Haut und Unterhautfettgewebe und seinem bedeutenderen Turgor ist noch, in gleicher Richtung wirkend, die abweichende Beschaffenheit des Fettes des Neugeborenen anzureihen. Nach den Untersuchungen von Langer, Knoepfelmacher, Müntz, Lebedeff, Kurbatoff, Raudnitz, Siegert, Jaeckl und Dobatowkin<sup>1)</sup> hat das Fett des Neugeborenen einen höheren Schmelz-

<sup>1)</sup> Alles zitiert nach Gundobin: Die Besonderheiten des Kindesalters. Übersetzung. Berlin 1912.

punkt als das des Erwachsenen. Es ist also weniger flüssig als das des Erwachsenen, wird somit auch im Gewebe diese Eigenschaft bewahren und für eine Bildung von kleinen zahlreichen Falten hinderlich, dagegen der Formung größerer, ausgedehnter Wülste förderlich sein. Jedenfalls unterstützt es die Prallheit der kindlichen Formen.

Auch die Bedeutung der geringeren absoluten Länge des Oberschenkels und damit auch seiner Innenseite können wir uns durch die Vorstellung eines ähnlichen Versuches klarmachen. Auf die Bedeutung der absolut geringeren Länge möchte ich deswegen hier noch besonders hinweisen, weil oben der Nachdruck nur auf die Proportionen gelegt worden ist. Beide Umstände wirken allerdings in einer ähnlichen Weise. Nehme ich zwei Hautstücke von gleicher Prallheit und sehr ungleicher Länge, das zweite etwa doppelt so lang als das erste, so wird bei einem gewissen Grade der Zusammenschiebung das erste sich in eine oder wenige Falten legen, während das zweite eine größere Anzahl bilden wird. Von den beiden gedachten Stücken entspricht das erste dem kindlichen Zustande.

Endlich ist das Verhalten der Haut des reifen Foetus oder Neugeborenen an der Innenseite und Beugeseite des Oberschenkels noch der Aufmerksamkeit wert, wenn wir es mit dem Verhalten der Muskeln des Oberschenkels und dem des Bertinischen Bandes vergleichen.

Alle drei Gebilde, die Haut, die Beugemuskeln des Oberschenkels, besonders der Iliopsoas, und das Bertinische Band werden durch die gebeugte Haltung des Oberschenkels im Hüftgelenk in derselben Weise beeinflußt. Sie würden, wenn ihre Länge der beim Erwachsenen entspräche, für die des Neugeborenen zu lang sein: Für den Iliopsoas und das Bertinische Band kommt nur die Hüftgelenksbeugung in Betracht, für die Haut dagegen noch die Beugung im Kniegelenk und die Retroversion des Tibiakopfes. Die Haut an der Innenseite und der Beugeseite wird also durch drei Umstände entspannt. Von diesen drei Umständen ist vielleicht gerade das am schwierigsten zu verstehen, warum die Beugung im Hüftgelenk auf die Haut der medialen Seite, die die Adductoren überdeckt, erschlaffend einwirkt. Die Faltungsversuche an der Leiche haben die Tatsache erwiesen (vgl. S. 221). Sie läßt sich aber auch durch Überlegung dem Verständnis näherbringen. Die Adductoren sind nämlich nicht allein Anzieher des Oberschenkels, sondern zugleich auch Beuger. Sie erschlaffen daher an der Leiche bei Beugung im Hüftgelenk und somit muß auch die Haut über ihnen bei dauernder Annahme dieser Bewegung am Lebenden sowohl wie an der Leiche erschlaffen.

Da sich nun die Haut bei der Haltung im Uterus an der Innenseite (und auch noch Beugeseite) in starke Falten legt, so ist sie also, kurz gesagt, für dies Haltung zu weit. Dagegen genügt ihre Weite der

gestreckten Haltung in beiden Gelenken. Die Streckung als dauernde Haltung tritt aber erst viel später ein. Die Haut wird also von vornherein so gebildet, wie es ihre spätere Beanspruchung erfordert, nicht aber in Anpassung an die augenblicklich vorhandene Lage der Glieder.

Da das Lig. iliofemorale so kurz ist, daß es eine volle Streckung nicht zuläßt und gleichzeitig die Beugemuskulatur ebenfalls in einem für Streckung zu kurzen Zustande sich befindet, dagegen der Beugstellung in ihrer Länge angepaßt ist, so fordert dies zu einer Überlegung der Gründe des so verschiedenen Verhaltens von Haut einerseits, Bändern und Muskeln andererseits auf; es scheint, daß die Haut durch ihre Weite schon einem noch gar nicht vorhandenen Zustande entsprechend gebildet ist, daß also eine Art von Zielstrebigkeit vorliegt. Wir gelangen auf ein Gebiet, auf dem verschiedene Forscher Theorien aufgestellt haben. Ich muß aber darauf verzichten, den Gegenstand in dieser Richtung weiter zu behandeln, da dies nicht mehr zu der eigentlichen Aufgabe, der Darlegung der Bedingungen für die quere Oberschenkelfalte des Neugeborenen gehört und beschränke mich auf den Hinweis, wie die Tatsachen sich verhalten.

Über das Variieren der Lage der Furchen werde ich mein bisher sehr geringes Beobachtungsmaterial an lebenden Säuglingen noch vergrößern und dann auch auf das anscheinend häufige Vorkommen von ähnlichen queren Furchen am Oberarm zu sprechen kommen. Auch die Nebenfurche bedarf noch einer genaueren Lagebestimmung auf Grund recht zahlreicher Beobachtungen.



Zur Umwandlung des menschlichen Rumpfes.

## Der breite Rückenmuskel der Primaten.

Von

Prof. Georg Ruge, Zürich.

### 1. Ursprungsgebiete.

Der *Musculus latissimus dorsi* gehört nach der segmentalen Nervenversorgung in das Gebiet des 6.—8. Hals-Neuromeren. Sein Ursprung liegt durchwegs weiter caudalwärts als die ursprüngliche Lage seiner Bausteine.

Die Verschiebung über den Rumpf in caudaler Richtung hat so hohe Grade angenommen, daß der Ursprung schließlich vom Schulterblatte bis zum Becken herab sich ausgedehnt und auf diesem weiten Gebiete sich fest angesiedelt hat. Er wird regelmäßig an den Dornfortsätzen derjenigen thorakalen Wirbel angetroffen, welche caudalwärts von der Schulterblattgegend liegen. Die Ursprungszacken greifen am Rücken auf die Lende über, erobern sich die Spitzenabschnitte unterer Rippen und die lateralen Flächen aufwärts sich anschließender Rippen- spangen und erwerben endlich Beziehungen zum Darmbeinkamme.

Da alle diese Ursprungsgebiete, nach der Metamerie des Körpers bemessen, dem Muskel ursprünglich fremd und von ihm erst erworben worden sind, so ist das morphologische Verhalten auf den Grad der Ursprünglichkeit in jedem Einzelfalle ohne weiteres leicht zu beurteilen; denn ein weiteres Ausgreifen der Ursprungszacken in caudaler Richtung ist jeweilig als fortschreitender Zustand aufzufassen. Ebenso verhält es sich mit der Verschiebung über die Rippen in kranialer Richtung. Je mehr untere Rippen Ausgangspunkte für den Muskel darbieten, um so differenter ist der vorliegende Fall.

Bezüglich der stammesgeschichtlichen Beziehungen liegen die Verhältnisse anders. Hier können morphologisch hochentwickelte Zustände für eine Gattung die Vorläufer von solchen sein, welche durch einen Rückbildungsvorgang wieder auf einen morphologisch indifferenten Grad zurückweichen. Die Beurteilung, ob für eine Gattung oder Art der festgestellte, regelrechte Befund einestammesgeschichtlich progressive oder regressive Erscheinung sei, kann großen Schwierigkeiten unterliegen und mit einiger Sicherheit nur durch Vergleichung mit dem Bau-

plane niederer, verwandter Formen getroffen werden. So ist z. B. die Tatsache der Ausdehnung des Ursprunges bis auf die 8. Rippe beim Menschen nicht aus sich heraus als eine für den letzteren fortschreitende Erscheinung ohne weiteres erklärbar, da sie auch einen Rückschlag auf einen phylogenetisch höheren Ausbildungsgrad bedeuten kann, welcher als Regel wieder aufgegeben worden ist.

Der *Latissimus dorsi* gilt mit Recht als geeignet, um stammesgeschichtliche Wandlungen in der Primatenreihe an einem Beispiele darzulegen. Um die Ergebnisse aber auf die Stellung der Menschenrassen zueinander in Anwendung zu bringen, bedarf es für alle Folgerungen aus ihnen noch derjenigen Vorsicht im Urteile, welche die Möglichkeit eigener Umbildungsvorgänge innerhalb des Menschengeschlechtes vorschreibt. Es wird eben auch hier erforderlichlich, die ursprüngliche, phylogenetische Anlage für eine jede Art erst genau festzustellen, bevor eine Rangordnung für alle Arten festgelegt werden kann.

In Anbetracht dieser Umstände müssen auch die folgenden Darstellungen einer erneuerten Kontrolle in Zukunft unterworfen werden, um allmählich zu einigermaßen gesicherten Anschauungen zu gelangen.

Mancherlei Erscheinungen, welche die Wandlungen im Ursprungsgebiete des *Latissimus dorsi* in der Primatengruppe begleiten, befinden sich in unmittelbarer Abhängigkeit von den Veränderungen am Rumpfe. Mit dem Verluste präsakraler Segmente und der Ausschaltung von aboralen Rippenpaaren stellt sich eine hochgradige, segmentale Verkümmernng bei höheren Primaten ein, welche die Ursprungsfelder am Brustkorbe und an der Lende beeinflußt und den Muskel in nachbarliche Beziehung zum Darmbeine, ihn außerdem mit weiter oralwärts gelegenen Rippen in Berührung bringt. Die Wechselbeziehungen zwischen Aufbau des Rumpfes und Ausdehnung des Muskelursprunges sind so innige, daß sie bei der Erörterung des letzteren nicht außer acht gelassen werden dürfen.

#### a) Ursprung an den Dornfortsätzen thoraco-lumbaler Wirbel.

Die Ausdehnung des Muskelursprunges über die thoraco-lumbale Rückengegend ist für einige Prosimier und eine größere Anzahl von Simiern festgestellt, tabellarisch sowie in schematischen Bildern erläutert worden (Schück 1913, S. 284, Bild 11—20). Als erster Entwurf gibt die Zusammenstellung noch keine Übersicht über die wahrscheinlich herrschenden größeren Schwankungen; sie wird aber mit eingefügten Ergänzungen eine Handhabe für mancherlei Beurteilungen.

Ansehnliche Schwankungen in der caudalen Ausdehnung befinden sich in Abhängigkeit vom Aufbau des Rumpfes aus der Anzahl thorakaler und lumbaler Folgestücke. Da dieselben im großen ganzen bei

den höheren Primaten sich vermindern, so ragt der Muskel bei letzteren nur über eine geringere Zahl von Segmenten caudalwärts herab als bei niederen Abteilungen. Damit hängt auch die Ausbildung einer Pars iliaca bei den Anthropomorphen mit der kleinsten Zahl thoraco-lumbaler Wirbel zusammen.

Die offenkundige Wechselbeziehung zwischen beiden Erscheinungen steht unter der Führung der zahlenmäßigen Segmentation des Rumpfes. Die Befunde am Muskel sind nur Symptome derselben; sie haben von sich aus, soweit es sich erkennen läßt, keinen gestaltenden Einfluß auf den Rumpf und sind morphologisch insofern minderwertig.

In gleicher Weise scheint auch die schwankende Ausdehnung des Ursprungs längs der Wirbeldornen in kranialer Richtung in sehr unmittelbare Abhängigkeit von dominirenden, anderen Organisationszuständen gesetzt zu sein. Letztere wären noch genauer festzustellen. Zu ihnen gehört aber ohne Frage die Höhenlage des Schultergürtels, des Schultergelenkes und im besonderen der Ansatzstelle des Muskels am Oberarmknochen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei auch der Ausbildung des unteren Winkels des Schulterblattes zu. Diese Momente beeinflussen die Höhenlage der nahezu quer gerichteten, kranialen Bündellagen des *Latissimus dorsi*.

Als Schwankungen kranialer Ausdehnung, nach den Dornfortsätzen thorakaler Wirbel bemessen, sind für Prosimier und Simier etwa folgende maßgebend:

	Wirbel, bis zu welchen der Ursprung oralwärts heranreicht				
	2.	6.	8.	9.	11.
<b>Halbaffen<sup>1)</sup></b> . . . . .		6.	8.		
<b>Platyrrhina</b> . . . . .		6.	7.	9.	
<b>Catarrhina</b> . . . . .					
<b>Papio</b> . . . . .	5.		7.	8.	
<b>Macacus</b> (nach Leche, Schüek) .		6.	7.	8.	
<b>Cercocebus</b> . . . . .	5.				
<b>Cercopithecus</b> . . . . .		6.	7.	8.	
<b>Semnopithecus nasicus</b> (Kohlbrügge)				8.	
<b>Semnopithecus maurus</b> (Schüek. Kohlbrügge) . . . . .	5.			8.	
<b>Colobus guereza</b> (Polak) . . . . .					10.
<b>Hylobates leuciscus<sup>2)</sup></b> . . . . .				8.	
<b>Hylobates agilis, syndactylus</b> (Kohl- brügge, Schüek) . . . . .				8.	9. 10.
<b>Orang</b> (Hepburn 1892, S. 51; Schüek)					9. 10.
<b>Gorilla</b> (Hepburn, Sommer 1906. S. 5; Pira 1913, S. 315) . . . .					9. 10. 11.
<b>Schimpanse</b> . . . . .					9. 10.

<sup>1)</sup> Der Muskel reicht bei *Chiromys* bis zum 2. thorakalen Wirbel im Ursprunge hinauf, was Zuckerkandl (1899, S. 26) angibt.

<sup>2)</sup> Kohlbrügge 1890, S. 227.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß der weit oralwärts ausgedehnte Ursprung der ursprüngliche Zustand ist.

Der 5. thorakale Wirbel bezeichnet bei *Papio babuin*, *Cercocebus* und *Semnopithecus* die äußerste Grenze,

der 6. Wirbel bei *Lemur*, *Cebus apella*, *Cercopithecus sabaeus* und *patas*,

der 7. Wirbel bei *Cebus flavus*, *Papio anubis*, *Macacus cynomolgus*, *Cercopithecus sabaeus* und *patas*,

der 8. Wirbel bei *Nycticebus*, *Papio hamadryas*, *Macacus cynomolgus* und *Cercopithecus patas*, *Hylobates leuciscus*,

der 9. thorakale Wirbel ward bei niederen Formen als orale Ursprungsgrenze nur bei *Ateles* beobachtet.

Für *Hylobates* und *Anthropomorphe* beginnt eine neue Reihe insofern, als der Ursprung bei *Hylobatiden* über den 8. und bei *Anthropomorphen* über den 9. Wirbel oralwärts nicht herausreicht und bis zum 11. thorakalen Wirbel beim *Gorilla* herabgedrückt werden kann.

Diese Erscheinung ist eindeutig und besagt, daß der weiter caudal gelegene Ursprung der oralen Bündel sekundärer Natur ist. Er ist durch Verschiebung in der genannten Richtung erworben und kommt den höheren *Katarrhinen* zu, wird für sie gesetzmäßig. Sie zeichnen sich nun gerade durch die geringere Anzahl thoraco-lumbaler Segmente und die Höhenentwicklung des Schulterblattes aus, so daß diese Eigenschaften neben der Höhenstellung der humeralen Insertion des Muskels für die Ursprungsverhältnisse verantwortlich gemacht werden können.

*Ateles ater* ist nach den vorliegenden Beobachtungen der einzige Vertreter niederer Primaten, welcher der Gattung *Hylobates* und den *Anthropomorphen* sich anschließt. Aus dieser Einzelerscheinung indessen Folgerungen über die Stellung der Tiere zueinander zu ziehen, wäre voreilig, da Parallelbildungen vorliegen können.

#### Mensch.

Für die Beurteilung der menschlichen Organisation sind die vorhergehenden Ergebnisse maßgebend.

Spärliche Angaben über niedere Rassen zeigen uns nach E. Loth<sup>1)</sup> als weitest oral gelegenen thorakalen Wirbel den

5.			Wirbel einmal, den
	6.		„ dreimal, den
		7.	„ einmal, den
		8.	„ beim <i>Papua</i> nach A. Forster <sup>2)</sup> .

<sup>1)</sup> 1912, S. 103.

<sup>2)</sup> 1904, S. 15.

Europäer verhalten sich im wesentlichen gleich. Am häufigsten bildet, wie es nach gebräuchlich gewordenen Darstellungen<sup>1)</sup> sich ergibt, der 7. 8. oder 9. Brustkorb-Wirbel die orale Ursprungsgrenze des *Latissimus dorsi*.

Der Ursprung kann nach C. Gegenbaur<sup>2)</sup> bis zum 5. Wirbel, nach Rauber-Kopsch<sup>3)</sup> bis zum 6. und nach Macalister<sup>4)</sup> und Le Double<sup>5)</sup> sogar bis zum 4. Wirbel hinaufreichen. J. Henle<sup>6)</sup> drückt die herrschenden Schwankungen durch den Grad der Entfernung vom *M. rhomboides* aus, an welchen er heranreichen kann.

Für Europäer läßt sich das wechselnde Verhalten der oralen Ursprungsgrenze durch die folgende Übersicht festhalten:

Orale Ausdehnung nach thorakalen Wirbeln					Forscher
4.					Macalister 1866
	5.				Gegenbaur 1899
		6.			Rauber-Kopsch 1914
			7.		auch beim Neugeborenen (Sommer 1904).
				8. 9.	
				9.	

Ein wesentlicher Unterschied zwischen niederen und höheren Rassen läßt sich nach diesen Angaben zunächst nicht feststellen. Häufigkeitswerte mögen bestimmtere Ergebnisse bringen.

Ganz anders liegen die Dinge, wenn menschliche Befunde mit denen bei Affen und Halbaffen in Vergleich gesetzt werden. Dabei ergibt sich, daß die menschliche Organisation mit der ursprünglichen bei *Prosimiern*, *Platyrrhinen* (mit Ausnahme von *Ateles*) und *Cercopitheciden* übereinstimmt, daß sie sich aber auf die höhere, durch *Hylobates* und *Anthropomorpe* erreichte Stufe nicht erhebt.

Diese Tatsache ist zweideutig. Erstens kann sie auf stetigem Beharren des ursprünglichen Bauplanes, zweitens durch Zurückgehen auf diesen aus einem einmal erreichten, fortgeschritteneren Befunde beim Genus *Homo* beruhen.

Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß der Mensch die Umwandlungen, welche *Hylobates* und *Anthropomorpe* eingeschlagen haben, nicht an sich vollzog. Diese Annahme kann zugunsten einer frühen Abspaltung der Gattung Mensch im Primatenstamme verwertet werden.

<sup>1)</sup> Siehe z. B. Henle.

<sup>2)</sup> 1899, S. 346.

<sup>3)</sup> 1914, S. 24.

<sup>4)</sup> 1866, S. 453.

<sup>5)</sup> 1897, S. 195.

<sup>6)</sup> 1858, S. 25.

Unter allen Umständen müssen aus stammesgeschichtlichen Reihen die Folgerungen gezogen werden, können aber erst nach Erledigung aller Einwände einigermaßen gesichert werden, was noch nicht erreicht ist.

Das aus den Erscheinungen bei Primaten hervorspringende Ergebnis, daß der weiter oralwärts ausgedehnte Ursprung der ursprünglichere ist, wird fester durch den Vergleich mit dem Bauplane bei niederen Ordnungen begründet. Bei Monotremen reicht die Pars spinalis bis zum 1. thorakalen Wirbel hinauf (Westling), und bei Beuteltieren ist das Verhalten ähnlich (Macalister, Cunningham). Es kehrt bei anderen Ordnungen, z. B. bei *Arctomys* unter den Rodentia (Testut) und bei Insectivoren (*Potamogale*) nach Dobson wieder, wo alle thorakalen Wirbel Ausgangspunkte für den Muskel darbieten.

Neben diesem urtümlichen Ursprunge des Muskels stellen sich aber auch abgeänderte Organisationen bei Vertretern derselben Ordnungen ein, welche hier nicht in Betracht kommen.

#### b) Ursprungssehne des *Latissimus dorsi*

Sie breitet sich flächenartig auf dem tiefer gelegenen, spino-costalen *M. serratus posterior* aus, ist mit dessen Ursprungssehne und weiter caudalwärts mit tieferen Fascienblättern eng verwachsen. Als flächenartige Sehne erhält sie einen aponeurotischen Charakter und besteht aus nebeneinanderliegenden Sehnensträngen. Sie bildet die Unterlage der *Aponeurosis lumbo-dorsalis*, an deren Aufbau der *M. serratus posticus inferior* beim Menschen lebhaften Anteil nimmt. Eine oberflächliche *Fascia lumbo-dorsalis* breitet sich auf dem aponeurotischen Abschnitte des *Latissimus dorsi* aus.

Wenn man früher die *Fascia* als Ursprungssehne bezeichnet hat, so wird diese heute nach dem Vorschlage von H. Virchow<sup>1)</sup> eine *Aponeurosis lumbo-dorsalis* zu heißen sein.

Die Ursprungssehne legt sich verhältnismäßig frühzeitig embryonal an, was durch Grosser und Fröhlich bekannt geworden ist<sup>2)</sup>.

Die aponeurotische Ursprungssehne kann in der Rückenlende Zusammenhang mit den Ursprungssehnen des *M. transversus abdominis* und unter Umständen mit denen aboraler Zacken des äußeren und inneren schrägen Bauchmuskels in rein sekundärer Weise erlangen, wodurch das eigentliche Gebiet der *Latissimus-Aponeurose* aber unbeeinflusst bleibt.

Letztere dehnt sich in der Regel von der Lende in die thorakale Gegend aus und heftet sich hier median an den Wirbeldornen und am Bandapparate zwischen ihnen fest. Nur selten gehen die Fleischbündel,

<sup>1)</sup> 1909.

<sup>2)</sup> 1901.

unvermittelt durch die Sehnenplatte, von den Spitzen der Wirbeldornen direkt aus. Das findet nach A. Schü ck<sup>1)</sup> z. B. bei *Papio*, *Cercocebus* und *Macacus* statt, bei welchen der muskulöse Ursprung an den 6.—8., 8.—9. oder 9.—11. thorakalen Wirbel heranreicht.

Die Grenzlinie zwischen Fleischkörper und sehniger Ursprungsplatte zeigt bei Prosimiern und niederen Simiern, wenn sie nicht durch fleischige Ursprünge an den Wirbeldornen in einen oralen und aboralen Abschnitt getrennt ist, eine median-caudalwärts gerichtete Krümmung. Die stärkste Biegung fällt zuweilen in die Höhe derjenigen Wirbel, von welchen bei den oben genannten Tieren fleischige Bündel ausgehen. Ausgesprochen liegt diese Erscheinung bei *Cercopithecus patas*<sup>2)</sup> vor.

Die Aponeurose beginnt bei Semnopithecidae hinter der Mitte der 12. Rippe und erstreckt sich von hier aus auf die Außenfläche des *M. obliquus thoraco-abdominalis externus*. Sie beginnt bei *Hylobates leuciscus* und *syndactylus* in der Höhe des 12. thorakalen Wirbels und fällt von hier aus in eine zur 13. Rippe ziehenden Linie ab<sup>3)</sup>. Von der Rippe erstreckt sie sich zum vorderen Rande des Darmbeinkammes und leitet dadurch die Ausdehnung des Fleischkörpers bis zum Becken ein. Die Grenzlinie ändert sich bei den Anthropomorphen; sie verliert die Krümmung und stellt eine schräg gestellte Gerade dar. Sie beginnt beim Schimpanse in der Höhe des 10., beim Orang am 9. thorakalen Wirbel und läßt sich von hier aus in aboraler und lateraler Richtung zum Darmbeinkamme verfolgen. Die aponeurotische Ursprungssehne empfängt eine dreiseitige Form. Die Spitze, oralwärts gerichtet, fällt beim Orang in die Mittellinie, ist beim Schimpanse nicht scharf ausgeprägt, da die Grenzlinie vom Dornfortsatze des 10. thorakalen Wirbels entfernt bleibt.

Die dreieckige Form der thoraco-lumbalen Aponeurose kam durch zwei Umstände zustande, erstens durch die Ausbildung einer Pars iliaca des Muskels und zweitens durch Annäherung (Schimpanse) und Erreichen (Orang) der Medianlinie durch die oralen, fleischigen Ursprungsbündel.

Diese den Anthropomorphen eigenen Verhältnisse haben beim Orang zu einer Art von Neubildung geführt. Sie beruht in der Längsabsplattung der oralen, etwa am 9. und 10. thorakalen Wirbel muskulös entspringenden Bündelmassen vom aboralen Hauptabschnitte. Der orale Muskelstreifen geht eine engere Beziehung zum *Teres major* ein<sup>4)</sup>.

Die Befunde beim Menschen schließen sich auch hier enger an die indifferenten des Schimpanse an. Orang nimmt eine Sonderstellung durch die weiter geförderte Ausbildung der genannten Einrichtung ein.

<sup>1)</sup> 1903, S. 284, Abb. 11—20.

<sup>2)</sup> Schü ck, 1913, S. 285, Abb. 17 und 18.

<sup>3)</sup> Kohlbrügge, 1890, S. 227 und 1897, S. 68.

<sup>4)</sup> Man vergleiche Schü cks Abb. 7 und 19 auf S. 279 und 285.

Die Umwandlungen in der Richtung der Grenzlinie zwischen Aponeurose und Fleischkörper sowie in der Form des aponeurotischen Feldes sind die natürlichen Folgerungen der Umgestaltungen im Aufbaue des Rumpfes, welche auch die Ausbildung der kräftigen Pars costalis und Pars iliaca bei Anthropomorphen in die Erscheinung riefen.

Als Folgeerscheinungen erhalten diese Äußerungen des *Latissimus dorsi* eine gewisse symptomatische Bedeutung und helfen das Gesamtbild erläutern, welches vom Umwandlungsvorgange des Rumpfes der Primaten zu entwerfen ist.

Es bleibt eine dankbare Aufgabe, die Merkmale am Muskel von jenen Gesichtspunkten aus genauer zu verfolgen und die Aufmerksamkeit im besonderen der menschlichen Organisation zuzuwenden. Die Anknüpfungen hätten an die Schücksche Darstellung anzuknüpfen.

### c) Ursprung an den Rippen (Pars costalis).

#### 1. Halbaffen.

*Le mur macaco*. Der Muskel zeigte bei zwei Tieren keine Ursprungsbeziehungen zu den Rippen (Schück).

*Chiromys*. Rippenursprünge fehlen nach Zuckerkandl (1899) und werden von Oudemans (1888) nicht erwähnt. Wenn Owen (1863, S. 30) den Muskel von den dorsalen Flächen der letzten 5 Rippen ausgehen läßt, so kann es sich nur um die engere Verlötung der dorso-lumbalen Aponeurose mit den Rippen handeln. Ähnliche Angaben bei Murie und Mivart und W. Leche (S. 724) sind übernommen und unzulänglich.

*Perodicticus Potto*. Rippenursprünge fehlen<sup>1)</sup>.

*Nycticebus tardigradus*. Rippen bieten keine Ursprungsflächen dar<sup>2)</sup>.

Das Fehlen eines costalen Ursprungsgebietes ist ein indifferenter Entwicklungszustand für den *Latissimus dorsi*, welcher auf die thoracolumbale Rückenfläche des Rumpfes beschränkt bleiben kann. So wird denn auch ein Pars costalis bei niederen Ordnungen der Säugetiere einerseits zuweilen vermißt; während sie aber andererseits zu vollster Entfaltung gelangt. Sie fehlt z. B. bei Chiroptera und Galeopithecidae, unter den Marsupialia bei *Phascolarctos* nach Young<sup>3)</sup>, *Myrmecobius* nach Leche und *Dasyurus* nach Mac Cornick<sup>4)</sup>. Sie besteht bei *Ornithorhynchus*, unter den Beutlern bei *Phascolomys*<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> van Campen 1859, S. 31.

<sup>2)</sup> A. Schück 1913.

<sup>3)</sup> 1881—1882.

<sup>4)</sup> 1886.

<sup>5)</sup> Macalister 1870, S. 153.



an 6. Rippen, *Thylacinus*, *Phascogale* und *Phalangista*<sup>1)</sup>, stellt sich unter den Edentaten<sup>2)</sup> bei *Cyclothurus*, *Bradypus* und *Manis*, bei Rodentia<sup>3)</sup> bei *Lepus* und *Sciurus*, bei *Pinnipedia*<sup>4)</sup> bei *Phoca* und *Otaria*, usf. ein. In derselben Ordnung können der ursprüngliche und der fortgeschrittene Zustand wie bei den Primaten nebeneinander bestehen.

## 2. Affen.

*Platyrrhina*. Der Muskel entspringt regelmäßig an einigen der letzten Rippen<sup>5)</sup>. Die Zahl costaler Zacken schwankt zwischen 3 bei *Cebus apella* und 7 bei *Cebus flavus*. Die in Betracht kommenden Rippen sind die 14. bis zur 7. Spange. Die Befunde, welche durch neue ergänzt werden müssen, sind in phylogenetischer Hinsicht nicht ohne Bedeutung und als Ergebnisse zu übernehmen.

Cebinae	Rippenursprünge								Forscher
	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	
<i>Ateles ater</i> . . . . .	14.	13.	12.	11.	10.	9.			Schück
„ „ . . . . .		13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	Meckel
<i>Cebus flavus</i> . . . . .		13.	12.	11.	10.				
„ „ . . . . .		13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	
„ <i>apella</i> . . . . .				11.	10.	9.			

## *Catarrhina*.

Rippenursprünge wurden häufig wie bei Halbaffen vermißt, und zwar bei *Papio hamadryas*, *P. anubis*, *Macacus cynomolgus* (2 mal), *M. maurus*, *Cercopithecus sabaeus* (2 mal), *C. patas* (3 mal), *Semnopithecus maurus* (Schück), *Orang* (Hepburn 1892, S. 151).

Der differente Befund von Rippenursprüngen wurde beobachtet bei *Papio babuin*, *Semnopithecus* (Kohlbrügge 1897, S. 68), *Hylobates syndactylus* (4 mal), *Hylobates* (Hepburn, 1892), *Orang*, *Gorilla* (Hepburn und Sommer, 1906, S. 5), *Schimpanse* (3 mal nach Schück, 1 mal nach Hepburn).

Diese aus Schücks Aufsatz entnommene Liste berücksichtigt nicht die Angaben aller Forscher; sie wird sich allmählich ebenso wie die folgende tabellarische Übersicht weiterhin vervollständigen lassen. Immerhin läßt sie die Tatsache deutlich hervortreten, daß der *Latissimus dorsi* bei der tief stehenden Familie der *Cercopithecidae* nur ausnahmsweise Beziehungen zu Rippen gewonnen hat, daß solche bei

<sup>1)</sup> Cunningham 1882.

<sup>2)</sup> Humphry 1869—1870 und Mac Intosh 1874.

<sup>3)</sup> Hoffmann und Weyenbergh 1870.

<sup>4)</sup> Murie 1874.

<sup>5)</sup> Siehe Schück 1913.

Hylobatiden regelmäßig und bei den Anthropomorphen meistens bestehen.

Hylobatidae und Anthropomorphae erheben sich durch den Besitz costaler Ursprünge über die Cercopithecidae. Sie schließen sich dadurch zugleich enger an die Platyrrhina an. Dieser Anschluß kann verwandtschaftlich begründet sein, kann aber auch auf Konvergenz der differenten Bildungsgrade beruhen, was aus dem morphologischen Verhalten allein allerdings nicht zu entscheiden sein wird.

Die Ausbildung von Ursprungszacken erfolgte an aboralen Rippen zuerst und schritt in oraler Richtung weiter. Die Schwankungen in der Zahl costaler Ursprünge bei den verschiedenen Arten sind demgemäß, wie es für Platyrrhinae geschehen ist, natürlich zu ordnen.

Die in Anspruch genommenen Rippen sind aboral das 13. oder 12. Paar und oral das 7. bei größter Ausdehnung des Muskels.

Wenn bei Platyrrhinen das 14. Rippenpaar Ursprünge darbietet (Ateles), so liegt ein ursprünglicherer Zustand als wie bei den Catarrhinen vor, welcher durch den Aufbau des Rumpfes aus einer größeren Anzahl von präsakralen Segmenten bedingt ist.

Die 7. Rippe tritt bei beiden Unterordnungen als die am weitest oral gelegene Ursprungsstätte auf (*Cebus flavus*, *Hylobates syndactylus*).

Die muskulösen Rippenzacken sind auf die dorsal von den Ursprüngen des äußeren schrägen Bauchmuskels gelegenen freien Flächen der Knochenspannen naturgemäß angewiesen. In oraler Richtung werden ihnen diese Felder durch den *M. serratus anterior* strittig gemacht, so daß in dessen Bereich der *Latissimus dorsi* nur seltener Ursprungsgebiete gewinnt.

Liegen die Ursprungsflächen an oralen Rippen zugleich deren Spitzen benachbart, so nehmen sie oralwärts mehr und mehr die lateralen Abschnitte in Anspruch.

Die Angriffspunkte des Muskels auf den Oberarm werden mit der Ausbildung costaler Ursprünge von der thoraco-lumbalen Rücken-gegend auf die seitliche Fläche des Brustkorbes verlegt. Aus diesem Umstande ist ein erhöhtes Leistungsvermögen des Muskels abzuleiten. Rippenzacken werden den Oberarm in mehr senkrechter Richtung herabzuziehen vermögen, als die aus der dorsalen Lendengegend herkommenden Muskelabschnitte es imstande sind. Eine neue Einwirkung des *Latissimus* auf den Brustkorb wird damit zugleich eingeleitet.

Es wird zu ermessen sein, welche der beiden Funktionen die formative Haupttriebfeder für die Ausgestaltung der costalen Zacken bei den höherstehenden Familien, den Hylobatiden und Anthropomorphen,

gewesen sei. Wahrscheinlich spielen dabei beide neuerworbene Leistungen eine gemeinsame Rolle.

Für die Bestrebungen, entweder stammesgeschichtliche Beziehungen zwischen Unterordnungen, Familien, Unterfamilien und Gruppen der Primaten auf Grund costaler Ursprünge des *Latissimus dorsi* näher zu ergründen oder aber die Wechselbeziehungen der letzteren zu anderen Einrichtungen am Rumpfe klarzustellen, wird das erste Erfordernis sein, alle gut beglaubigten Befunde zu sammeln und zu ordnen. Die folgenden Zusammenstellungen können nur einen ersten Grundstock dafür bilden, da mancherlei Angaben aus der zerstreuten Literatur nur allmählich wieder ans Tageslicht gezogen werden können.

Cercopithecidae	Rippenursprünge		Zahl der Fälle	Forscher
<i>Papio hamadryas</i> . . . . .	0			
„ <i>anubis</i> . . . . .	0			
„ <i>collaris</i> . . . . .	0			
„ <i>babuin</i> . . . . .	12.	11.		
<i>Macacus inuus</i> . . . . .	0			Meckel
„ <i>cynomolgus</i> . . . . .	0		2.	Schück
„ <i>maurus</i> . . . . .	0			Schück
<i>Cercopithecus sabaenus</i> . . . . .	0		2.	Schück
„ <i>patas</i> . . . . .	0		3.	Schück
<i>Semnopithecus maurus</i> . . . . .	0			Schück
„ <i>nasicus</i> . . . . .	12.	11.		Kohlbrügge 1897, S. 68
„ <i>maurus</i> . . . . .	12.	11. bis 8.		Kohlbrügge 1897, S. 68
<i>Colobus guereza</i> . . . . .	12.	11.		Polak 1908, S. 33

Hylobatidae	Rippenursprünge							Zahl der Fälle	Forscher
<i>Hylobates</i> (Fötus) . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.				
<i>Hylobates leuciscus</i> . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.			Bischoff, Deniker, Kohlbrügge
<i>Hylobates agilis</i> . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.			Kohlbrügge 1890, S. 227
<i>Hylobates syndactylus</i> . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.			3 mal	Schück 2 mal, Hepburn
<i>Hylobates syndactylus</i> . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.			
<i>Hylobates syndactylus</i> . . . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.		Kohlbrügge, Schück

Anthropomorphae	Rippenursprünge						Zahl der Fälle	Forscher
	13.	12.	11.	10.	9.	8.		
Gorilla . . .	13.	12.	11.				4 mal	Duvernoy 1855; Macalister 1870 bis 1874; Bischoff 1880; Deniker 1885
„ . . .	13.	12.	10.	10.			2 mal	Duvernoy, Deniker (Fötus)
„ . . .	13.	12.	11.	10.	9.		2 mal	Sommer 1906, S. 35; Pira 1913, S. 315
„ . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.	2 mal	Bischoff 1979, S. 11; Hepburn 1892
Chimpanse .	13.	12.	11.				2 mal	Hepburn, Champneys
„ . . .	13.	12.	11.	10.			2 mal	Schück, Kohlbrugge 1897
„ . . .	13.	12.	11.	10.	9.	8.	2 mal	Schück
„ . . .		12.	11.	10.	9.		3 mal	Gratiolet 1866; Champneys 1872; Bischoff 1880
Orang. . . .				0			1 mal	Hepburn 1892, S. 151
„ . . . .	13.	12.						Bischoff
„ . . . .			11.	10.			1 mal	Schück

### 3. Mensch.

Niedere Rassen. E. Loth hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die zerstreuten Angaben zusammenzutragen und die Art costaler Ursprünge bei 23 Individuen an 44 Körperseiten zu bestimmen<sup>1)</sup>. Ich entnehme aus der tabellarischen Übersicht, daß, aus Körperseiten berechnet, die

12. Rippe in 95,4%, die

11. Rippe in 4,5% als letzte, vom Latissimus dorsi beanspruchte Rippe ist.

Rechnet man noch die von Le Double (1897, S. 195) stammende Beobachtung des Ursprunges von 11. und 10. Rippe bei einem Angolaner hinzu, so beläuft sich die Prozentzahl für die 12. Rippe auf 91,3%, für die 11. Rippe auf 8,7%.

Die Ausdehnung auf vordere Rippen gestaltet sich sehr verschieden-

<sup>1)</sup> 1912, S. 104.

artig. Am häufigsten bildet die 9. Rippe, darauf die 10. Rippe die oralwärts gesteckte Grenze. Die Ausdehnung bis auf die 8. Rippenlänge, also über die normale Grenze hinaus, tritt häufiger als die Beschränkung auf 11. oder 12. Rippe zutage.

In Anbetracht der Wichtigkeit auch der vorläufigen Ergebnisse sei hier die Tabelle Loths, allerdings in anderer Ordnung und unter Hinzufügen eines unberücksichtigten Falles von Le Double, aber unter Weglassung des Verzeichnisses der Forscher nochmals festgelegt, um sie als Ausgang für weitere Untersuchungen dienstbar zu machen.

Zahl der Individuen	Zahl der Körperseiten	Ursprungszacken von Rippen					Prozentzahl
		12.	11.	10.	9.	8.	
2	4	12.	11.	10.	9.	8.	8,7%
9	18	12.	11.	10.	9.		39,1%
8	15	12.	11.	10.			32,6%
2	3	12.	11.				6,5%
1	2	12.					4,35%
1	2		11.	10.	9.		4,35%
1	2		11.	10.			4,35%; Angola-Neger (Le Double 1897, S. 195

Der von A. Forster<sup>1)</sup> aufgenommene Befund beim Papua-Neugeborenen, von Loth nicht berücksichtigt, zeigt den Muskel mit der 12.—9. Rippe in Beziehung. Rechnet man diesen Fall zu den von Loth verwerteten Befunden hinzu, so erhöht sich der Prozentsatz für den Ursprung bis zur 9. Rippe auf 47,8%.

Es fällt auf, daß eine Ursprungszacke von einer 13. Rippe bei niederen Rassen nicht beobachtet worden ist, hingegen der Ausfall der 12. Rippenzacke in 4,5% sich einstellt. Diesbezüglich hat sich die Rückbildung am Skelett sowie an der Pars costalis des Muskels bei Negern weiter vollzogen als beim Gorilla und Schimpanse, welche bisher regelmäßig eine 13. Rippe und 13. Rippenzacke haben erkennen lassen. Das Verhalten niederer Rassen zu *Hylobates* ist ein gleiches.

Die Ausschaltung der 12. Rippenzacke bei Negern entspricht dem Befunde beim Orang. Sie kann aber nicht ohne Weiteres auf eine engere verwandtschaftliche Beziehung, sondern zunächst nur auf einen mehr gleichlautenden, segmentalen Umwandlungsvorgang am Rumpfe bezogen werden.

Europäer. Die beobachteten anatomischen Tatsachen lassen sich etwa folgendermaßen ordnen:

<sup>1)</sup> 1904, S. 16.

## Ursprungszacken von Rippen

12.	11.	10.	9.	8.	Wood, Cloquet, Paxton
12.	11.	10.	9.		Henle
12.	11.	10.			Henle
12.	11.				
12.		11.	10.		Gruber, Macalister, Sömmerring
			10.		
			9.		} Le Double 1897, S. 195
				8.	

Die 8. Rippe bildet die äußerste Grenze, bis an welche der Latissimus dorsi heranreicht (Winslow).

Der Ursprung von einer erhaltenen 13. Rippe ist nicht bekannt geworden. Das hängt damit zusammen, daß diese Spange, verkürzt, nicht mehr in das costale Ursprungsgebiet hineinragt. Die muskulöse Ursprungszacke, einer 13. Rippe zugehörend, kann aber trotzdem erhalten sein. Ihr Ursprung ist dann auf die Fascia lumbalis verlegt und schließt an die Aponeurose an.

Ein entsprechender Zustand stellt sich ein, wenn die verkürzte 12. Rippe sich aus dem Ursprungsgebiete zurückgezogen hat.

Für die Züricher Bevölkerung hat H. Frey an 98 Körperseiten die letzte Zacke bestimmt, bis zu welcher der Latissimus dorsi den Ursprung ausdehnt. Die kraniale Ausdehnung blieb dabei unberücksichtigt. Es liegen zwei Untersuchungsreihen vor, von denen die eine 46, die andere 50 Fälle enthält. Die Ergebnisse sind folgende:

Rippen der letzten Ursprungszacke	Häufigkeitswerte für		
	Reihe 1 (46)	Reihe 2 (50)	Reihe 1 u. 2 (96 Fälle)
12.	39%	38%	37 mal = 39%
11.	57%	60%	56 mal = 58%
10.	4%	0%	2 mal = 2%
9.	0%	2%	1 mal = 1%

Für die beiden am häufigsten vertretenen Zustände, in welchen 12. oder 11. Rippe die letzte Zacke entstehen lassen, hat sich in beiden Untersuchungsreihen bereits ein nahezu gleicher Häufigkeitswert ergeben (39 und 38%; 57 und 60%); indessen für die seltenen Vorkommnisse, in welchen 10. oder 9. Rippe die untere Grenze der Pars costalis bedeuten, der Prozentgehalt ein schwankender ist (4 und 0%; 0 und 2%). Vorausichtlich werden neue Aufnahmen bald zu konstanteren Werten führen.

Die Tatsache, daß die letzte Zacke weitaus am häufigsten an der 11. Rippe (in 58%) angetroffen wird, hängt mit der Verkürzung des

12. Rippenpaares auf das engste zusammen. Bis zu ihr dehnt sich der Muskel nur noch in 39% aus. In diesen Fällen reicht er erfahrungsgemäß nicht selten auf die Fascia lumbo-dorsalis herab und läßt sich dann zuweilen als die einer 12. costalen Zacke gleichwertige Bildung erkennen.

Da die 11. Rippe ebenfalls einer nachweisbaren Verkürzung unterliegt, kann die seltene Verlegung der letzten Ursprungszacke auf die 10. Rippe (2%) in gleichem Sinne gedeutet werden. Es steht auch der Annahme nichts im Wege, den äußerst seltenen Ursprung der letzten Zacke an der 9. Rippe (1%) ebenso zu beurteilen, zumal die 10. Rippe bei der Zürcher Bevölkerung besonders häufig durch die Umänderung zu einer fluktuierenden Spange in den Reduktionsvorgang deutlich hineinbezogen erscheint.

Legt man dem Wechsel im Ursprunge der letzten Zacke als Ursache die Verkürzung des 12.—10. Rippenpaares unter, so gliedert sich der ganze Erscheinungskomplex in den gewaltigen Umwandlungsvorgang ein, welcher am Rumpfe der Primaten als „segmentale Verkürzung“ sich kundtut. Mit der Ausschaltung letzter Rippen, des 14. und 13. Paares, und der Längenabnahme der folgenden, des 12.—10. Paares, würde eine Verschiebung des Latissimus-Ursprunges in oraler Richtung als Folge sich eingestellt haben.

Dieser Annahme widerstreiten andere einschlägige Tatsachen zunächst nicht. Zieht man zum Vergleiche die gewonnenen Werte bei niederen Rassen heran, so ergibt sich das Folgende:

Rippen der letzten Zacken	Niedere Rassen	Zürcher Bevölkerung
12.	91,3%	39%
11.	8,7%	58%
10.	0%	2%
9.	0%	1%

Die letzte Zacke geht bei niederen Rassen fast regelmäßig von der 12. Rippe (91,3%) und nur selten von der 11. aus (8,7%). 10. und 9. Rippe kommen für sie nicht in Betracht.

Diese ohne jegliches Voreingenommensein registrierten Befunde sind nur dahin zu deuten, daß die letzten Rippen niederer Rassen noch nicht denjenigen Grad der Verkürzung erfahren haben, welcher erforderlich ist, um den Latissimus-Ursprung von der 12. Rippe auf die 11. als häufige Erscheinung zu verlegen, wie sie bei der Zürcher Bevölkerung sich eingestellt hat.

Sichere Anhaltspunkte zum Vergleiche mit anderen Stämmen Europas stehen nicht zur Verfügung. Bekannt ist nur, daß die 11., 10., 9. und sogar die 8. Rippe der letzten Zacke die Ursprungsfläche darbieten

kann, was für niedrigere Rassen nicht bekannt geworden ist und als eine progressive Umwandlung gelten darf.

Die vorgetragene Darstellung läßt sich weiterhin durch den Vergleich mit den Befunden bei Hylobatiden und Anthropomorphen fester begründen. Bei ihnen entsteht die letzte Latissimuszacke noch von der 13. Rippe, und zwar bei Hylobates und Gorilla in 100%. Bei Schimpanse kommt die 13. Rippe in 66,66% in Betracht; die 12. Rippe ist in den übrigen Fällen (33,33%) eingesprungen und bahnt den Weg an, welchen die menschliche Organisation beschritten hat. Orang zeigt den Ursprung der letzten Zacke an der 13. Rippe einmal, einmal an der 11. Rippe und läßt einmal die Pars costalis gänzlich vermissen; er bietet hierdurch erstens den Anschluß an Hylobates, Gorilla und Schimpanse, zweitens denjenigen an den häufigen Befund des Menschen dar; indessen durch das Fehlen der Pars costalis Eigenartiges für ihn zum Ausdruck kommt.

Für Hylobates, Anthropomorphen und den Menschen liegt eine geschlossene, morphologische Reihe vor. Sie lehrt, daß die 13. Rippe als Ursprungsstätte für den Muskel beim Menschen vollkommen ausgeschaltet und die 12. Rippe bereits dem gleichen Schicksal der Ausschaltung verfallen ist, insofern die 11. Rippe in der Mehrzahl der Fälle die letzte Zacke entstehen läßt.

Die heute bekannten, grundlegenden Tatsachen lassen sich folgendermaßen kurz tabellarisch zusammenfassen:

Letzte Rippenzacke	Hylobates	Gorilla	Schimpanse	Orang	Niedere Rassen	Zürcher Bevölkerung
13.	100%	100%	66,7%	33,3%	0%	0%
12.	0%	0%	33,3%	0%	91,3%	39%
11.	0%	0%	0%	33,3%	7,7%	58%
10.	0%	0%	0%	0%	0%	2%
9.	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Fehlen der Pars costalis	0%	0%	0%	33,3%	0%	0%

Bleibt der aus dieser Zusammenstellung sprechende Sinn verstanden, so wird die aufs neue einsetzende, mühsame Forschung die Reihe erweitern und vielleicht ändern, aber wohl kaum vollkommen aufheben können.

#### d) Ursprung am Darmbeinkamme (Pars iliaca).

Stränge der Aponeurose leiten die Ausbildung einer Pars iliaca ein; sie werden hier und da angetroffen und scheinen bei Hylobatidae die größte Rolle zu spielen.

Wenn hier von einem fertigen Zustande gesprochen wird, so handelt es sich immer um die Ausdehnung des Fleischkörpers bis zum Beckenrande.



Die Ausdehnung des *Latissimus dorsi* aus der Lende herab bis zum Darmbeinkamme wird bei Halbaffen vermißt. Angaben über Lemur, (*Chiromys*<sup>1)</sup> und *Nycticebus*<sup>2)</sup> liegen vor.

Ursprungsbündel am Becken fehlen den Platyrrhinen und unter den Catarrhina sämtlichen Cercopithecidae und Hylobatidae. Von ersteren werden genannt: *Papio hamadryas*, *P. babuin*, *P. anubis* (2 mal)<sup>3)</sup>, *Macacus cynomolgus* (2 mal), *M. Maurus*, *Cercocebus collaris*, *Cercopithecus sabaeus* (2 mal), *C. patas* (3 mal), *Semnopithecus maurus* (Kohlbrügge), *Colobus guereza*<sup>4)</sup>.

Verschiedene *Hylobates*-Arten sind durch Bischoff<sup>5)</sup>, Deniker (1885, S. 140), Kohlbrügge (1890, S. 227) und Schück untersucht worden. Beim hoch differenzierten *H. syndactylus* vermißt letzterer 4 mal die *Pars iliaca*. Die Beziehungen zum medialen Abschnitte des horizontal gestellten Darmbeinkammes können indessen durch die Aponeurose nach Kohlbrügge (1890, S. 227) bereits eingeleitet sein. Auch können Stränge der Aponeurose von der 13. Rippe zum vorderen Rande der *Crista iliaca* gelangen (*Hyl. leuciscus*, *syndactylus*). Muskulöse Ursprünge bestehen indessen nicht. Eine *Pars iliaca* besteht nach Bischoff (1880) bei *H. leuciscus* und bei einem Fötus nach Deniker (1885).

**Anthropomorphae.** Fehlen einer *Pars iliaca*: bei Gorilla nach Bischoff (1879, S. 11) und Broca (1869, S. 313). Letzterer vermißt sie auch beim Schimpanse.

Der Muskel entspringt sonst bei ihnen nicht nur regelmäßig am Darmbeinkamme, sondern erreicht auch an ihm zuweilen eine sehr ansehnliche Ausdehnung, welche allerdings durch die Größe der Tiere mit bedingt wird. Die Ursprungsbündel reichen zuweilen bis an die *Spina iliaca anterior superior* heran, was Bischoff und Deniker beim Gorilla beobachtet haben. Beim ausgewachsenen Orang betrug die Ausdehnung über den Darmbeinkamm 16 cm<sup>6)</sup>. Die Fleischbündel können aber auch beim Gorilla (Duvernoy und Hepburn), Schimpanse und Orang (Hepburn) vom Leistenbande entfernt bleiben.

**Orang.** Die *Pars iliaca* wurde festgestellt durch Hepburn (1892, S. 151), Deniker, Fick (1895), Schück (1913).

**Gorilla.** Eine *Pars iliaca* fehlt nach Brocas Angabe. Duvernoy (1855), Bischoff (1880), Deniker (1885), Hepburn (1892) Sommer (1906, S. 5) und Pira (1913, S. 315) stellten aber den Ursprung am Darmbeinkamme fest. Die *Pars iliaca* bleibt entweder einige Zentimeter

<sup>1)</sup> Zuckerkandl 1899, S. 26.

<sup>2)</sup> Schück 1913.

<sup>3)</sup> Champneys 1872, S. 176.

<sup>4)</sup> C. C. Polak 1908, S. 33.

<sup>5)</sup> 1880, S. 11.

<sup>6)</sup> Fick 1895, S. 19.

von der Spina ant. sup. entfernt (Sommer, Pira) oder nimmt den ganzen Darmbeinkamm in Anspruch (Duvernoy, Deniker).

Schimpanse. Broca vermißte die Pars iliaca. Duvernoy, Champneys, Bischoff, Deniker, Hepburn, Duckworth und Schück (3 mal) stellten den Ursprung am Becken fest. Der Muskel kann bis auf das Leistenband übergreifen (Bischoff 1880 und Duckworth 1904). In anderen Fällen bleibt er auf den Darmbeinkamm beschränkt (Champneys).

Die Liste genauer Angaben ist auch hier durch Heranziehen älterer Forscher erweiterungsfähig.

Da die Pars iliaca bei den Anthropomorphen zum ersten Male unter den Primaten und sofort in voller Ausbildung auftritt, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß das Fehlen beim Gorilla (Bischoff) auf einer Rückbildung beruhe. Die Annahme, es liege ein niederer Zustand wie etwa bei Hylobates vor, ist die ungezwungener.

Die funktionelle Bedeutung der Pars iliaca des Latissimus dorsi beruht nicht nur in dem Ursprunge von einem festliegenden Gebiete, von welchem aus eine gesicherte Einwirkung auf den Oberarm erzielt werden kann, sondern auch in der Tatsache, daß der Muskel die Ursprungsbündel aus der Rückengegend weiter nach vorn bis zum Darmbeinstachel verlegt, wodurch eine neuggerichtete Einwirkung auf den Humerus zustande kommt. Diese Leistung vervollkommnet diejenige der Rippenursprünge.

Pars costalis und Pars iliaca wirken in einheitlichem Sinne auf den Oberarm. Die Rippenzacken sind die bei Primaten zuerst entstandenen und stellen sich bei Platyrrhinae, bei Papio babuin, Semnopithecus, Colobus und bei Hylobates ein, welche Tiere insgesamt den Darmbeinursprung noch vermissen lassen. Es ist daher unstatthaft, anzunehmen, daß die Rippenursprünge aus Ablagerungen tiefer Schichten einer über die Rippen streichenden Pars iliaca sich entwickelt haben.

Dieser Umstand berührt die morphologische Seite der Pars iliaca-Frage, welche weitere Ausblicke gewährt.

Zunächst ist die höchst bedeutungsvolle Tatsache hervorzuheben, daß der Latissimus dorsi bei den Primaten eine fortlaufende und sich steigernde Entwicklung erfährt. Diese prägt sich nach einer Richtung aus erstens in dem sporadischen Auftreten costaler Ursprünge bei den niederen catarrhinen Affen, den Cercopitheciden, zweitens im regelmäßigen Erscheinen derselben bei den Hylobatiden und drittens im Festhalten dieses Erwerbes bei den Anthropomorphen und beim Menschen. Nach einer anderen Richtung äußert sich die gesteigerte Fortentwicklung im Hinzukommen einer Pars iliaca bei den Anthropomorphen und beim Menschen.

Diese reihenweise eingesetzte Ausgestaltung im Ursprunge des Mus-

kels wird nur unter annähernd gleichen ursächlichen Bedingungen erfolgt sein können, welche im Gesamtbaue der Träger der Erscheinung tiefer begründet sein müssen. Für die verschiedenen *Hylobates*-Arten wird man das Fehlen einer *Pars iliaca* ohne Zögern als eine auf Verwandtschaft beruhende, innere Ursache gelten lassen. Für die Anthropomorphen, deren Vertreter verwandtschaftlich weiter auseinanderstehen, kann man die Zuflucht zur Annahme nehmen, daß allgemein wirksame Kräfte das Bestehen einer *Pars iliaca* als nur ähnliche Erscheinungen durch Konvergenz haben zustande kommen lassen. Gleiches wird man den Anthropomorphen gegenüber für das Genus *Homo* befürworten können. Damit wird eine durch engere Verwandtschaftlichkeit verursachte, gleiche Erscheinung abgelehnt. Das bedeutet aber eine Ausflucht, welche nur durch berechtigten Skeptizismus entschuldbar ist. Dem Unbefangenen wird diese Auslegung fremdartig erscheinen, aber immerhin zulässig, weil die Bestimmung des engeren verwandtschaftlichen Zusammenhanges der Organismen miteinander durch einzelne morphologische Merkmale in der Tat zu den allerschwierigsten Aufgaben gehört, welche mit Sicherheit auch durch den hier behandelten Gegenstand nicht gelöst werden.

Mit gleichem Rechte wie die Annahme der Konvergenz darf aber die innige stammesgeschichtliche Zusammengehörigkeit als Ursache für das Zustandekommen der gleichen morphologischen Erscheinungen ausgegeben werden.

Das Auftreten einer *Pars iliaca* des *Latissimus dorsi* ausschließlich bei den höchststehenden Primaten fällt zusammen mit der tief eingreifenden Umwandlung am Rumpfe dieser Lebewesen. Die hochgradige Ausschaltung präsakraler Segmente und die Breitenzunahme von Brustkorb und Beckengegend kennzeichnen diese Wandlung, welche auch an wichtigen anderen Organen des Rumpfes die lebhaftesten Veränderungen unmittelbar hervorgehen läßt. Zu derartigen Wechselbeziehungen kann nun auch die Ausbildung des Ursprunges des Muskels am Darmbeinkamme gezählt werden.

Rein mechanisch aufgefaßt ist der Vorgang so zu verstehen, daß der Ausfall präsakraler Segmente eine relative Verkürzung der dorsalen Lendengegend zum ganzen Rumpfe nach sich zieht, und daß der lumbale Ursprung des Muskels hierdurch räumlich dem sich kranialwärts verschiebenden Beckengürtel genähert wird.

Hierzu gesellt sich aber die bereits bei *Hylobatiden* einsetzende, aber noch ohne Folgeerscheinungen bleibende und die bei Anthropomorphen gewaltig gesteigerte Entfaltung der Darmbeinschaukeln, welche in das ursprüngliche, lumbale Ursprungsgebiet des *Latissimus dorsi* hineinwachsen und letzteres in Lagebeziehung zu sich bringen.

Das Zusammentreffen grundlegender Wandlungen am ganzen Rumpfe

mit dem Eigenverhalten des Muskels bei den Anthropomorphen kann nur leichthin als ein zufälliges aufgefaßt werden. Es ist vielmehr eine Fundamentalerscheinung, welche mit der Aufrichtung des Körpers und der Ausbildung des aufrechten Ganges in allerengster Wechselwirkung sich befindet.

Wir stehen daher nicht an, die scheinbar unwesentliche *Pars iliaca* des *Latissimus dorsi* bei Anthropomorphen als einen der vielen bedeutungsvollen Folgezustände der eingreifenden Veränderungen am Rumpfe zu beurteilen, welche durch vielfache statische Einwirkungen auf ihn verursacht worden sind.

Diesen schwerwiegenden Momenten gegenüber spielen andere Möglichkeiten, welche bei der Anlage einer *Pars iliaca* mitgespielt haben mögen, eine bescheidenere Rolle. Nichtsdestoweniger kommt die Tatsache in Betracht, daß die beim Fortbewegungsvorgange des Körpers mehr ausgeschaltete und freier werdende obere Gliedmaße erheblichen Nutzen für neue Wirkungsarten aus jenen Ursprungsbündeln zieht. Diese Erscheinung kann jedoch auch nur als eine Folge der angegebenen grundlegenden Wandlungen aufgefaßt werden.

#### Mensch.

Die *Pars iliaca* des Menschen wird als regelrechte Bildung angesehen. Sie ist aber häufig schwach entwickelt und kann sogar fehlen, was Meckel bereits festgestellt hat<sup>1)</sup>. Sie unterliegt einer Summe von namhaften Schwankungen, welche zu einer natürlichen Reihe geordnet werden müssen. Dabei ist das Anfangs- und Endglied festzustellen. Rein morphologisch betrachtet, ist der Fall des Fehlens an den Beginn, der des stattlichsten Auftretens an das Ende der Reihe zu setzen.

Die phylogenetisch begründete Reihe kann so, aber auch umgekehrt lauten. Wenn der Mensch Entwicklungsphasen, wie die Anthropomorphen sie aufweisen, durchlaufen hat, so muß die Höchstausbildung der *Pars iliaca* als der Ausgangspunkt, das Fehlen aber als Rückbildung gedeutet werden. Dies zu bestimmen, stößt auf Schwierigkeiten. Wird es aber möglich, vielleicht durch Feststellen embryonaler Befunde, so bildet das Ergebnis einen Grundpfeiler bei der Beurteilung der Stellung des Menschen zu den Anthropomorphen. Die Tatsache, daß die *Pars iliaca* beim Gorilla (v. Bischoff) fehlen kann, wird bei diesen Erwägungen nicht außer acht bleiben dürfen. Wenn das Fehlen beim Gorilla als ein ursprünglicher Zustand gelten darf, so kann das ähnliche Verhalten beim Menschen als bei einer höher stehenden Form auch der anderen Deutung zugänglich sein.

Vorderhand ist man nicht berechtigt, den Mangel einer *Pars iliaca*

<sup>1)</sup> Meckels Archiv 8, 585.

beim Menschen als einen rudimentären Zustand aufzufassen, wofür ihn Le Double<sup>1)</sup> hält.

Sehr häufig wird der Ursprung am Becken durch ein Blatt der Aponeurose vermittelt<sup>2)</sup>; dieser Befund kann für den Menschen ein ursprünglicher sein.

Die Ursprungsbündel des Latissimus dorsi am Darmbeine werden bei niederen Säugetierordnungen entweder vermißt, oder sie sind ausgebildet. Auch hier stellt die erste Art, vom rein morphologischen Verhalten aus betrachtet, den ursprünglichen Zustand dar, indessen die zweite Art den höheren bedeutet. Letzterer ist z. B. bei Talpidae, Chiroptera, Rodentia und Ursidae beobachtet worden<sup>3)</sup>; er darf selbstverständlich mit dem Bau bei Anthropomorphen in keine genetische Beziehung gebracht, sondern nur als Konvergenzerscheinung beurteilt werden.

Aus diesen Erörterungen ist zu ersehen, eine wie große Bedeutung der strengsten abwägenden Beurteilung der Eigenschaften eines einzelnen Gliedes des Muskelsystems zukommen kann. Es ist nicht gerechtfertigt und erscheint als eine Art Redewendung, wenn man den Erwerb einer höheren Organisation für eine jede Gattung je von einem niederen Bauplane selbständig geschehen läßt, womit eine engere Verwandtschaft der Gattungen geleugnet wird. Eine Ableitung dieser Art kann auf alle Organisationen Anwendung finden; denn eine jede Bildung ist auf eine Urform zurückzuführen. Es ist äußerst mühsam, aber allein lohnend, alle Umstände in Rechnung zu setzen, welche bestimmen, ob die Träger einer gleichen höheren Organisation zu einer engeren Gruppe verwandtschaftlich gehören und gemeinsam von einer Urform herkommen, oder ob sie je für sich eine parallele Entwicklung eingeschlagen haben. Wird es jedoch annehmbar, daß einzelne Gattungen enger zusammengehören, so läßt sich der Grad des verwandtschaftlichen Verbandes nur annähernd bestimmen, wobei jeder Versuch, die eine Gattung direkt von einer anderen abzuleiten, von vornherein als gescheitert gelten darf. Wenn das Genus Homo und die Familie der Anthropomorphen wirklich aus einer gemeinsamen Urform hervorgegangen sind, so kann irgendeine rezente Form der letzteren nicht als Urahne in gerader Linie für den Menschen gelten. Es führt aber geradezu zu einer Art von Spekulation, wenn man verschiedene Menschenrassen je direkt von verschiedenen, rezenten Arten der Anthropomorphen stammesgeschichtlich ableitet; denn für eine derartige lockere Beweisführung fehlen die geschlossenen Beweise.

Diese Überlegungen, auf vielen Wahrnehmungen beruhend, finden

1) 1897, S. 195.

2) Siehe Henle 1858, S. 25.

3) Siehe W. Leche 1874—1900, S. 722.

Anwendung auch auf die Folgerungen aus den Erscheinungen, welche uns der *Latissimus dorsi* darbietet.

#### Menschenrassen.

Niedere Rassen sind bezüglich des Verhaltens einer *Pars iliaca* des *Latissimus dorsi* genauer nicht untersucht worden. Beim Papua-Neugeborenen fehlt nach A. Forster (1904, S. 16) jedenfalls seine muskulöse Zacke (Bild 1, Tafel 1); indessen die Aponeurose den Darmbeinkamm erreicht.

Europäer weisen einen Darmbeinursprung des Muskels in der Regel auf, lassen ihn zuweilen aber gänzlich vermissen. Häufigkeitsbestimmungen über Ausbildung und Fehlen bei niederen und höheren Rassen stehen aus. Einmal ausgeführt stellen sie die Möglichkeit eines tieferen Einblickes in die Vorgeschichte des menschlichen Muskels in Aussicht.

Auch ist der Höhengrad der Ausdehnung der muskulösen Zacke nach vorn behufs eines Vergleiches mit dem anthropomorphen Verhalten noch zu bestimmen. André beobachtete die Ausdehnung bis zum vorderen Drittel des Darmbeinkammes<sup>1)</sup>.

Inzwischen sind die Ergebnisse einer statistischen Untersuchung bei der Zürcher Bevölkerung durch H. Frey<sup>2)</sup> bekannt geworden. An 49 Individuen, d. i. an 98 Körperseiten, ist die *Pars iliaca* in 92,86% angetroffen, in 7,14% vermißt worden. Sie darf daher als eine regelmäßige Bildung für diese Bevölkerung gelten. Sie besteht links häufiger (95,3%) als rechts (89,8%). Diese Erscheinung läßt sich vorläufig aus statischen Ursachen heraus nicht erklären. Geneigter für eine Erklärung mag man für die Tatsache sein, daß die *Pars iliaca* bei Männern öfter (95,3%) als bei Frauen (88,2%) angetroffen wird, wenn man ersteren den besser entwickelten Muskel zumutet. Da aber für andere Muskeln, den oberflächlichen Daumenbeuger z. B., das umgekehrte Verhältnis besteht, so wird man auch hier mit dem Urteile vorsichtig sein müssen.

2. Verbindungen des *Latissimus dorsi* mit Nachbarmuskeln.

Unter ihnen sind zwei Gruppen zu unterscheiden. Zur ersten Gruppe gehören die Verbindungen mit dem genetisch ihm verwandten *Musc. teres major* und durch dessen Vermittlung mit dem *M. subscapularis*. Der zweiten Gruppe fallen die Vereinigungen mit benachbarten, wesensungleichen Muskeln zu. Sie sind durch den *M. serratus posticus inferior*, dessen aponeurotische Ursprungssehne die Verbindung vermittelt, durch den *M. trapezius* und zuweilen durch den *M. rhomboides* vertreten. Hierzu gesellt sich die innige Verschmelzung des *Latissimus dorsi* mit dem *Triceps brachii*.

<sup>1)</sup> Siehe Le Double 1893.

<sup>2)</sup> H. Frey.

a) Die genetisch begründeten Verbände mit dem *Teres major* treten in drei Zuständen zutage:

1. im Ursprung des *Latissimus dorsi* an der Dorsalfläche des unteren Winkels des Schulterblattes im engsten Anschlusse an den Ursprung des *Teres major*<sup>1)</sup>,

2. im Übergange abgespaltener, oraler Bündelgruppen des *Latissimus dorsi* in den Körper des *Teres major*,

3. in der Vereinigung abgesprengter Bündelmassen des *Teres major* in den *Latissimus dorsi*.

Es hat nicht den Anschein, daß diese Verbindungsarten irgendeine gesetzmäßige, d. i. wohlbegründete Ausbildung bei den Primaten erfährt. Wo sie auftreten, handelt es sich um primitive entwicklungs-geschichtliche, wo sie fehlen, um fortgeschrittene derartige Zustände. Stammesgeschichtlich scheinen sie keine besondere Bedeutung für die Primaten zu besitzen. Sicheres hierüber wird aber erst aus einer Feststellung des Häufigkeitsverhaltens bei niederen und höheren Abteilungen zu erschließen sein.

Die Verbindung eines 7 mm breiten, abgespaltenen oralen Randbündels des *Latissimus dorsi* mit dem *Teres major* ist unter den Halbaffen bei *Chiromys* beobachtet worden<sup>2)</sup>.

Unter den Platyrrhinen besteht der Übergang dünner Fleischmassen des *Latissimus dorsi* in den *Teres major* bei *Ateles ater*<sup>3)</sup>.

*Cercopithecide* lassen die Verbindung häufiger hervortreten. Sie ist für *Cercocebus collaris*, alle Makaken als *Pars scapularis* und in schwacher Ausbildung für *Semnopithecus maurus* festgestellt worden (Schück). Auch bei *Colobus guereza* besteht der Verband in ausgesprochener Weise<sup>4)</sup>.

*Anthropomorphe* zeigen nach Hepburn<sup>5)</sup> eine scharfe Scheidung zwischen beiden Muskeln. Beim Schimpanse wurde eine *Pars scapularis* des *Latissimus*, mit dem *Teres major* verbunden, beobachtet. In einem Falle bildeten zwei schmale, getrennte Bündel die *Pars scapularis*, deren Ansatz selbständig und distal vom *Teres major* am Humerus Anheftung fand (Schück, S. 282, Bild 10). Ihre engere Zugehörigkeit zum *Teres major* geht aus der Abbildung hervor.

Auch Hepburn beobachtete einen feinen Muskelstreifen, welcher vom *Latissimus dorsi* zur Endsehne des *Teres major* gelangte (1892, S. 151) *Gorilla* läßt eine *Pars scapularis* vermissen<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese Ursprungszacke ist den älteren Anatomen bereits bekannt gewesen: sie wird als *Pars scapularis* heutzutage meistens aufgeführt.

<sup>2)</sup> Zuckerkandl 1899, S. 26.

<sup>3)</sup> Schück 1913, S. 274.

<sup>4)</sup> C. C. Polak 1906, S. 33, Abb. 8.

<sup>5)</sup> 1892, S. 151.

<sup>6)</sup> Sommer 1906, S. 5.

Orang nimmt eine Sonderstellung dadurch ein, daß eine breite, orale Randpartie, abgespalten vom *Latissimus dorsi*, humeruswärts mit dem *Teres major* verschmilzt und ihm zuzurechnen ist (Schück, S. 279). Als schmales Bündel wurde dieser Teil auch durch Hepburn und Primrose beobachtet.

#### Mensch.

Eine *Pars scapularis* des *Latissimus dorsi* ist bei niederen Rassen an 53 Individuen 7 mal gefunden worden<sup>1)</sup>. Rechnet man das Vorkommen einer *Pars scapularis* beim Papua hinzu<sup>2)</sup>, so ergibt sich ein Häufigkeitswert von 14,8%.

Für Europäer liegen zuverlässige statistische Beobachtungen nicht vor.

#### b) Verbindungen mit dem Trapezius.

Sie stellen sich im Verlaufe des *Latissimus dorsi* über die Dorsalfläche des *Angulus inferior scapulae* ein und dienen zur Fixation des Muskels an das Schulterblatt. Die Befestigung, welche das Herabgleiten vom Schulterblatte bei stattfindender Drehung desselben zu verhindern bestimmt ist, wird durch Verwachsung mit der *Fascia infraspinata*<sup>3)</sup> außerdem hergestellt.

Verlötungen mit dem aboralen-lateralen Rande des Trapezius durch eine *Fascia* kommen nach Schück<sup>4)</sup> allen von ihm untersuchten Primaten zu, fehlen aber nach Keith<sup>5)</sup> bei 14 genauer darauf geprüften Arten; während sie bei *Macacus silenus* und Orang nach ihm bestehen.

Eine anders zu bewertende Vereinigung beider Muskeln wird nur zuweilen zwischen den Ursprungsteilen in der Nähe der Wirbeldornen, wo sie übereinander lagern, wahrgenommen. Schück hat diesen Zustand nur beim Orang beobachtet<sup>6)</sup>. Beim Schimpanse liegt er aber auch nach Vrolik vor.

Die Vereinigung der freien, entgegengerichteten Ränder beider Muskeln ist für den Menschen durch Keith genauer beschrieben worden.

Eine besondere morphologische Bedeutung kann diesen Verbindungsarten nicht zuerkannt werden.

#### c) Übergreifen der oberflächlichen Schicht der hinteren Muskeln des Oberarmes auf die Endsehne des *Latissimus dorsi*: *Musculus latissimo-brachio-antebrachialis* = *Musculus latissimo-tricipitalis*.

Es handelt sich um die Verbindung einer oberflächlichen Schicht der dorsalen Muskelgruppe des Oberarmes, welche hauptsächlich als

<sup>1)</sup> E. Loth 1912.

<sup>2)</sup> Forster 1904, S. 16.

<sup>3)</sup> J. Henle 1858, S. 28.

<sup>4)</sup> 1913, S. 270.

<sup>5)</sup> 1896, S. XIV.

<sup>6)</sup> 1913, S. 280.



Strecker des Vorderarmes wirksam ist, mit dem Endteile des *Latissimus dorsi*.

Die Vereinigung findet mit der Endsehne und dem anschließenden Fleischkörper des letzteren statt. Dabei gehen aber die Muskelbündel beider nicht unmittelbar ineinander über. Als Zeichen einer erworbenen Verbindung stellt sich eine Zwischensehne zwischen beiden Muskeln ein, welche mehr oder weniger deutlich ausgeprägt bleibt und eine Grenzlinie ist. Wird sie undeutlich, so kann sich ein Übergreifen der Fleischfasern von dem einen in das andere Gebiet einstellen und einen primären Zusammenhang beider vortäuschen (Testut, 1884).

Die oberflächliche Schicht des Vorderarmstreckers ist ursprünglich in ganzer Ausdehnung von den typischen drei Köpfen abgetrennt, welche als *Pars scapularis* im *Caput longum* und als *Pars humeralis* im *Caput laterale* und *Caput mediale* auftreten.

Wenn die oberflächliche Verbindungsschicht mit dem *Latissimus dorsi* besteht, so ist der Vorderarmstrecker ein ausgesprochener vierköpfiger Oberarmmuskel, ein *M. quadiceps brachii*.

Der oberflächliche und der vom Schulterblatte ausgehende Kopf wirken nicht allein streckend auf den Vorderarm ein, sondern ermöglichen auch Bewegungen des Oberarmes im Schultergelenk.

Die ursprünglich selbständige, oberflächliche Schicht geht anfänglich in die Fascie des Vorderarmes über. Sie gewinnt durch sie Beziehungen zum *Olecranon* der Elle, welches die drei anderen Köpfe des Vorderarmstreckers bereits in Anspruch genommen haben.

Weiterhin kommt die in die Fascie übergehende Endsehne der *Latissimus*-schicht des Vorderarmstreckers durch Verschmelzung mit dem *Epicondylus medialis humeri* allmählich in engere Beziehung.

An diesen Zustand fügt sich bei höheren Primaten eine stufenweise verfolgbare Reihe von Rückbildungen der oberflächlichen Schicht an. Sie kennzeichnen sich durch deren Umfangsabnahme sowie durch Verschiebungen der Endsehne in proximaler Richtung. Dabei erhält sich am längsten und deutlichsten der am *Epicondylus medialis humeri* festgeheftete Strang der Endsehne. Er gewinnt eine verhältnismäßig ansehnliche Stärke und kann als Hauptendsehne des *Latissimus*kopfes auftreten.

Indem diese Endsehne zwischen *M. brachialis*, *Caput longum* und *Caput mediale* des Vorderarmstreckers sich fester einlagert, nimmt sie die Stätte ein, an welcher beim Menschen das *Septum intermusculare mediale* sich befindet. Sie bildet einen Teil der anatomischen Unterlage dieser Muskelscheidewand, in welche allerdings noch andere Muskeln der ventralen Gruppe des Oberarmes sich einsenken.

Die Endsehne der oberflächlichen Schicht der Strecker bietet in ihrem Verlaufe zum *Epicondylus medialis humeri* dem *M. brachialis*,

dem *Caput mediale* des Vorderarmstreckers sowie der ventralen Vorderarmmuskulatur Ursprungsflächen dar und wird dadurch als nützlicher Apparat vor weiterer Rückbildung bewahrt, welcher der muskulöse, vom *Latissimus* ausgehende Abschnitt bei den höheren Primaten allmählich verfällt. Als ein Teil des *Septum intermuscul. mediale* gewinnt die Endsehne sogar eine eigene Ausbildung, bedingt durch neue auf sie einwirkende Kräfte. Es sind bei Hylobatiden Zustände bekannt, in welchen das Zwischenmuskelblatt aus Sehnensträngen des oberflächlichen Muskels und aus Eigenbündeln besteht. Letztere bilden schließlich den alleinigen Bestand dann, wenn der Muskelbauch selbst ganz verschwunden ist.

Eine zweite Art der Anheftung leitet sich durch die Verbindung der proximal sich rückziehenden Endsehne ein. Sie verschmilzt mit dem *Caput longum* des Vorderarmstreckers, und zwar bei den verschiedenen Formen in allen Höhen des Oberarmes. Bei größter Rückbildung des Muskelkörpers liegt die Vereinigung unweit des Ursprunges von der *Latissimus*-Endsehne. Beim Menschen werden nur, noch Bindegewebsstränge zwischen letzterer und dem *Caput longum* als häufigere Erscheinungen angetroffen. Wenn auch diese fehlen, so ist vom ganzen Muskel nur noch die zum *Epicondylus medialis humeri* ausgedehnte, aber in neue Dienste getretene Endsehne durch den Vergleich mit niederen Zuständen erkennbar.

Nach der Rückbildung der oberflächlichen Schicht des Vorderarmstreckers strahlt der übrigbleibende und zum *Triceps brachii* gewordene Streckmuskel ebenfalls in die *Fascia antebrachii* ein, und zwar medial vom *Olecranon ulnae*. Wieviel von diesem Abschnitte der Endsehne auf diejenige der rückgebildeten, oberflächlichen Schicht zu beziehen ist, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden. Es ist aber wahrscheinlich, daß auch hier ein Teil derselben durch Verbindung mit der Endsehne des *Triceps brachii* zur nützlichen Verwendung kam; denn die Lage des fascialen Ansatzes ist in früheren und späteren Zuständen die gleiche.

Der Ursprung der oberflächlichen Schicht wird bei allen Primaten gleichartig an der *Latissimus*-Endsehne oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft angetroffen. Der Ansatz unterliegt indessen großen Schwankungen. Sie äußern sich im proximalen Rückzuge der Ansatzstellen vom Vorderarme aus bis in die Gegend des Ursprungsortes.

Die sehr verschiedenen Befunde des Muskels sind bei niederen Abteilungen der Säugetiere und bei denen der Primaten nach und nach festgestellt worden. Die Forscher, welche den Muskel beobachtet und beschrieben haben, gaben ihm Namen, deren Berechtigung aus den je vorgelegenen Eigenschaften sich begründete. So kam es, daß eine Fülle von Bezeichnungen für den wechselvollen Muskel gewählt wurde. Wohl keine einzige Benennung erschöpft das Wesen desselben, welches

für die ganze Säugetierreihe maßgebend ist, da das Gemeinsame außer acht gelassen worden ist, und in der Regel nur Besonderheiten für die Benennung in Betracht gezogen worden sind.

Das Bedürfnis, eine einheitliche Bezeichnung für den Muskel unter den vielen bestehenden zu wählen, welche am besten auf alle Primaten Anwendung findet, entscheidet für den von R. Fick<sup>1)</sup> vorgeschlagenen, auf den Orang anwendbaren Terminus eines *M. latissimo-tricipitalis*, da durch ihn die morphologischen Beziehungen des Gebildes zum *Triceps brachii* und zum *Latissimus dorsi* scharf zum Ausdrucke kommen<sup>2)</sup>. Ganz prägnant ist auch diese Bezeichnung nicht, da der Muskel gemeinsam mit dem *Triceps brachii* die dorsale Gruppe bildet und eigentlich einen *Extensor antibrachii quadriceps* darstellt. Der oberflächliche Muskel ist an sich morphologisch ebenso vollwertig wie das *Caput longum* eines späteren *Triceps brachii*. Die Ursprungsbeziehungen zum *Latissimus dorsi* kommen durch die Bezeichnung einer *Pars accessoria musculi latissimi dorsi* (*Musc. accessorius latissimi dorsi* nach Tyson, 1699; *Accessoire du grand dorsal*, Broca; *Accessory fasciculus* Owens 1868) zum Vorscheine; während alle anderen Eigenschaften durch sie nicht gedeckt werden.

Die Zugehörigkeit zum *Triceps brachii* spricht sich im Namen einer *Portio posterior musculus tricipitis* (*Chef postérieur du triceps*, Milne-Edwards) aus.

Die Streckwirkung auf den Vorderarm, wie sie aber nur bei niederen Primaten angenommen werden kann, drückt sich im *M. extensor cubiti Naumanns* aus. Für Hylobatiden, Anthropomorphen und den Menschen wird die Bezeichnung unzulänglich, da *antibrachiale* Beziehungen aufgegeben worden sind.

Das Gebiet des Muskels wird durch sehr allgemeine Benennung eines *M. dorso-antibrachialis* (Westling) angedeutet. Auf den *Triceps brachii* bleibt sie stets anwendbar; aber auf die oberflächliche Schicht nur im primitiven Säugetierzustande. Die Bezeichnung ist daher nicht erschöpfend.

Die ursprüngliche Zugehörigkeit zum Vorderarmstrecker brachte Cuvier durch die Bezeichnung „*Quatrième extenseur de l'avant bras*“ zum Ausdrucke. Für höhere Primaten wird sie unzureichend, da bei ihnen keine Streckung des Vorderarmes mehr ausgeübt wird.

Als *M. anconaeus quintus*, von Halbertsma und W. Gruber auf-

<sup>1)</sup> 1895, S. 20.

<sup>2)</sup> Die Gründe für die Wahl des Namens waren für R. Fick andere als die, welche uns für die Beibehaltung desselben bestimmen. Ursprung des Muskels am *Latissimus dorsi* und Ansatz an der Endsehne des *Triceps brachii* beim Orang-Utan waren für Fick maßgebend. Er wollte daher auch die Bezeichnung eigentlich nur auf den vorliegenden Befund angewendet wissen.

geführt, gibt der Muskel keinerlei wichtige Merkmale zu erkennen, ebensowenig wie als *Anconaeus accessorius*, wie ihn Kuhl (1820) bei *Ateles* bezeichnet hat.

Die ständigen Ursprungs- und die mannigfaltigen Ansatzformen treten hervor in einem *M. latissimo-olecranalis* (Windle) oder im gebräuchlichen *M. latissimo-condyloideus* (Bischoff, 1879, S. 12) zutage. Diese Bezeichnungen könnten durch einen *M. latiss.-antebrachialis fascialis* im ursprünglichen Sinne und einen *M. latissimo-tricipitalis* im abgeleiteten Verhalten ergänzt werden. Für letztere Bezeichnung könnte die umfassendere: *M. latissimo-brachialis* gewählt werden.

Im *M. dorso-epitrochlearis*<sup>1)</sup> (Duvernoy, Wood, Deniker, Hepburn, Leche) werden die Lage, aber nur eine der vielen Arten des Ansatzes erkennbar.

Bezeichnungen wie die eines *M. omo-anconaeus* (Devis) sind unglücklich gewählt; denn Beziehungen zur *Omoplata* werden durch den Muskel nicht unterhalten<sup>2)</sup>.

Der Muskel erscheint in allen Zuständen voller Ausbildung und schrittweise erfolgender Rückbildung als eine oberflächliche Schicht der dorsalen Gruppe des Oberarmes, welche vom *Latissimus dorsi* ausgeht, aber wechselnde Ansatzgebiete besitzt. Nimmt man den *M. triceps brachii* wegen dessen Beständigkeit als Vertreter der ganzen dorsalen Muskelgruppe hin, so ist das weiter zu besprechende Gebilde eine *Pars superficialis* oder *Pars latissimi dorsi* des *Triceps brachii* oder noch besser der hinteren Muskeln des Oberarmes. Wir lassen ihn als *Musculus latissimo-tricipitalis* weiterhin gelten, um nicht neue Termini einzuführen.

#### *Musculus latissimo-tricipitalis.*

Er kommt allen Säugetieren zu und wird in guter Ausbildung bereits bei *Monotremen* und *Beuteltieren* angetroffen. Die *Primate*n tragen ihn als Erbstück von niederen verwandten Formen. Er ist ein Allgemeingut für sie. Daß er allen Affen zukommt, ist durch H. Burmeister bereits 1846 ausgesprochen worden. Diese Angabe kehrt ständig wieder<sup>3)</sup>. Wo der Muskel vom ursprünglichen Säugetierzustande abweicht, handelt es sich tatsächlich um eine Abänderung; wo er fehlt, um eine Rückbildung.

Der Muskel ist, wie Hj. Grönroos 1903 ausgeführt hat, den alten Anatomen bekannt gewesen. Zergliederungen von Affen ließen ihn erkennen. Galen (1576), Sylvius und Tyson (1699) erwähnen ihn.

<sup>1)</sup> *Dorso-épitrochléen* französischer Forscher (Duvernoy 1855).

<sup>2)</sup> Die für den Muskel gewählten verschiedenen Namen sind bei Testut und später bei Le Double (1897, S. 203), Leche u. a. zusammengestellt worden.

<sup>3)</sup> Kohlbrügge 1897, S. 116; Grönroos 1903.

Im 19. Jahrhundert beschäftigten sich die namhaften Forscher mit ihm und beschrieben ihn allmählich bei allen Vertretern der Primaten.

Die ursprüngliche Anordnung kehrt bei Prosimiern und niederen Affen wieder; die abgeänderte Form der Muskeln stellt sich bei höher stehenden Simiern ein. Die völlige Rückbildung findet sich vielleicht zuweilen bei Anthropomorphen (nach Broca) und in der Regel beim Menschen.

Entsprechend der Rückbildung des Muskels in aufsteigender Reihe ist er bei niederen Primaten am stärksten entwickelt, was nicht unbekannt geblieben ist (s. Kohlbrügge, 1897, S. 117). Er erlangt bei *Papio leucophaeus* eine so stattliche Ausbildung, daß die *Latissimus-Endsehne* sogar untergeordnet erscheint<sup>1)</sup>.

Die hervorstechenden, ursprünglichen Eigenschaften des Muskels beruhen, abgesehen vom Ursprunge am *Latissimus dorsi*, in der völligen Abtrennung von den tieferen Muskeln der hinteren Gruppe des Oberarmes sowie im Übergange in die Fascie des Vorderarmes. Dieser Zustand zeigt die oberflächliche Schicht in sehr großer Selbständigkeit und in einer Absonderung von der ganzen Gruppe, welche die Säugetiere von ihren Vorfahren übernommen haben. Als oberflächliche, in die Fascie ausstrahlende Lage kann sie distalwärts bis zur Hand herabreichen<sup>2)</sup>. Als solche hat sie auch die Vereinigung mit dem *Latissimus dorsi* eingehen können, welche sie niemals wieder aufgegeben hat. Daß diese Verbindung eine erworbene ist, hat H. Burmeister bereits 1846 in dem mustergültigen Werke über *Tarsius spectrum* gegen J. T. Meckel und Burdach ausgesprochen<sup>3)</sup>. Sie hat sich immerhin zwischen Gliedern von zwei größeren Gruppen eingestellt, welche durch Lage in der Gliedmaße und durch die Art der Innervation enger zusammengehören. Die eine dieser Gruppe umfaßt die durch die *Nervi subscapulares* und den *Nervus axillaris*, die andere die durch den *Nervus radialis* am Oberarme versorgten Gebilde.

In welcher Weise die mittelbare Verbindung zwischen beiden Muskeln sich anbahnt, ist bei den Säugetieren nicht mehr zu erkennen. Verschiedene Zeichen sprechen für einen früheren engeren Anschluß der *Subscapularis-Gruppe* an die hintere Gruppe der Oberarmmuskeln. Ich nenne den scapularen Ursprung des *Caput longum* des *Triceps brachii*, den beim Schimpansen von Duvernoy beobachteten Übergang eines Bündels des *Teres major* in das *Caput mediale* und ferner den Verband der oberflächlichen Schicht der hinteren Oberarmgruppe mit dem *Latissimus dorsi*.

<sup>1)</sup> Pagenstecher 1867.

<sup>2)</sup> Edentaten: *Pholidotus*, *Cyclothurus*.

<sup>3)</sup> 1846, S. 50: Der *Latissimus dorsi* ist bloß die Basis für den Muskel, nicht seine Quelle.

Daß der *Musculus latissimo-tricipitalis* zum Endgebiete des *Nervus radialis* gehört, geht aus seiner Stellung zum *Triceps brachii* hervor und ist im übrigen für den Muskel der Primaten verschiedentlich festgestellt worden<sup>1)</sup>.

Die Funktion des Muskels ist erstens aus Ursprung und Ansatz und zweitens aus der Verbindung mit dem *Latissimus dorsi* abzulesen. Denkt man sich die Wirkung des Muskels allein und ohne gleichzeitiges Eingreifen des *Latissimus dorsi*, so äußert sie sich ursprünglich in Streckung des Vorderarmes, wobei durch den Übergang in die *Fascie distale* Strecken derselben sich darbieten. Durch Anheftung am *Olecranon* und an benachbarten Teilen der *Ulna* tritt die gleichsinnige Wirkung mit dem *Extensor triceps antebrachii* schärfer hervor, und der gesamte Komplex der Strecker stellt sich deutlicher als ein *M. quadriceps* dar.

Ist der Ansatz des Muskels auf den Oberarm verlegt, so ist die ursprüngliche Wirkung auf den Vorderarm ausgeschaltet und durch die sekundäre Einwirkung auf den Oberarm eingeleitet. Diese kann nun ohne gleichzeitiges Eingreifen des *Latissimus dorsi* schlechterdings nicht vor sich gehen. Beide Muskeln greifen auf den gleichen beweglichen Abschnitt der Gliedmaße ein und sind in funktioneller Beziehung als einheitliches Gebilde aufzufassen. Die Angriffspunkte des *Latissimus dorsi* auf den *Humerus* pflanzen sich durch den *Latissimo-tricipitalis* auf weiter distal gelegene Stellen des Oberarmes fort und werden eine Sicherung der Wirkung des ersteren zustande bringen.

Es ist nun ohne weiteres ersichtlich, daß diese gemeinsame Funktion auch im ursprünglichen Stadium der Ansatzart des *Latissimo-tricipitalis* eine große, aber nicht die alleinige Rolle spielen wird.

Mit dem Verluste der Streckfähigkeit auf den Vorderarm tritt der letztere ganz in den Dienst des *Latissimus dorsi* und wird zu einer *Pars latissimo-brachialis*.

Durch den Umstand einer unbedingten Zusammenwirkung beider Muskeln ist der Grund gelegt für eine weitere Rückbildung des *Latissimo-tricipitalis*, welche durch wechselseitige Weiterentfaltung des *Latissimus dorsi* ausgeglichen werden muß. In gleicher Weise wird auch der *Triceps brachii* eine kompensatorische Ausgestaltung mit der Rückbildung der Beziehungen zum Vorderarm durch den *Latissimo-tricipitalis* erfahren haben.

Aus der Verbreitungsart des ursprünglichen Verhaltens des *Latissimo-tricipitalis* bei Halbaffen und niederen Affen ist zu folgern, daß die Vorteile, durch die streckende Einwirkung des Muskels auf den Vorder-

<sup>1)</sup> Champneys 1872 (Schimpanse), Westling 1884 (Orang), Eisler 1890 (Gorilla), Kohlbrügge 1890 (*Hylobates*), Hepburn 1892 (*Hylobates*, *Anthropomorphe*), Fick 1895 (Schimpanse), Michaelis 1903.

arm bedingt, für die Fortbewegung des Körpers die gleichen wie bei niederen Säugetieren geblieben sind. Diese Vorteile in allen Einzelheiten genau zu bestimmen, ist uns nicht gestattet.

Die Tatsache, daß der Muskel im veränderten Zustande, durch Eingreifen auf den Oberarm sich äußernd, bei den höheren Primaten sich einstellt, weist darauf hin, daß er mit dem Freierwerden der vorderen Gliedmaße ausschließlich der Sicherung der Bewegungen im Schultergelenke Dienste leistet. Diese Funktionsänderung kann zugleich auf die bei Hylobatiden beginnende und bei den Anthropoiden weiter geführte Aufrichtung des Körpers bezogen werden, da die Erscheinungen bei diesen Formen zusammenfallen und vor allem die oberen Gliedmaßen aus den Apparaten für die Fortbewegungen des Körpers mehr und mehr ausschalten. Weiterhin kann die Tatsache, daß der Muskel bei Anthropomorphen sich rückbildet und beim Menschen verschwunden ist, dahin gedeutet werden, daß die Ausschaltung der vorderen Gliedmaße als Fortbewegungsapparat des Körpers die Bedeutung des Muskels illusorisch gemacht hat.

Der Versuch, dem *M. latissimo-tricipitalis* bei der kletternden Bewegung eine bevorzugte Rolle zuzuschreiben<sup>1)</sup>, scheidet an der Tatsache seines Vorkommens bei allen Säugetieren.

Wenn man sich die Wirkung als eine verstärkende des *Latissimus dorsi* vorstellt, so wird wohl das Richtige getroffen und auf alle Fälle anwendbar sein. Die vorgestreckte Gliedmaße wird durch ihn energischer nach hinten, die seitwärts erhobene aber gegen den Rumpf bewegt werden<sup>2)</sup>. Diese Leistung kommt den Organismen sowohl beim Fortbewegen auf der Erde als auch beim Klettern zugute, wobei der Angriffspunkt am Vorder- oder Oberarme sich befinden kann. Im ersteren Falle wirkt er als langer, im letzteren Falle als kürzerer Hebelarm<sup>3)</sup>. Die in ihren Bewegungen freier gewordene Gliedmaße des Menschen erhält durch den *Latissimus dorsi* allein diejenige Sicherung bestimmter Einstellungen, an welchen sich vorher noch der *Latissimo-tricipitalis* hat beteiligen können.

Die morphologische Bedeutung des Muskels ist für die Feststellung allgemeiner stammesgeschichtlicher Beziehungen der Primaten zur Säugetierklasse etwa ebensogroß wie diejenige des Hautrumpfmuskels. Beide kommen allen Säugern zu; beide werden aus dem Bauplane höherer Primaten ausgeschaltet. Letzterer Umstand erlaubt aber auch Schlüsse auf engere phylogenetische Zusammenhänge der letzteren untereinander. Da der Muskel bei ihnen ein rückgebildetes Organ ist, so läßt sich nach seinem Ausbildungsgrade bei verschiedenen

<sup>1)</sup> Vrolik, Duvernoy, Gratiolet und Alix, Sirena.

<sup>2)</sup> Michaelis 1903, S. 219.

<sup>3)</sup> Schück 1913, S. 291.

Gattungen und Rassen diesbezüglich mit genügender Sicherheit deren allgemeine Stellung zueinander bestimmen. Für die menschlichen Rassen sollte diese Erscheinung mit Nutzen verwendet werden können.

Hier hat die Forschung aufs neue einzusetzen. Bereits erzielte Ergebnisse sind dabei immer wieder als Ausgangspunkte zielbewußter Untersuchungen zu berücksichtigen. Diese werden sich ausweiten, sobald z. B. die Fragen kompensatorischer Ausbildung bestehen bleibender Muskeln beim Rückgange anderer beantwortet werden sollen. Derartige Fragen sind bisher nicht gestellt worden. *Latissimus dorsi* und *Teres major* werden zunächst hierbei in Betracht kommen.

Die wichtigsten, über den *Latissimo-tricipitalis* bekannt gewordenen Daten seien in folgenden zusammengestellt.

#### Prosimiae.

Der Muskel ist bei allen Familien in kräftiger Ausbildung angetroffen worden. Die Endsehne, welche bei *Nycticebus* in der Nähe oder bei *Lemur* kurz über dem *Olecranon* aus dem *Bauche* hervorgeht, zeigt die ursprünglichen Beziehungen zum Vorderarme<sup>1)</sup>. Durch die Anheftung am *Olecranon* (*Lemur*) erscheint er als ein 4. Kopf des Vorderarmstreckers. — *Murie* und *Mivart* lassen die Endsehne in die Vorderarmfascie zwischen *Olecranon* und *Condylus medialis humeri* übergehen und heben dadurch die ursprünglichen Beziehungen hervor (1872, S. 32).

Genauere Angaben beziehen sich auf die folgenden Formen:

#### Lemuridae.

*Lorisinae*. Der Ansatz erfolgt bei *Stenops d'Illiger* (*Nycticebus*) nach *Vrolik*<sup>2)</sup> am *Condylus medialis humeri*. — Bei *Nycticebus Potto* heftet sich der vom *Triceps brachii* getrennte Muskel nach *van Campen*<sup>3)</sup> am medialen Rande des *Olecranon* fest.

*Lemurinae*. Die Anheftung stellte *Cuvier* bei *Lemur varius* an der *Ulna* fest.

*Galaginae*. Der als *Anconaeus quintus* bei *Otolicnus Peli* aufgeführte Muskel entspringt nach *Hoekema Kingma*<sup>4)</sup> sehnig am Vorderrande des *Latissimus dorsi*. Nach einem Verlaufe an der Innenfläche des Oberarmes heftet er sich medial am *Olecranon* fest. Der Ansatz ist bei *Galago allenii* nach *Murie* — *Mivart*<sup>5)</sup> ein gleicher.

*Chiromyinae*. Der bei *Chiromys madagascariensis* breit von der *Latissimus dorsi*-Endsehne ausgehende Muskel bleibt vom *Triceps brachii* getrennt (*Zuckerkandl*). Er heftet sich nach *Zuckerkandl*<sup>6)</sup> me-

1) 1843, S. 107.

2) 1859, S. 34.

3) 1855, S. 25.

4) 1872, S. 32.

5) 1899, S. 30.

6) 1863, S. 30.



dial am Olecranon, nach R. Owen<sup>1)</sup> am Olecranon und Humerus, nach Oudemans<sup>2)</sup> nur am Condylus medialis humeri fest. Die hier nach bei Chiromys bestimmbaren Schwankungen äußern sich in einer proximalen Verschiebung des Ansatzes von der Ulna zum Humerus.

#### Tarsiidae.

Der Ansatz liegt bei *Tarsius spectrum* nach H. Burmeister<sup>3)</sup> an gleicher Stelle wie bei *Otolicnus* und *Nycticebus* am Olecranon.

#### Simiae.

*Platyrrhina*. Bei sonst gleichen Verhältnissen wie bei den vorigen scheint die Grenze zwischen Fleischkörper und Endsehne proximalwärts verschoben zu sein. Ihre Lage wird für *Cebus apella* im distalen Drittel des Oberarmes angegeben (Schück). Auf die kräftige Muskelanlage bei *Cebus* ist schon von Macalister (1867, S. 453) hingewiesen worden. Der Ansatz liegt bei *Ateles* am Olecranon (Meckel, Kuhl 1820, S. 20, A. Macalister 1871).

#### Catarrhina.

*Cercopithecidae*. Auch bei ihnen sind die ursprünglichen Säugtierzustände in allen wesentlichen Punkten erhalten geblieben. Der Muskel ist durch eine Zwischensehne im Ursprunge vom *Latissimus dorsi* scharf abgesetzt. Ein breiter und platter, ansehnlicher Bauch geht, scharf begrenzt, in eine breite Endsehne über. Sie heftet sich am Medialrande des Olecranon fest, geht breit in die Vorderarm-Fascie über und gewinnt Anheftungen am medialen Vorsprunge des Oberarmknochens. So erfolgt der Ansatz bei *Macacus inuus* am Olecranon und Condylus medialis humeri (Duvernoy 1855), oder am Olecranon allein (Meckel, Burdach), was auch für *Papio* zutrifft (Burdach 1838, Macalister). E. Burdach fand die Olecranon-Insertion in gleicher Weise bei *Cercopithecus* (1838, S. 20). Die Grenze zwischen Fleischkörper und Endsehne fällt wie bei *Platyrrhinen* in das distale Drittel des Oberarmes bei *Cercopithecus sabaeus* (Schück).

*Semnopitheciden* besitzen einen noch in ganzer Ausdehnung vom *Triceps brachii* abgeschiedenen Muskel, dessen Endsehne sich entweder erst im distalen Sechstel oder im distalen Drittel des Oberarmes entwickelt, um zum medialen Rande des Olecranon zu gelangen<sup>4)</sup>. Für *Semn. entellus* beschreibt Grönroos die Olecranon-Insertion.

Die Abgrenzung gegen den *Latissimus* durch eine Zwischensehne ist auch den *Semnopithecinen* zu eigen. Cl. Polak beschreibt sie für

<sup>1)</sup> 1888, S. 5.

<sup>2)</sup> 1846, S. 50, 54.

<sup>3)</sup> Schück 1913, S. 290.

<sup>4)</sup> Kohlbrügge 1897, S. 116.

*Colobus guereza*<sup>1)</sup>. Der Ansatz am Olecranon wird für zwei *Colobus*-arten von Grönroos angegeben (1903, S. 60).

Es gehört zu den wichtigsten Merkmalen des Muskels aller aufgeführten, niederen Primaten, daß eine Anheftung am *Septum intermusculare mediale* fehlt. Diese Ansatzweise spielt erst bei den *Hylobatiden* eine bedeutsame Rolle; sie wird dadurch zu einem Kriterium der Bestimmung engerer verwandtschaftlicher Beziehungen dieser Affengattung zu den *Anthropomorphen* und zum Menschen.

#### *Hylobatidae*.

Die Ursprungsbeziehungen zum *Latissimus dorsi* scheinen im allgemeinen einem Wechsel nicht zu unterliegen. Der Muskel ist immer gut entwickelt, was auch im Ursprunge zum Ausdruck kommen kann. Derselbe liegt bei *Hyl. leuciscus* an der ganzen Vorderfläche der Endsehne des *Latissimus dorsi* und breitet sich an ihr zwischen distalem und proximalem Rande aus (Grönroos 1903, S. 20). Bei *Hyl. lar* bleibt die Ursprungsfläche von den Rändern entfernt (1903, S. 27).

Die Grenze zwischen Bauch und Endsehne erleidet im Vergleiche mit den niederen Simiern eine nicht unerhebliche proximale Verschiebung. Sie entfällt bei *Leuciscus* nach Bischoff in die Mitte und bei *H. syndactylus*<sup>2)</sup> in die obere Hälfte des Oberarmes, ist aber bei anderen Arten bis in den Distalabschnitt des oberen Drittels verschoben worden<sup>3)</sup>. Ist dies der Fall, dann sind die distalen Bündel schräg, die proximalen mehr und mehr quer und selbst gegen den Kopf des Humerus gerichtet. Der platte Muskelkörper empfängt eine abgestumpfte, dreieckige Gestalt (Grönroos).

Der Muskel lagert dem *Caput mediale* des *Triceps brachii* regelmäßig auf.

Die stattliche Endsehne nimmt eine aponeurotische Beschaffenheit an. Sie hat im Gegensatze zu allen tiefer stehenden Primaten die unmittelbaren Beziehungen zum Vorderarme verloren, gelangt nach Macalister noch zum Olecranon; sie ist bei *H. leuciscus* und *H. agilis* scharf abgegrenzt gegen die *Fascia brachii*, welche sich aber an die Endsehne weiterhin anlehnt.

Die Ansatzgebiete der Endsehne sind vorwiegend der *Epicondylus medialis humeri* (*Leuciscus*, *Agilis*) und bei *H. syndactylus* die Oberarmfascie, welche aber auch anderen Arten zur Aufnahme der Endsehne bestimmt sein kann. Deniker (1885) beschreibt den Ansatz am *Epicondylus* rechterseits; Chapman (1900) beschreibt ihn von *Leuciscus*.

Die derben zum *Epicond. med. humeri* ziehenden Sehnenstränge,

<sup>1)</sup> 1908, S. 34.

<sup>2)</sup> Schüek.

<sup>3)</sup> Kohlbrügge 1890; S. 233; Grönroos 1903.

welche als ein freier Strang vom Humeruskörper zu ihm nach Hj. Grönroos immer bestehen, bilden einen Teil der Unterlage für ein allmählich deutlicher werdendes Septum intermusculare mediale, von welchem die benachbarten ventralen (*Biceps brachii*) und dorsalen Muskeln (*Caput mediale* des *Triceps brachii*) Ursprungsbündel beziehen können. Ein Nebenkopf des *Biceps brachii* geht dabei von einem Sehnenstrange aus, welcher vom *Tuberculum minus* zum Septum verläuft. Mit der Anheftung des *Latissimo-tricipitalis* an diesem tuberculo-septalen Sehnenstrange entsteht eine Art Muskelkette, welche, in gemeinsamer Funktion gedacht, vom *Latiss.-tricipitalis* auf die vordere Gruppe bis auf den Vorderarm übergreifen. A. Keith (1891) erwähnt diesen Apparat von H. lar., Hj. Grönroos (1903, S. 39) widmet ihm besondere Aufmerksamkeit.

Die Ausdehnung vom *Epicondylus* auf das distale Drittel des Humerus ist von Kohlbrügge angegeben, bis zur Mitte des Oberarmes von Hartmann.

Die Anheftung am *Septum intermusculare* ist von W. Barnard 1876, Bischoff 1880, R. Hartmann 1883, J. Deniker 1885, Hepburn 1892 und Kohlbrügge beobachtet worden. Letzterer hat die verschiedenen Ausbildungsgrade der Muskelscheidewand, welche durch die Endsehne des *Latiss.-tricipitalis* bedingt werden, genauer angegeben; er führt das *Septum mediale* auch beim Menschen auf die Endsehne des *Latissimo-tricipitalis* zurück. Dieser Ableitung ist nur bedingterweise zuzustimmen, da auch der *Coraco-brachialis* und der *Pectoralis major* Anteil nehmen an der Bildungsgeschichte jener Muskelscheidewand. Grönroos hat die Zusammensetzung des *Septum intermusculare mediale* bei vier verschiedenen *Hylobates*-arten sehr gründlich untersucht und gefunden, daß dasselbe bereits aus Eigenfasern bestehe, welche von der Ansatzstelle des *Coraco-brachialis* zum *Epicond. medialis* sich ausdehnen, daß ihm ein Sehnenstrang außerdem zugehöre, welcher vom *Tuberculum minus* zum Humerus gelangt. An diesem Strange entsteht ein Kopf des *Musc. biceps brachii* (*Caput tuberculo-septale*). Schließlich werden Teile des *Latissimo-tricipitalis* im *Septum* gefunden; sie bilden die distale, frei über den *Nervus ulnaris* zum *Epicondylus medialis* ausgedehnte Strecke.

Der Wechsel des Ansatzes am *Epicondylus medialis* kann durch Vorhandensein und Fehlen an der einen und anderen der beiden Körperseiten zu schärferem Ausdrucke gelangen (J. Deniker). Grönroos vertritt auf Grund seiner Untersuchungen an elf Gliedmaßen die Ansicht, daß die Ausdehnung der Endsehne bis zum *Epicondylus* immer bestehe und daß diese Strecke der eigentlichen Endsehne entspreche (1903, S. 23), welcher sich allerdings die anderen beiden Bestandteile des *Septum intermusculare* hinzugesellen.

Der Übergang des Muskels in das Caput mediale des Triceps brachii kann neben den anderen Ansatzarten bestehen. Bei *Hylobates lar* wird er durch einen Teil des Fleischkörpers hergestellt; während er bei *Hyl. Gibbon*, *H. lar* und *H. Mülleri* durch Sehnenfasern mit der Fascia des Triceps zustande kommt<sup>1)</sup>. Im Vergleiche mit dem Verhalten bei Prosimiern und niederen Affen ist der Zusammenhang mit dem Caput mediale ein progressiver Zustand.

Die Versorgung des Muskels durch den Nervus radialis ist von Kohlbrügge<sup>2)</sup> für *Leuciscus*, *Agilis* und *Syndactylus* festgestellt worden. Ein zum Caput mediale des Triceps brachii ziehender Nerv durchbohrt bei *Leuciscus* und *Agilis* die Endsehne des Latiss.-tricipitalis, bevor er das Endgebiet erreicht. Hepburn<sup>3)</sup> bestätigte die Versorgung des Muskels durch den N. radialis.

Die Hylobatiden haben den Cercopitheciden gegenüber sehr eingreifende Wandlungen am Muskel zu verzeichnen. Sie äußern sich im wesentlichen darin, daß Vorderarmabschnitte nicht mehr als Ansatzpunkte dienen, daß der Oberarm als alleiniges Angriffsgebiet dient. Dabei nimmt der Muskel einen stattlichen Umfang an und übertrifft darin das Gebilde der Anthropomorphen, was Deniker allerdings für *Hylobates* und *Gorilla* hervorhebt.

Die Eigenheiten des Muskels der Hylobatiden treten zum Teil schärfer bei den Anthropomorphen hervor. Diese lassen aber auch ursprünglichere Einrichtungen wieder zum Vorschein treten.

Dieser Umstand hängt damit zusammen, daß die Oberarmmuskulatur der Hylobatiden auch an der Beugergruppe eine sehr eingreifende Umgestaltung erfahren und den einem kurzen Kopfe des Biceps brachii anderer Simier gleichwertigen Muskel in nachbarliche Beziehungen zum Ansatz des Latissimo-tricipitalis gebracht hat. Diese von Grönroos genauer dargestellten Einrichtungen stehen im Einklange mit dem hohen Leistungsvermögen der oberen Gliedmaße, welches sich beim lebhaften, sprungweise erfolgenden Fortbewegen der Hylobatiden äußert. Es handelt sich um besondere Ausbildungen jener Muskeln in Anpassung an die Lebensweise; und es erscheint als eine äußerst dankenswerte Aufgabe, zu bestimmen, ob die Anthropomorphen die bei den Hylobatiden erworbenen Eigenheiten in ihrer Vergangenheit ebenfalls besessen haben. Die Frage ist durch die Vergleichung der Biceps-Gruppe zu behandeln und berührt unseren Gegenstand nicht unmittelbar<sup>4)</sup>.

1) Siehe Grönroos 1903, S. 27. Auch J. Deniker beobachtete den Übergang in die Fascia brachii linkerseits (1885, S. 140).

2) 1890, S. 235.

3) 1892.

4) Das Umfassendste über diese Frage ist in der Arbeit von Grönroos 1903 enthalten.

**Anthropomorphae.**

**Schimpanse.** Der Muskel ist beständig und nur von P. Broca<sup>1)</sup> vermißt worden; er wird von J. Symington<sup>2)</sup> und A. Keith<sup>3)</sup> kräftiger als wie beim Gorilla bezeichnet. E. Tyson erwähnt ihn bereits 1699. W. Vrolik beschreibt und bildet ihn 1841 ab. G. L. Duvernoy beobachtete ihn 1855, und seitdem ist er etwa noch 20 mal von den Forschern beschrieben worden.

Der Ursprung unterliegt keinem nennenswerten Wechsel. Der platte Muskelbauch geht nach A. Schück<sup>4)</sup> erst im distalen Drittel des Oberarmes, nach Hj. Grönroos zwischen 2. und 3. Drittel des Oberarmes (1903, S. 46) in die Endsehne über; er verhält sich demgemäß ursprünglicher als bei Hylobatiden. Die Endsehne reicht in Übereinstimmung hiermit auch weiter distalwärts herab.

Im Ansatz treten Schwankungen auf, welche nach der Ursprünglichkeit sich ordnen lassen.

Anheftungen am Olecranon wurden gleichzeitig mit solchen am Epicondylus medialis von W. Vrolik<sup>5)</sup> wahrgenommen.

Olecranon, Epicondylus medialis und Oberarmfascie nehmen die Endsehne nach L. Testut<sup>6)</sup> auf.

Diesen Ansatzstellen gesellt sich das Caput mediale des Triceps brachii nach Hj. Grönroos<sup>7)</sup> hinzu.

Nach Ausschaltung des Ansatzes am Olecranon gelangt die Endsehne allein zum Epicondylus medialis nach E. Tyson<sup>8)</sup>, Gratiolet und Alix<sup>9)</sup>, Fr. Champneys<sup>10)</sup>, W. S. Barnard<sup>11)</sup>, J. Sutton<sup>12)</sup>, F. E. Beddard<sup>13)</sup>, H. Chapman<sup>14)</sup> und J. Symington<sup>15)</sup>.

Epicondylus medialis und Caput mediale des Triceps brachii nehmen die Endsehne nach R. Hartmann<sup>16)</sup> auf.

Die Ausschaltung des Olecranon und Epicondylus medialis ist eine

1) 1869, S. 313. Bischoff hat 1879 die Angabe Brocas als unzutreffend zurückgewiesen.

2) 1890.

3) 1899.

4) 1913.

5) 1841, S. 18.

6) 1884, S. 120.

7) 1903, S. 46.

8) 1699, S. 88.

9) 1866, S. 157.

10) 1872, S. 180.

11) 1876, S. 137.

12) 1884, S. 76.

13) 1895, S. 185.

14) 1879, S. 54.

15) 1889, S. 630.

16) 1883.

seltenerer Erscheinung. Der Ansatz findet sich dann nach Humphry<sup>1)</sup> am Triceps brachii, am Septum intermusculare mediale nach D. Hepburn<sup>2)</sup>, am Septum und an der Triceps-Endsehne nach B. G. Wilder<sup>3)</sup> und R. Fick<sup>4)</sup>.

Nach Verlust distaler Ansatzgebiete verliert sich die Endsehne in der Oberarmfascie und kann nach A. Macalister<sup>5)</sup> bis in deren Mitte proximalwärts verschoben sein. Gervais beobachtete nach L. Testut<sup>6)</sup> einen ähnlichen Fall.

Der ursprüngliche Ansatz am Vorderarm stellt eine Ausnahme dar. In der Regel nimmt der Epicondylus medialis die Endsehne auf. Aber auch er kann ausgeschaltet werden; dann rückt die Ansatzstelle proximalwärts hinauf und kann bei stärkster Umwandlung in der Mitte des Oberarmes in der Fascie angetroffen werden.

Die Versorgung des Muskels durch den Nervus radialis ist durch Grönroos<sup>7)</sup> zweimal festgestellt worden.

#### Gorilla.

Der Muskel wurde zuerst von G. L. Duvernoy 1856 als Latissimcondyloideus beschrieben. Er ist, wie auch spätere Forscher angeben, nicht sehr umfangreich<sup>8)</sup>, aber ganz selbständig. Der geringe Umfang äußert sich bei einem von A. Sommer<sup>9)</sup> untersuchten erwachsenen Weibchen in der nur 1 cm Breite erreichenden Ursprungssehne. Der Muskelbauch ist dementsprechend dünn und platt.

Der Umfang des Muskels hat im Vergleiche mit demjenigen beim Schimpanse abgenommen. Nichtsdestoweniger ist er ein beständiges Gebilde geblieben und als solches von allen Forschern, welche sich mit dem Gegenstande befaßt haben, festgestellt worden. Eine einzige Ausnahme macht P. Broca, dessen Angabe von Th. Bischoff als unzutreffend zurückgewiesen worden ist.

Der Muskel ist neunmal beschrieben worden<sup>10)</sup>.

Der Ursprung hebt sich gegen die Endsehne des Latissimus dorsi scharf ab. Einige Fleischbündel können aber in den Muskelbauch des

1) 1867, S. 159.

2) 1892, S. 159.

3) 1861, S. 359.

4) 1895, S. 313.

5) 1871, S. 344.

6) 1884, S. 120/121.

7) 1903, S. 47.

8) A. Macalister 1873, H. Chapman 1878, Th. Bischoff 1879, Sommer 1906, A. Pira 1913.

9) 1906, S. 17.

10) Duvernoy 1856, A. Macalister 1870, H. C. Chapman 1879, Th. Bischoff 1879, J. Deniker 1885, J. Symington 1890, D. Hepburn 1892, A. Sommer 1906, A. Pira 1913.

letzteren ohne erkennbare Grenze übergehen, was A. Pira<sup>1)</sup> beschreibt. Eine Grenzlinie wäre durch die Durchkreuzung beider Bündelarten aufgehoben.

Die Endsehne kann in ursprünglicher Weise wie bei Schimpanse bis zur Fascia antibrachii herabreichen, was A. Macalister<sup>2)</sup> beschreibt, oder nach J. Deniker<sup>3)</sup> das Olekranon erreichen.

Der Epicondylus medialis nahm die Endsehne bei den Befunden von G. Duvernoy<sup>4)</sup>, H. Chapman<sup>5)</sup>, Th. Bischoff<sup>6)</sup> und J. Symington<sup>7)</sup> auf.

Nach weiterer Verkürzung findet sich der Ansatz der Endsehne nach R. Hartmann<sup>8)</sup>, D. Hepburn<sup>9)</sup>, A. Sommer<sup>10)</sup> und A. Pira<sup>11)</sup> am Septum intermusculare mediale, wobei aber noch Sehnenstränge zum Epicondylus herabreichen.

Bei stärkster, proximaler Verschiebung geht die Endsehne in die Fascie des Oberarmes über, was durch J. Deniker<sup>12)</sup> bei einem Fötus beobachtet worden ist.

Der auf dem Wege der Rückbildung sich befindende Muskel des Gorilla unterliegt nach den vorliegenden Beobachtungen fraglos größeren individuellen Schwankungen, welche in einer proximalwärts sich verschiebenden Ansatzweise am sinnfälligsten sich äußern. Der Breitengrad der Schwankungen ist einerseits durch die primitiven Beziehungen zur Vorderarmfascie, wie sie bei Halbaffen, Platyrrhinen und Cercopitheciden bestehen, begrenzt, andererseits durch den erworbenen Übergang der Endsehne in das Septum intermusculare oder in die Oberarmfascie, wie er den Hylobatiden ganz zu eigen ist.

Die Breite der Schwankungen gleicht derjenigen beim Schimpanse. Nur scheint das primitivere Verhalten beim letzteren häufiger als beim Gorilla vertreten zu sein. Diesbezügliche Unterschiede werden einmal durch statistische Werte sich genauer bestimmen lassen.

#### Orang.

Der Muskel, von Duvernoy 1856 ebenfalls zuerst genauer beschrieben, ist, wie es scheint, niemals vermißt worden. Wir verfügen

1) 1913, S. 328.

2) 1873, S. 502.

3) 1885, S. 137. Deniker beschreibt das Verhalten von einem jungen Tier.

4) 1856, S. 80.

5) 1878.

6) 1880, S. 12.

7) 1889.

8) 1883, S. 156.

9) 1892, S. 159.

10) 1906.

11) 1913.

12) 1885.

über vierzehn Beobachtungen<sup>1)</sup>. Als regelmäßiges Gebilde hat er sich auch einen ansehnlichen Umfang bewahrt, welcher am breiten, fleischigen Abschnitte zutage tritt. Die Innervation durch den N. radialis wurde durch Grönroos zweimal beobachtet (1903, S. 44).

Der Ursprung kann wie bei niederen Primaten muskulös sein. So wird er von A. Schück abgebildet. Er kann aber zu einer längeren Sehne umgewandelt sein, wie ihn R. Fick beschreibt.

Die Endsehne entwickelt sich nach Th. Bischoff und J. Deniker erst im distalen Drittel, was einem primitiven Verhalten gleichkommt. Sie entsteht etwas weiter proximal, nach Hj. Grönroos und Schücks<sup>2)</sup> Darstellung. Die Grenze liegt nach Grönroos zwischen 3. und 4. Viertel (1903, S. 43).

Individuelle Schwankungen beherrschen auch hier das Ansatzgebiet.

Das Olecranon nimmt die Endsehne nur noch selten auf. G. Duvernoy und W. S. Church<sup>3)</sup> erwähnen diesen Zustand. Dabei greift der Ansatz auf die Fascia brachii über.

Das Übergreifen auf den Epicondylus medialis humeri ist von Th. Bischoff<sup>4)</sup> beobachtet worden.

Epicondylus und Septum intermusculare bieten der Endsehne Ansatzpunkte dar nach G. Duvernoy und Hj. Grönroos<sup>5)</sup>. Letzterer sah die Endsehne bei zwei Tieren am distalen Viertel der Humeruskante und an den Eigenbündeln des Septum befestigt.

Das Septum intermusculare wird am häufigsten als Ansatzstelle angegeben, und zwar von H. Chapman, R. Hartmann, A. Primrose, D. Hepburn, F. Beddard und R. Fick.

Ein gleichzeitiger Ansatz am Septum und mittelst eines fleischigen Endabschnittes an der Ansatzsehne des Triceps brachii am Olecranon ist von R. Fick<sup>6)</sup> beschrieben worden.

Eine nennenswerte Verschiedenheit im Ansatz des Muskels von Orang gegenüber demjenigen von Schimpanse und Gorilla besteht nach den vorliegenden Beobachtungen in dem verhältnismäßig häufigen Übergreifen der Endsehne auf das Septum beim Orang. Es findet zehnmal an vierzehn Befunden statt, bildet aber eine Ausnahme beim Schimpanse.

<sup>1)</sup> G. L. Duvernoy 1856, S. 80; W. S. Church 1861, S. 512; Th. Bischoff 1870, S. 210; H. Chapman 1880, S. 162; R. Hartmann 1883, S. 156; A. Primrose 1900, S. 21. D. Hepburn 1892, S. 159; F. Beddard 1895, S. 206; R. Fick 1895, S. 20 und 298 (2 Fälle); Deniker 1885; Hj. Grönroos 1903, S. 43 (2 Fälle); A. Schück 1913 (2 Fälle).

<sup>2)</sup> 1913, S. 290.

<sup>3)</sup> 1861, S. 512.

<sup>4)</sup> 1870, S. 210.

<sup>5)</sup> 1903, S. 43.

<sup>6)</sup> 1895, S. 20.



bei welchem es nur dreimal in 20 Fällen beschrieben ist, und Gorilla, welcher es viermal in neun Fällen zeigt.

Wenn es sich hier auch nur um vorläufige Ergebnisse handelt, so hebt sich doch aus ihnen die Tatsache heraus, daß Schimpanse und Gorilla sich enger aneinander schließen und vom Orang sich schärfer unterscheiden.

Orang schließt sich durch die kräftige Entfaltung des Muskels sowie durch die häufige Insertion am Septum intermusculare mediale enger an die Hylobatiden an, bei denen beide Eigenschaften regelmäßig sich einstellen. Man wird daher daran denken können, daß Orang den Zustand der Hylobatiden vollgültig einmal besessen habe, ihn jetzt aber nur noch im Stadium der Verkümmernng darbiere. Es ist aber auch möglich, daß das Verhalten bei Orang nur eine Vorstufe der Höchstentfaltung des Muskels der Hylobatiden sei.

Beide Ansichten bleiben diskutierbar, namentlich nachdem Hj. Grönros<sup>1)</sup> festgestellt hat, daß das Septum intermusculare der Hylobatiden und von Orang nicht ausschließlich ein Produkt des Latissimo-tricipitalis ist, sondern auch aus Eigenfasern besteht.

Für die Annahme indessen, daß Schimpanse und Gorilla mit der diesbezüglichen Organisation der Hylobatiden übereingestimmt und durch Rückbildung des Muskels ihr jetziges Gepräge erhalten haben, fehlen deutliche Merkmale. Beide Anthropomorphe schließen sich im ganzen enger an den Menschen an.

Die von Hj. Grönros<sup>2)</sup> angestellten Erwägungen über die gegenseitigen Beziehungen zwischen Hylobatiden, Anthropomorphen und Mensch beleben in erfreulicher Weise eine stammesgeschichtliche, grundlegende Frage. Ob sie je endgültig gelöst werden könne, ist nicht vorauszusagen. Wir dürfen aber mit jenem Forscher annehmen, daß der Latissimo-tricipitalis der Hylobatiden unter Aufgeben primitiver Eigenschaften eine ganz besondere Ausbildung unter den Primaten genommen habe.

Angaben über den Ursprung eines Latissimo-tricipitalis am Coracoid oder vom M. coraco-brachialis aus sind für Schimpanse (Gratiolet und Alix 1886, S. 157), Gorilla (Duvernoy 1856, S. 80) und Orang (Hartmann 1883, S. 155) gleichlautend; sie dürfen aber nicht auf den Latissimo-tricipitalis, sondern müssen auf die Beugergruppe bezogen werden.

Der Latissimo-tricipitalis erleidet bereits bei niederen Säugetierordnungen diejenigen Umwandlungen, welche sich unabhängig hiervon und aufs neue bei den Hylobatiden einstellen. So heftet sich der Muskel z. B. bei Echidna<sup>3)</sup> am Condylus medialis humeri, bei Ornitho-

<sup>1)</sup> 1903, S. 44.

<sup>2)</sup> 1903, S. 58.

<sup>3)</sup> Westling 1889.

rhynchus in der Mitte der medialen Fläche des Humerus und bei *Chrysochloris*<sup>1)</sup> am *Processus supracondyloideus* fest. Hier liegen Anpassungen des Muskels an die besondere Gebrauchsweise der vorderen Gliedmaße vor, welche aber nichts mit derjenigen bei Primaten zu tun hat.

#### Mensch.

Niedere Rassen. Der Muskel war bei einem Papua kinde durch einen zarten und kurzen Bindegewebsstrang ersetzt, welcher sich zwischen der Endsehne des *Latiss. dorsi* und dem *Caput longum* des *Triceps brachii* ausdehnte (Forster, 1904, S. 16).

Th. Chudziński beschrieb einen ähnlichen Zustand bei einem Neger (Petit frère; 1874, S. 22). Mit der Abänderung des Muskels zum starken Bindegewebsstrange griff dieser auf die Fascie des benachbarten *Teres major* über. Ein derartiger Zustand wird auch für Befunde bei Europäern angegeben.

H. C. Chapman beschrieb Reste des Muskels bei farbigen Rassen (1878, S. 388).

Testut fand den zum Sehnenstrang umgewandelten und zum *Caput longum* des *Triceps brachii* ziehenden Muskel bei einem Buschmann (1884, S. 124 und 187), Ed. E. Loth bei einem Kamerunneger (1912, S. 141) sowie bei einem Neger aus St. Franzisko, bei letzterem nur an der rechten Körperseite.

Aus den Zusammenstellungen E. Loths, welcher über 120 auf den *M. triceps brachii* untersuchte Extremitäten berichtet (1912, S. 141) und dabei nur die Beobachtungen Testuts und die eigenen, also drei Fälle, als einschlägige *Latiss.-tricipitalis*-Varietäten angibt, geht hervor, daß letztere entweder nicht besonders häufig auftreten, oder daß in den zugrunde liegenden Untersuchungen der vielen Forscher uns nicht der wirkliche Tatbestand vorgelegt ist.

Ed. Loth berechnet den Häufigkeitswert des *Latissimo-tricipitalis* bei niederen Rassen bei der Besprechung des *Latissimus dorsi* (1912, S. 105) unter Zugrundelegen der Angaben von Chudziński (1874, S. 22 und 1898, S. 175) und Testut (1884) auf 10%. Er verfügt über 53 Personen, bei welchen der Muskel 5 mal beobachtet worden ist, so daß der genaue Wert nur 9,4% beträgt. Er ist mit demjenigen bei Europäern nicht ohne weiteres vergleichbar, da der Wert bei ihnen aus Beobachtungen an beiden Körperseiten gewonnen worden ist.

Auffallend ist die Erscheinung, daß ein muskulöser *Latissimo-tricipitalis* bei niederen Rassen bisher nicht beobachtet zu sein scheint.

Ich berechne nach den mir vorliegenden Angaben das Häufigkeits-

<sup>1)</sup> Dobson.

verhältnis des Muskels auf 7,3%<sup>1)</sup>, spreche diesem Werte aber auch eine sehr bedingte Bedeutung zu und möchte ihn nur als ersten Versuch einer statistischen Bestimmung auf diesem Gebiete betrachtet wissen, welcher zu genaueren Forschungen anregen mag. Statistische Werte, sind sie zuverlässig, haben eine zu weittragende Bedeutung, so daß mit nicht zuverlässigen Berechnungen nicht viel anzufangen ist.

Europäer. Der Muskel tritt selten im fleischigen, häufiger im reduzierten, sehnigen Zustande wieder in die Erscheinung. Seine morphologische Bedeutung ist seit langer Zeit erkannt, indem die volle Übereinstimmung mit dem bei Säugetieren und im besonderen bei Halbaffen und Affen auftretenden Muskel nachgewiesen worden ist. Seitdem Bergmann, welcher den Muskel beim Menschen zuerst beobachtete, und Halbertsma (1856), welcher ihn genauer beschrieb, den Muskel beim Menschen als das gleichwertige Gebilde von Säugetieren nachgewiesen haben, ist er wohl immer im gleichen Sinne als Rückschlag von unseren namhaften Anatomen gedeutet worden.

Die Versorgung durch den Nervus radialis ist durch K. Bardeleben (1882), A. Birmingham (1889) und Le Double (1893, S. 651) beschrieben worden, wodurch das Wesen des Muskels sich ebenfalls scharf abhebt.

Der Ursprung fällt mit der Vorderfläche des distalen Randes der Endsehne des Latissimus dorsi zusammen und tritt von hier aus zuweilen mit dem benachbarten Teres major in sekundäre Beziehung (Macalister 1867, S. 453). Der mediale Abschnitt der Ursprungsportion kann muskulöser Natur sein und dann nach Verschwinden der Zwischensehne einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Fleischkörper des Latiss. dorsi vortäuschen<sup>2)</sup>. Der laterale Abschnitt des Latiss.-tricipitalis bewahrt den sehnigen Charakter.

Der zuerst beschriebene, geschichtlich merkwürdige Fall zeigte die Ursprungssehne in einer Breite von 1 cm, den Aufbau aus Fleischbündeln und den Übergang in den Bauch des langen Tricepskopfes (Halbertsma, 1856).

Die Länge des rückgebildeten Muskels ist einmal von Testut (1884) auf 3,9 cm bemessen worden. Rückgänge bis zu unansehnlichen, sehnigen Strängen werden öfter beobachtet. Die Breitenausdehnung ist eine beschränkte, beträgt im Testut schen Falle nur 0,8 cm.

Es kann kaum dagegen etwas einzuwenden sein, wenn die sehr häufig auftretende Fascie, welche von der Latissimus-Endsehne zur Oberarmfascie oder zur Ursprungssehne des langen Kopfes der Triceps brachii sich ausdehnt, als letzter Rest des Latissimo-tricipitalis gedeutet wird (Quain, 1882).

<sup>1)</sup> Das etwa 9 malige Auftreten des Muskels nach Forster, Chudziński, Testut und Loth verteilt sich auf etwa 124 Gliedmaßen.

<sup>2)</sup> Testut berichtet über einen Zusammenhang beider Muskeln, 1884, S. 292.

Der Ansatz fällt in der Regel mit der Fascie des Caput longum des Triceps brachii zusammen. Ein fleischiger und längerer Muskel kann in den Muskelbauch des Caput longum sich einsenken, was auch L. Testut beschreibt. In der Regel ist aber der Ansatz weiter proximalwärts verschoben und fällt dann mit der Ursprungssehne des langen Tricepsteiles zusammen.

Von einer eigenen funktionellen Bedeutung des menschlichen Muskels kann dann schlechterdings nicht mehr gesprochen werden.

Die distale Ausdehnung unterliegt nach bekannt gewordenen Befunden einem bemerkenswerten Wechsel. Die Zustände sind nach den Graden ihrer Ursprünglichkeit folgendermaßen zu ordnen:

1. Übergang der Endsehne in die Vorderarmfascie mit gleichzeitigem Ansatz am medialen Rande des Olecranon. Fälle dieser Art sind sehr selten; sie wiederholen, was bei niederen Primaten die Regel ist. Hierher gehören die von A. Macalister<sup>1)</sup> und von Philippeau<sup>2)</sup> an einer Körperseite aufgenommenen Befunde.

2. Anheftung der Endsehne am Epicondylus medialis. Dieser Zustand ist mit dem vorigen gepaart (Philippeau), ist aber auch nach Ausschaltung der Vorderarm-Insertion allein beobachtet worden. Der von W. S. Barnard<sup>3)</sup> beschriebene Fall behandelt einen fleischigen, zum Arm verlaufenden und sehnig am Epicondylus medialis angehefteten Latissimo-tricipitalis. H. Grönroos hebt die exzessive Form dieser atavistischen Varietät hervor. Der von S. Pozzi<sup>4)</sup> beschriebene Muskel scheint ebenfalls bis zum Epicondylus medialis ausgedehnt gewesen zu sein (vgl. Grönroos). J. Deniker<sup>5)</sup> beobachtete einen derartigen Zustand, und Le Double<sup>6)</sup> führte ihn auf.

3. Übergang der Endsehne in die Oberarmfascie. Er tritt gleichzeitig mit dem Ansatz am Epicondylus medialis auf, was Deniker<sup>7)</sup> beschreibt. Nach der Ausschaltung dieser Anheftung am Humerus bleibt er allein bestehen. Quain<sup>8)</sup> und Le Double<sup>9)</sup> erwähnen diese Zustände.

Die Anheftung des Latissimo-tricipitalis am Septum intermusculare mediale findet nur bei Quain Erwähnung (s. Grönroos, S. 56).

4. Der in der Regel stark verkürzte Muskel sendet die Endsehne oder das sehnige Ende zur hinteren Fläche des Caput longum des Triceps

<sup>1)</sup> 1866, S. 453.

<sup>2)</sup> Vgl. Le Double 1893, S. 650, und 1897, S. 203.

<sup>3)</sup> 1876; siehe Testut 1884, S. 124.

<sup>4)</sup> 1875.

<sup>5)</sup> 1885, S. 137.

<sup>6)</sup> 1893, S. 650, und 1897, S. 203.

<sup>7)</sup> 1885, S. 137.

<sup>8)</sup> 1882, S. 193.

<sup>9)</sup> 1875, S. 203, und 1893, S. 650.

brachii, wo die Anheftung schließlich nach weiterer Reduktion an dessen Ursprungssehne angetroffen wird. Fälle dieser Art sind durch Bergmann und Halbertsma (1856), A. Macalister<sup>1)</sup> J. Wood<sup>2)</sup> in fünf Varianten, J. Henle (1871), J. F. Knott<sup>3)</sup>, Quain, W. Gruber und Le Double<sup>4)</sup> beschrieben und aufgeführt worden. Hj. Grönroos<sup>5)</sup> stellte diese Angaben sorgfältigst zusammen und fügte eine gleichlautende Beobachtung bei einem Kinde bei.

5. An Stelle des Muskels tritt eine sehnige, verschieden gut entwickelte Membran zwischen Latissimus dorsi und Armfascie oder Ursprungssehne des Caput longum des Triceps brachii auf. Sie ist eine häufige Erscheinung und von einigen Forschern sogar als regelrechte Bildung ausgegeben worden<sup>6)</sup>.

Der Muskel ist in dieser Rückbildung zu einer Art von Fascia latissimotricipitalis geworden.

Alle bekannt gewordenen Varietäten lassen sich als Glieder in diese natürliche Reihe einfügen. Zahlreiche eigene Beobachtungen werden manchen Anatomen wie auch mich davon überzeugt haben, daß sie in den verschiedenen Rückschlägen eine Verschiebung des Muskels in proximaler Richtung auch beim Menschen erkennen lassen, und daß diese Verschiebung sich mit dem stammesgeschichtlichen Entwicklungsgang deckt. Bei Hylobatiden und Anthropomorphen setzt die Ausschaltung distaler Abschnitte des Muskels ein und scheint beim Gorilla den höchsten Grad erreicht zu haben. Beim Menschen hat die Ausschaltung distaler Ausdehnung sich aufs neue eingestellt und den Muskel zugrunde gehen lassen.

Die Tatsache der Verkümmerng des Latissimo-tricipitalis in proximaler Richtung bei den Primaten lehrt, daß der Muskel dem Latissimus dorsi bis zuletzt Dienste tut und dessen Ansatzgebiet auf distale Teile des Oberarmes überträgt. Diese Leistung kann selbst noch in den letzten sehnigen Verbindungen zwischen Latissimus und Caput longum des Triceps brachii als Verbindungsbrücken erkannt werden.

Einwirkungen auf den Vorderarm gehen jedenfalls zuerst verloren; sie werden durch den Triceps brachii kompensiert worden sein.

Es ist wissenswert, bis zu welchem Grade des Rückschlages auf ursprünglichere Primatenzustände es beim menschlichen Muskel kommen kann. Die Ausdehnungen bis zur Vorderarmfascie und zum Olekranon wären bei neuen Befunden wiederholt zu prüfen und mit dem Verhalten bei Hylobatiden und Anthropomorphen sorgfältigst zu vergleichen.

1) 1866, S. 453.

2) 1867, S. 524, und 1868, S. 494.

3) 1881.

4) 1893, S. 650, und 1897, S. 203.

5) 1903, S. 52.

6) Cruveilhier, Sappey, Lannegrace; siehe bei Le Double 1893, S. 649.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Frage, ob Anheftungen der Endsehne einer ursprünglichen Muskelvarietät am Humerus oder am Septum intermusculare oberhalb des Epicondylus medialis beim Menschen vorkommen. Grönroos<sup>1)</sup> hat diese Frage aufgegriffen, sie im ganzen vortrefflich erörtert; aber nicht endgültig lösen können. Es handelt sich dabei um die Entscheidung, ob der Mensch in seiner Vergangenheit einen Bauplan besessen habe, wie er durch die besondere Ausbildung des Muskels bei der Gattung *Hylobates* sich ausprägt. Für die Anthropomorphen wäre die Entscheidung in gleicher Weise zu treffen. Nach Grönroos liegen keine zwingenden Gründe zur Annahme vor, daß der Muskel der Anthropomorphen und des Menschen Ansätze am Septum mediale wie bei *Hylobates* besessen habe, wenschon es möglich sei. Die Einrichtungen bei *Hylobatiden* können demnach in dieser Gruppe eigens, und zwar in Anpassung an deren Lebensweise, erworben worden sein. Ich neige dieser Ansicht zu, wobei mich viele andere Tatsachen leiten, räume aber ein, daß es erforderlich sei, die grundlegende Frage an der Hand von Tatsachen immer wieder zu prüfen. Man sollte meinen, daß niedere Rassen besonders günstige Untersuchungsobjekte trotz der negativen bisherigen Ergebnisse abgeben würden.

Eine andere, eng hiermit zusammenhängende Frage ist die, ob das Septum intermusculare mediale des Menschen ein Abkömmling der Endsehne des *Latissimo-tricipitalis* sei. J. H. Kohlbrügge<sup>2)</sup> hat diese Ansicht befürwortet, die menschliche Bildung dabei direkt auf die Eigenbefunde bei *Hylobatiden* zurückgeführt und damit die zuvor berührte Frage, ob der Mensch den diesbezüglichen *Hylobatiden*-bau durchlaufen habe, bejaht. Nun ist es aber H. J. Grönroos<sup>3)</sup> gelungen, die Ansicht Kohlbrüggens in allen Einzelheiten als nicht stichhaltig zurückzuweisen, wobei er namentlich auf den Aufbau des Septum der *Hylobatiden* nicht nur aus der Endsehne des *Latissimo-tricipitalis*, sondern auch aus Eigenfasern und auch aus anderen Elementen hat hinweisen können. Der Ausspruch Kohlbrüggens wirkte bis zu einem gewissen Grade bestechend, und man mußte aus ihm die Folgerungen ziehen, welche bezüglich der Vergangenheit des Genus *Homo* sehr weittragend waren. Grönroos befreite uns hier von einem Zwange und gab die Frage nach der Stellung des Menschen zur Gattung *Hylobates* wieder frei. Wir gewinnen aus dessen sorgfältigen Untersuchungen und nach der streng abwägenden Verwertung des Tatsächlichen aufs neue die Überzeugung, daß die Bestimmung engerer Verwandtschaft zwischen dem Menschen und niederen Primaten sehr schwer zu treffen sei. Die *Hylobatiden* zeigen so viele Eigenheiten im Körperbau, daß wir sie uns am besten

<sup>1)</sup> 1903, S. 59, 60, 61.

<sup>2)</sup> 1890, S. 233, und 1897, S. 117.

<sup>3)</sup> 1903, S. 44 und 56.

als einen selbständigen Seitenzweig am Stammbaume der Primaten vorstellen.

Der Häufigkeitswert ist durch Le Double für Franzosen und durch Wood für Engländer auf etwa 5% berechnet worden<sup>1)</sup>. Schück bemißt denselben für Zürcher Kantonsbürger geringer und schätzt ihn auf 2,5%<sup>2)</sup>. Diese Angabe stimmt aber mit meinen eigenen Erfahrungen nicht überein. Die Widersprüche entstehen, sobald nicht genau angegeben wird, welche Zustände der Rückbildung des Muskels mit in die Statistik aufgenommen worden sind. Wenn man aber im allgemeinen mit dem Vorhandensein eines *Latissimo-tricipitalis* rechnet, so ist der Begriff in rein morphologischem Sinne zu nehmen, und dementsprechend müssen alle auf den Muskel beziehbaren Befunde in Rechnung kommen. Selbstverständlich können auch die verschiedenen Ausbildungsgrade des Gebildes für statistische Bestimmungen benützt werden. Dieselben wären aber zuvor genau zu umgrenzen, was bisher nicht geschah.

Die Wood schen statistischen Werte sind, wie H. j. Grönroos ausgeführt hat<sup>3)</sup>, zu hoch gegriffen, da in ihnen Varietäten in Rechnung gebracht worden sind, welche mit einem *Latissimo-tricipitalis* nichts zu tun haben. Es handelt sich dabei z. B. um einen kontrollierbaren Fall, welcher einwandlos als latero-dorsaler Rest des Rumpf-Hautmuskels zu deuten ist. Grönroos schrieb ihm die Bedeutung eines aberrierenden Bündels der Pars costalis des *Latissimus dorsi* zu, „welches höchstens vielleicht als eine Abart des sogenannten *Musculus pectoralis quartus* (Macalister, 1869) aufgefaßt werden könnte“.

Sind demgemäß die Angaben über die Häufigkeit des *Latissimo-tricipitalis* auch nicht ganz einwandfrei, so wird man doch zunächst an sie sich zu halten haben. Sie lauten für

Franzosen auf 5,3% (Le Double),

Engländer auf 4,9% (Wood),

Zürcher auf 2,5% (Schück).

Die Werte erhöhen sich, sobald die sehnigen Häute zwischen *Latissimus* und *Caput longum* des *Triceps brachii* auf Reste des *Latissimo-tricipitalis* zurückgeführt und in die Statistik aufgenommen werden. A. Macalister berechnete danach den Häufigkeitswert auf 10%<sup>4)</sup>.

Um brauchbare statistische Ergebnisse für rassenmorphologische Untersuchungen zu erlangen, wird man in Zukunft die in die Statistik aufgenommenen Bildungsgrade genau zu umschreiben haben. Diesbezüglich halte ich für aussichtsvoll, die Befunde folgendermaßen zu

<sup>1)</sup> Siehe Wood 1868, S. 484, Le Double 1893, S. 652, und Rauber-Kopsch 1914, S. 27.

<sup>2)</sup> Er fand ihn an 41 Gliedmaßen nur einmal.

<sup>3)</sup> 1903, S. 47, 48.

<sup>4)</sup> 1866, S. 453.

verwerten: 1. alle Fälle des rückgebildeten Muskels, 2. Fälle mit erhaltenem Muskelbauche, 3. Fälle mit Ansatz an Olecranon oder Epicondylus medialis, 4. Fälle mit Ansatz an Fascia brachii oder Endsehne des Triceps brachii, 5. Fälle mit Ansatz an der Ursprungssehne des Caput longum des Triceps brachii.

Die bei den Anthropomorphen eingeleitete und beim Menschen vollzogene Rückbildung des Muskels fällt, wie oben ausgeführt worden ist, mit den grundlegenden Erscheinungen der Aufrichtung des Körpers und der unmittelbar mit ihr verbundenen Ausschaltung der oberen Gliedmaße als Fortbewegungsorgan des Körpers zusammen. Damit verliert aber auch die bei den Vierfüßern äußerst wirksame Vorwärtsbewegung beim Ausgreifen der vorderen Gliedmaße bei höheren Primaten an Bedeutung. Dafür stellen sich die freieren und ergiebiger auszuführenden Seitwärtsbewegungen ein.

Die bei der Fortbewegung des Körpers im ersten Akte dieser Bewegung nach vorn ausgreifende, vordere Gliedmaße muß mit großer Energie im folgenden Akte dieser Bewegung dem Rumpfe wieder genähert werden. Gerade hierbei wird der *M. latissimo-tricipitalis* die besten Dienste tun, da der lange und ausgiebig sich verkürzende *Latissimus dorsi* durch ihn die Einwirkung nicht nur auf den Ober- sondern auch auf den Vorderarm zu äußern vermag, also einheitlich auf die ganze rückwärts zu bewegende Gliedmaße eingreift. Bei kletternd sich vorwärts bewegendem Organismen wird der Wichtigkeit des muskulösen Apparats zunächst kein Abbruch geschehen. Halbaffen und niedere Affen bezeugen das. Fällt aber die quadrupede Lokomotionsart mehr und mehr aus, so sind die Bedingungen gegeben, welche die geringere Bewertung des *Latissimo-tricipitalis* für den Organismus uns verständlich machen und dessen Rückbildung erklären.

Die Hylobatiden sind durchweg vortreffliche Kletterer. Eigentlich sollten sie die ursprüngliche Anordnung des Muskels sich bewahrt haben. Da dies nicht zutrifft, kann man zur Ansicht gelangen, daß die Gattung *Hylobates* diejenigen Umwandlungen durchlaufen habe, welche für die Anthropomorphen gelten, und daß die hervorragende Kletterfunktion erst sekundär auf der Basis der veränderten Organisation erworben worden sei.

Unter allen Umständen ist die Annahme unzulässig, daß höhere Primaten mit rückgebildetem Muskel früher einmal gute Kletterer gewesen sind. Das ist ja möglich, aber aus jenem Umstande nicht zu erschließen, da die Anwesenheit des *Latissimo-tricipitalis* nur auf die Übereinstimmung mit dem allgemeinen Bauplane der Säugetiere und auf eine einstmalige quadrupede Fortbewegungsart hindeutet.

So sind denn auch für Schlußfolgerungen bezüglich der Vergangenheit des Genus *Homo* auf Grund des Auftretens des bedeutungsvollen Muskels



bei ihm bestimmte Grenzen gesteckt. Über ein etwaiges früheres besseres Leistungsvermögen im Klettern beim Menschen erfahren wir aus dem sonst so vielsagenden morphologischen Dokumente nichts Bestimmtes.

### Einschlägige Werke und Aufsätze.

- Bardeleben, K., Muskel und Fascie. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. **15**. 1882.
- Barnard, W. S., Observations on the membral musculation of *Simia satyrus* and the myologie of man and the apes. Proceedings of the American Association for the advancement of science. 24<sup>th</sup>. Meeting. 1876.
- Beddard, F. E., Contribution to the anatomy of the anthropoid Apes. Transactions of the zool. Society of London. Vol. XIII. 1895.
- Birmingham, A., The homology and innervation of the Achselbogen and Pectoralis quartus. Journal of Anat. and Phys. Vol. XXIII. 1889.
- v. Bischoff, Th. L. W., Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Abhandl. d. königl. bayer. Akad. der Wissensch., II. Kl., **13**, III. Abt. 1879.
- Beiträge zur Anatomie des *Hylobates leuciscus*. Abhandl. der königl. bayer. Akad. der Wissensch. **10**, III. Abt. 1880.
- Bolk, L., Die Segmentdifferenzierung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Morphol. Jahrb. **25** und **26**. 1897.
- Broca P., L'ordre des primates. Parallèle anatomique de l'homme et des singes. Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris. T. IV. 1869.
- Burdach, E., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Affen. Berichte von der Königlichen Anatomie zu Königsberg. 9. Bericht. 1838.
- Burmeister, Hermann, Beiträge zur näheren Kenntnis der Gattung *Tarsius*. Berlin 1846. G. Reimer.
- van Campen, T. A. W., Ontleedkundig onderzoek van den Potto von Bosman. Verh. d. Kon. Akad. d. Wetensch. afd. Natuurk. D. VII. Amsterdam 1859.
- Champneys, Fr., On the muscles and nerves of a Chimpanzee and a *Cynocephalus anubis*. Journal of Anat. and Phys. Vol. VI. 1872.
- Chapman, H. C., On the structure of the Gorilla. Proceed. of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1878.
- Observations upon the anatomy of *Hylobates leuciscus* and *Chiromys madagascariensis*. Proceed. of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1900.
- Chudzinski, T., Nouvelles observations sur le système musculaire du Nègre. Revue de la Société d'Anthropologie de Paris. Tome II 1873. T. III 1874.
- Contributions à l'étude des variations musculaires dans les races humaines. Revue de la Société d'Anthropologie de Paris. 1882. Vol. V, 2. Série.
- Observations sur les variations musculaires dans les races humaines. Mémoires de la Société d'Anthropologie 1898, 3. S., Vol. II.
- Church, W. S., On the myology of the Orang-Utang (*Simia Morio*). The Natural History Review. 1861, 1862.
- Cunningham, Report of some points in the Anatomy of *Thalacynus cynocephalus*, *Phalangista maculata* and *Phascogale calura* etc. Report on the scient. results of the voyage of Challenger **5**. 1882.
- Deniker, J., Recherches anatomiques et embryologiques sur les singes anthropoïdes. Arch. de Zool. expérim. et génér. 2. S., T. IIIb. 1885.
- Dobson, Monograph of Insectivora 1882—1883.
- Duckworth, W. L. H., Morphology and Anthropology. Cambridge, University Press. 1904.

- Duvernoy, Deuxième communication sur l'anatomie du Gorilla. Comptes rend. Acad. sc. Paris. T. XXXVII. 1853.
- G. L., Des caractères anatomiques des grands singes pseudo-anthropoides. Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, T. VIII. Paris 1855/56.
- Eisler, P., Das Gefäß- und periphere Nervensystem des Gorilla. Halle 1890.
- Fick, R., Vergleichend anatomische Studien an einem Orang. Archiv für Anatomie 1895.
- Beobachtungen an einem zweiten erwachsenen Orang-Utang. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abt. 1895.
- Forster, A., Das Muskelsystem eines männlichen Papua-Neugeborenen. Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher 82, Nr. 1. Halle 1904.
- Gegenbaur, C., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 7. Aufl. Leipzig 1899.
- Grosser und Fröhlich, Beiträge zur Kenntnis der Dermatomer. Morpholog. Jahrb. 30. 1901.
- Grönroos, Hj., Die Musculi biceps brachii und latissimo-condyloideus bei der Affengattung Hylobates usf. Abhandl. der Königl. Preuß. Akad. der Wissensch. Berlin 1903.
- Gruber, W., Mém. de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg. Tome XVI.
- Halbertsma, H. J., Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetenschappen. Afdeling Natuurkunde, Deel IV. 1856, S. 238—246.
- Hartmann, Rob., Die menschenähnlichen Affen und ihre Organisation im Vergleich zur menschlichen. Leipzig 1883.
- Haughton, On the muscular anatomy of Macacus. Proc. of the Zoolog. Society. London Vol. IX. 1867.
- Henle, J., Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Muskellehre. Braunschweig 1858.
- Hepburn, D., The comparative Anatomy of the Muscles and Nerves of the Superior and Inferior Extremities of the Anthropoid Apes. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XXVI. 1892.
- Herpin, A., Note sur l'aponévrose du grand dorsal. Bibliogr. anatom., T. 13. Fasc. 1. 1904.
- Höfer, W., Vergleichend-anatomische Studien über die Nerven des Armes und der Hand bei den Affen und dem Menschen. Münchener medicin. Abhandl. 7. Reihe, Heft 3. 1892.
- Hoffmann und Weyenbergh, Verh. Holl. Maatsch. Haarlem 1870.
- Humphry, On thome points in the anatomy of the Chimpanzee. Journal of Anat. and Phys., Vol. I. 1867.
- Myology of the limbs of Choloepus didactylus, Bradypus trid., Cyclothorus did., Manis Dalmanni. Journ. of Anat. and Phys. 4. 1869—1870.
- Huxley, Th., Lectures on the structure and classification of the Mammalia. The medical Times and Gazette- London Vol. I. 1864.
- Keith, A., Anatomical notes on Malay Apes. Journal of the Straits Branch of the Royal Asiatic Society. Singapore 1891.
- A fibrous Band lying on the Dorsum of the Scapula. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XXX. 1896.
- An Introduction to the Study of Anthropoid Apes. Natural Sciences, Vol. IX. London 1896.
- On the Chimpanzees and their Relationship to the Gorilla. Proc. Zool. Soc. 1899.
- Hoekema Kingma, P., Eenige vergelijkend-ontleedkundige aantekeningen over den Otolicus Peli. Eene academische proeve 1855, Leyden.
- Knott, J. F., Muscular anomalies. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XV. 1881.

- Kohlbrügge, J. H. F., Versuch einer Anatomie des Genus *Hylobates*. Webers zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ost-Indien. Leiden 1890—1891.
- Muskeln und periphere Nerven der Primaten, mit Berücksichtigung ihrer Anomalien. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, II Sectie, Deel V, Nr. 6. 1897.
- Kuhl, H., Beiträge zur Zoologie und vergleichenden Anatomie. Frankfurt a. M. 1820.
- Le Double, A. F., Les anomalies du grand dorsal. Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, Série IV, Tome IV. 1893.
- Traité des variations du système musculaire de l'homme. T. I. Paris 1897.
- Leche, W., Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 6. Bd. Säugetiere. Leipzig 1874. — 1900.
- Loth, Eduard, Beiträge zur Anthropologie der Negerweichteile (Muskelsystem). Stuttgart 1912. [Aus Studien und Forschungen zur Menschen- und Völkerkunde, unter wissenschaftlicher Leitung von Georg Buschan.]
- Macalister, A., Notes on muscular anomalies in Human anatomy. Proceedings of the Royal Irish Academy, Vol. IX. 1864—1866.
- Notes on an instance of irregularity in the muscles. Journ. of Anat. and Phys., Vol. I. 1867.
- On the myology of *Bradypus tridactylus*. The annals and magazine of natural history. 4<sup>th</sup> Series, Vol. IV. 1869.
- On some points of the Chimpanzee and others of the primates. Annals and magaz. of natural history. 4. S., 7. 1871.
- On muscular anomalies in human anatomy. Proceed. of the Royal Irish Academy. 2. Series, 1. 1871.
- Annals and Mag. Nat. History 10, 133. 1872.
- The muscular Anatomy of the Gorilla. Proc. Royal Irish Acad. Temes Sc., Serie 2, Vol. I. Dublin 1873.
- The muscular Anatomy of the Gorilla. Proceedings of the Royal Irish Academy Sc., Serie 2, Vol. I. Dublin 1873.
- Mac Cornick, Journ. of Anat. and Phys. N. S. 1, 13. 1886.
- Mac Intosh, Proceed. Irish Academy 1. 1874.
- Meckel, J. F., System der vergleichenden Anatomie. Halle 1821—1833.
- Michaelis, Zur vergleichenden Myologie des *Cynocephalus babuin*, *Simia satyrus*, *Troglodytes niger*. Archiv für Anatomie 1903.
- Murie, J., and St. G. Mivart, On the Anatomy of the Lemuroidea. Transactions of the Zoological Society, Vol. VII, Part. I. 1872.
- Transact. Zoolog. Soc. 7. London 1874.
- Oudemans, J. T., Beiträge zur Kenntnis des *Chiromys madagascariensis* Cuv. Kön. Akad. der Wiss. zu Amsterdam 1888. Natuurk. Verh. d. Kon. Akademie. Dl. XXVII.
- Owen, R., Monography on the Aye-Aye (*Chiromys madagascariensis* Cuvier). London 1863. On the Anatomy of Vertebrates, Vol. III. London 1868.
- Pagenstecher, Ein Vergleich der Muskulatur des Drill mit der des Menschen. Der zoolog. Garten, Jahrg. 8. 1867.
- Pira, Ad., Beiträge zur Anatomie des Gorilla. Vergleichend-anatomische Studien. Morpholog. Jahrb. 47. 1913.
- Polak, Clara, Die Anatomie des Genus *Colobus*. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Deel XIV, Nr. 2. 1908.
- Pozzi, S., De la valeur des anomalies musculaires au point de vue de l'anthropologie zoologique. Association française pour l'avancement des sciences. Comptes rendus de la 3<sup>me</sup> session. Lille 1874; Paris 1875.

- Primrose, A., The Anatomy of the Orang-Outang. Transact. of the Canad. Inst., Vol. VI. University of Toronto. Studies. Anatomical series 1900.
- Quains, Elements of Anatomy, Vol. II, Part. 2, Myology by G. D. Thane. London 1892.
- Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen, herausgegeben von Fr. Kopsch. 10. Aufl. Leipzig 1914.
- Sommer, Das Muskelsystem des Gorilla. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. **42**. 1906.
- Schüek, Ad. C., Beiträge zur Myologie der Primaten. I. Der *M. latissimus dorsi* und der *M. latissimo-tricipitalis*. Morpholog. Jahrb. **45**, Heft 2. 1913.
- Sutton, J. B., On some points in the anatomy of the Chimpanzee. Journal of Anat. and Phys., Vol. XVIII. 1884.
- Symington, J., Observations of the Myology of the Gorilla and Chimpanzee. Rep. of the 59<sup>th</sup> Meeting of the Brit. Assoc. for the Advance of Sc. 1889. London 1890.
- Testut, L., Dissection d'un jeune négresse d'origine sénégalienne. Gazette Médicale de l'Algérie. 1884.
- Observations d'anomalies musculaires recueillies sur un nègre de l'île Bourbon. Bordeaux. Impr. nouvelle A. Bellier & Comp. 1884.
- Dissection d'un Boschiman. Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle, Vol. VI. Paris 1884.
- Tyson, E., Orang-Outang sive homo sylvestris or the anatomy of a pygmy compared with that of a Monkey, an Ape and a Man. London 1699.
- Virchow, H., Über die Rückenmuskeln eines Schimpanse. Archiv für Anatomie 1909, Heft 3 und 4.
- Vrolik, Recherches d'anatomie compar. sur le Chimpanzé. Amsterdam 1841.
- W., Recherches d'anatomie comparée sur le genre *Stenops* d'Illiger. Nieuwe Verhandelingen der I. Klasse van het Koninklijk Nederlandsch Instituut van Wetensch. etc. te Amsterdam. 1843.
- Westling, Charl., Beiträge zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems. Bihang till Svenska Vetenskaps-Akademien Handlingar, T. IX. 1884. (Orang utan.)
- Anatomische Untersuchungen über *Echidna*. Bihang Svenska Vet. Akad. Handlingar **15**. Stockholm 1889.
- Wichmann, Ralf, Die Rückenmarksnerven und ihre Segmentbezüge. Berlin 1900.
- Wilder, B. G., Contributions to the comparative myology of the Chimpanzee. Boston Journal of Natural History, Vol. VII. 1859—1863.
- Wood, J., Variations in Human Myology. Proceed. of the Royal Society of London, Vol. XV, 1867, S. 229 und 518, Vol. XVI, 1867/68, S. 68.
- Young, Journ. of Anat. and Phys. **16**, 217. 1881—1882.
- Zuckerandl, E., Zur Anatomie von *Chiromys madagascariensis*. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftl. Klasse der Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften **68**. Wien 1899.

## Gastrulation und Chordulation.

Von

Prof. Dr. **Hermann Triepel.**

(Aus der Entwicklungsgeschichtlichen Abteilung des Anatomischen Institutes  
in Breslau.)

Mit 2 Textfiguren.

Vor mehr als einem Menschenalter haben Sie, hochverehrter Herr Geheimrat, sich eingehend mit dem „Primitivstreifen“ der Vögel beschäftigt, ingleichen mit dem von Ihnen entdeckten „Canalis neurentericus“ der Gans. Darum scheint es mir statthaft zu sein, daß ich in der Festschrift, die Ihnen bei Gelegenheit Ihres 70. Geburtstages überreicht wird, von den theoretischen Ableitungen rede, die an die primitiven axialen Organe des Embryos geknüpft worden sind, und etwas ausführlicher über die Anschauungen berichte, die ich von den mit ihnen verbundenen Vorgängen der Gastrulation und Chordulation gewonnen habe.

Sie haben bereits die Entstehung einer Kommunikation zwischen dem Neural- und Darmrohr bei höheren Formen mit der Bildung des Blastoporus oder Urmundes bei niederen Wirbeltieren verglichen. Neben und ungefähr zur gleichen Zeit mit Ihnen hat Kupffer dasselbe Problem auf breitester Grundlage behandelt. Auf diese Arbeiten ist es zurückzuführen, daß die Annahme immer weitere Verbreitung fand, es sei die Invagination, die an den meroblastischen Wirbeltiereiern vorkommt, homolog der Invaginationsgastrulation der Keime von Evertibraten und von Amphioxus.

Für die Übertragung der Gastrulationstheorie von den meroblastischen auf die holoblastischen Wirbeltiereier, besonders diejenigen der Säugetiere, ist in erster Linie Bonnet eingetreten. Es ist mit Anerkennung hervorzuheben, daß er, was für die Durchführung einer Theorie sehr wichtig ist, eine Nomenklatur gebrauchte, die seinem Gedankengang mit vollkommener Konsequenz angepaßt erscheint. Bei ihm wird der Primitivstreifen zur Urmundleiste, die Primitivrinne zur Urmundrinne, der Primitivknoten zum Gastrulaknoten und die Primitivgrube zur Gastrulagrube, ihr Eingang zum Blastoporus oder Urmund. Dieser wird vorn von der vorderen Urmundlippe begrenzt, während

der Kaudalknoten der hinteren Lippe entspricht. Der Kopffortsatz des Primitivstreifens heißt Urdarmstrang, er wird, wenn ihn ein Kanal („Chordakanal“ vieler Autoren) durchsetzt, zum Urdarm, dessen Wand, das Protentoderm, sich als Urdarmplatte in das primär gebildete Dotterentoderm einfügt. Der Ausdruck „Dotterentoderm“ wird in gleicher Weise für die einander homologen inneren Keimblätter dotterreicher und dotterloser Eier verwendet. Aus dem Protentoderm geht hervor durch Abschnürung die Chorda, ferner Mesoblast und ein Teil des Enteroderms (Darmenteroderms).

Die Theorie von der „Invaginationsgastrulation der Wirbeltiere“, wie ich der Kürze halber die im vorstehenden gekennzeichnete Anschauung benennen will, ist auf das lebhafteste von Rabl befürwortet worden, besonders nachdem ihr Hubrecht eine andere Theorie entgegengesetzt hatte, die „Rückenmundtheorie“ heißen möge. Rabl wies vor allem darauf hin, daß bei Vögeln und Säugetieren die Chordaplatte der Autoren so viel Material enthalte, daß aus ihr außer der Chorda auch Darmenteroderm hervorgehen muß.

Hubrecht äußert sich zunächst dahin, daß dem Begriff „Gastrulation“ eine auf alle Metazoen anwendbare Deutung gegeben werden müsse. Er definiert Gastrulation als den „Vorgang, bei dem ein Darmenteroderm sich einem Hautektoderm gegenüber differenziert und somit aus der einschichtigen Keimanlage eine zweischichtige hervorgeht“. Nach ihm hat ferner die Invagination, die an der Rückenseite der Kraniotenkeime zur Beobachtung kommt, eine ganz andere Bedeutung als die bei Evertebraten und Amphioxus erfolgende Invagination. Dort hat sie mit der Darmbildung nichts zu tun, sie steht dagegen mit der Bildung der Chorda und des Mesoderms in engem Zusammenhang, sie bedingt die Entstehung der bilateralen Symmetrie und der Metamerie des Keimes. Die Invaginationsoffnung entspricht somit auch nicht dem Urmund oder Blastoporus, Hubrecht nennt sie „Rückenmund“. Sie ist vergleichbar dem Aktinienmundschlitz, der in das Stomodaeum führt und erst durch dieses in die Darmhöhle. Die Chorda ist aus dem Stomodaeum abzuleiten.

Für die Rückenmundtheorie Hubrechts ist Keibel eingetreten, auch O. Hertwig hat sie im Prinzip angenommen. Die drei genannten Forscher sprechen in gleicher Weise von einer „Gastrulation in zwei Phasen“, wobei sie als zweite Phase die Einleitung zur Bildung von Chorda und Somiten bei Kranioten ansehen. Das erscheint befremdlich im Hinblick auf die erwähnte, das Wesentliche treffende Definition von Gastrulation, wie auch Keibel erkennt, wenn er sagt: „Die sogenannte zweite Phase der Gastrulation darf nicht mehr Gastrulation genannt werden.“

In sehr lebhafter Weise hat Schlater die Rückenmundtheorie ver-

teidigt. Seinen Arbeiten habe ich die Ausdrücke *Chordula* und *Chordulation* entlehnt, deren ich bei meinen weiterhin zu gebenden Ableitungen benötige.

Von den beiden einander gegenüberstehenden Theorien habe ich im vorstehenden nur eine Skizze entworfen, auf einzelne Punkte, die mit ihnen in Beziehung stehen, werde ich später noch zurückzukommen haben.

Zunächst scheint es, als ob sich die beiden Theorien gegenseitig vollständig ausschließen, und doch ist, wie ich glaube, der Versuch nicht aussichtslos, sie miteinander zu vereinigen.

Man kann, wie ich es getan habe, zum Zweck der vorläufigen Verständigung von zwei Invaginationen reden, einer ersten und einer zweiten, die sich zeitlich und formell voneinander unterscheiden. Die erste führt, wo sie vorhanden ist, in erster Linie zur Bildung eines Darms, die zweite zur Bildung von Chorda und Mesoderm. Hierdurch ist vorerst noch nichts über das morphologische Verhältnis ausgesagt, in dem sie zueinander stehen. Die erste Invagination findet sich — wenn man von den Evertibraten absieht — nur bei *Amphioxus*, die zweite bei *Ichthyopsiden*, *Sauropsiden* und *Säugern*<sup>1)</sup>.

Wenn man den Ableitungen *Hubrechts* folgt, so sieht man die beiden Invaginationen in einem neuen Lichte, die zweite erscheint dann als eine Fortsetzung der ersten, als eine Ergänzung zu ihr. Hieraus ergibt sich auch, daß ein morphologischer Zusammenhang zwischen ihnen besteht. Freilich ist das nicht in dem Sinne zu verstehen, daß die zweite Invagination einfach der ersten homologisiert werden könnte. An diese erinnern, d. h. ihr homolog sind nur Vorgänge, die die zweite Invagination vorbereiten und einleiten oder als Begleiterscheinungen neben ihr einhergehen und als solche mehr oder weniger in die Augen fallen.

Der *Canalis neurentericus*, dessen regelmäßige Wiederkehr so oft zugunsten der Vererbungshypothese verwandt worden ist, erweist sich als eine Konvergenzerscheinung. Seine Wand besteht bei höheren Formen zum Teil aus anderem Material als bei *Amphioxus*. Dabei soll nicht bestritten werden, daß der erste Anstoß zu seiner Anlage auf vererbten Mechanismen beruht.

Von den beiden Theorien, die ich einander näher bringen möchte, hat jede manches Bestechende. Für die „Gastrulationstheorie“ spricht nach meinem Dafürhalten besonders der Umstand, daß bei höheren Formen, wie mir eigene Präparate und viele in der Literatur niedergelegte Abbildungen zu beweisen scheinen, Zellen der Chordaplatte

<sup>1)</sup> In meiner ersten, auf den Gegenstand sich beziehenden Publikation (1914) habe ich die Anamnier zu den Formen mit erster Invagination gestellt, später (1916) habe ich die Einteilung so vorgenommen, wie sie oben angegeben ist.

zum Darmentoderm hinzugezogen werden. Auch ist das Material der Chordaplatte zu groß, als daß es sich mit der Bildung der Chorda erschöpfen würde. Doch lege ich hierauf nicht viel Gewicht, da ich gelegentlich gesehen habe, daß die Chordaplatte auch noch mesodermale Elemente (außer der Chorda) liefern kann.

Der „Rückenmundtheorie“ günstig ist die leicht zu beobachtende Tatsache, daß die bei der „zweiten Invagination“ gelieferte Chordanlage deutlich die Eigenschaften des Ektoderms zeigt. Der histologischen Verwandtschaft beider Teile ist, wie ich glaube, die größte Bedeutung zuzuerkennen.

Solche und ähnliche Überlegungen haben sich bei mir zu Anschauungen verdichtet, die ich in zwei Arbeiten (1914 und 1916) dargelegt habe, und denen ich in meinem Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte gefolgt bin. Im folgenden will ich sie kurz zusammenfassen.

Sämtliche Metazoen durchlaufen, wie bekannt, während ihrer frühen Entwicklung mehrere Stadien, die überall angetroffen werden, wenn auch oft in stark modifizierter Form. Es handelt sich um das Morula-, Blastula- und Gastrulastadium. Ihnen ist bei Chordaten das Chordulastadium anzufügen.

Wichtig erscheint es mir, die *Gastrula* in möglichst einfacher Weise zu definieren, nämlich als den die erste Darmanlage enthaltenden Keim der Metazoen. Dabei ist es gleichgültig, ob die *Gastrula* durch Invagination oder durch Epibolie oder durch Delamination oder durch Immigration entsteht. In den meisten — aber nicht allen — Fällen deckt sich die angegebene Definition mit dem Begriff des „zweischichtigen Keimes“.

Die *Chordula* ist durch das Auftreten des die Chordanlage enthaltenden Mesoblasts charakterisiert. Die *Chorda* gehört, wie ich mit Koelliker annehme, und wie ich 1914 ausführlich begründet habe, zum mittleren Keimblatte. Man könnte daher geneigt sein, die *Chordula* einfach als dreischichtigen Keim der Chordaten zu definieren. Indessen ergibt sich hier eine Schwierigkeit aus dem Verhalten der Primatenkeime. Bei diesen ist ein Teil des Mesoblasts, der primäre Mesoblast, bereits vorhanden, bevor die axialen Primitivorgane erschienen sind, von denen die Chordanlage ausgeht. Daher erscheint es korrekter, wenn man den Begriff enger faßt und die *Chordula* definiert als „den eine Chordanlage zeigenden dreischichtigen Keim der Chordaten“.

Gastrulation ist „die Bildung des die erste Darmanlage enthaltenden Keimes der Metazoen“, Chordulation „die Bildung des eine Chordanlage zeigenden dreischichtigen Keimes der Chordaten“.

Nun kann die *Chorda* und das übrige Mesoderm aus dem Entoderm hervorgehen, wie bei *Amphioxus*. Dann liegt eine „entodermale Chordulation“ vor. Oder die *Chorda* und das übrige Mesoderm



können dem Ektoderm entstammen, wie bei den Kranioten. Dann handelt es sich um eine „ektodermale Chordulation“<sup>1)</sup>.

Die Angabe, die Chordulation der Kranioten sei ektodermal, könnte vielleicht bemängelt werden, weil bei diesen Chorda und Mesoderm unzweifelhaft Zuwachs von seiten des Entoderms erhalten. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, will ich nur an den entoblastogenen blutbildenden „ventralen“ Mesoblast Rückerts, die „Ergänzungsplatte“ Bonnets (bei Vögeln und Säugetieren) und an die zur Bildung von Mesoblast dienende ringförmige Entoblastwucherungszone erinnern, die von Bonnet beim Schaf, von Hubrecht bei Sorex und Tarsius gefunden wurde. Es zeigt sich hier, wie auch anderwärts, daß die Keimblätter bei der Entstehung der Organe keine ausschlaggebende Rolle spielen, daß sie, wie ich sie genannt habe, „Durchgangsstationen sind, die von den Organen auf ihrem Entwicklungswege durchlaufen werden müssen“. Man könnte, wenn man vollkommen korrekt sein will, von

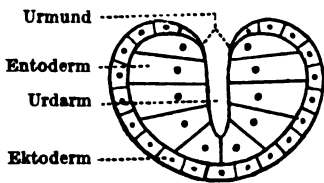


Fig. 1. Gastrula eines Coelenteraten (eines Hydroiden). Schema.

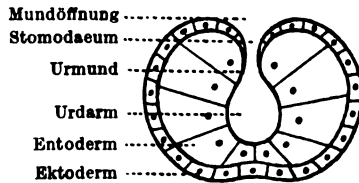


Fig. 2. Stomodaeula eines Coelenteraten (einer Aktinie). Schema.

einer ekto-entodermalen Chordulation der Kranioten sprechen. Da aber bei diesen das Ektoderm die Hauptquelle für die Bildung der Chorda darstellt und eine solche Beziehung sofort in die Augen springt, so kann man es, wie ich glaube, bei dem Ausdruck „ektodermale Chordulation“ bewenden lassen, zumal er auf den Gegensatz hinweist, der zwischen den Kranioten und Amphioxus mit seiner rein entodermalen Bildung von Chorda und Mesoderm besteht.

Ektodermale Chordulation ist dasselbe, was ich oben als „zweite

<sup>1)</sup> Wenn auch die Chorda bald vom äußeren, bald vom inneren Keimblatt abzuleiten ist, so hindert das nicht, daß man sie zum Mesoblast rechnet, wie ich z. B. auch mit anderen Autoren sage, das Blut sei mesoblastischer Natur, obgleich es wohl in letzter Linie vom inneren Keimblatt abstammt. — Um die folgende Darstellung zu erleichtern, werde ich öfter Chorda und Mesoderm gesondert erwähnen, wobei dann unter letzterem das mittlere Keimblatt ohne Chorda zu verstehen ist.

Invagination“ bezeichnet habe. Sie ist abzuleiten (nach Hubrecht) von der bei vielen Coelenteraten (Aktinien, Ctenophoren) vorkommenden Bildung eines Stomodaeums. In Fig. 1 ist die Gastrula, in Fig. 2 die Stomodaeula eines Coelenteraten schematisch dargestellt. Man sieht, daß die letztere eine Ergänzung der ersteren ist. Bei Stomodaeulation — sit venia verbo — wird, wie Fig. 2 zeigt, der Urmund von der Oberfläche in die Tiefe verlagert. Ebenso ist auch im Falle ektodermaler Chordulation der Urmund in der Tiefe des Keimes zu suchen, er liegt als „virtueller Urmund“ am Rande der Chordaanlage, dort, wo ektodermales an entodermales Material anstößt.

Mit der ektodermalen Chordulation steht ein wichtiger Vorgang in Zusammenhang: es wird Material von der Oberfläche des Keimes in die Tiefe transportiert, zum Zweck der Beteiligung an der Bildung des Darmentoderms. Das Material ist als „Urentoderm“ zu bezeichnen. Man könnte sich vorstellen, daß die Chordaanlage bei ihrem Einwachsen das Urentoderm vor und neben sich herschiebt; es ist auch denkbar, daß die Verlagerung des Urentoderms das Primäre ist und dieses die Chordaanlage nachzieht. Trifft die zweite Annahme das richtige, so wäre die Tendenz zu der ganzen Invaginationsbewegung im Urentoderm zu suchen. In diesem Falle wäre der Zusammenhang zwischen der „ersten“ und der „zweiten“ Invagination leicht erkennbar, und die beiden sich scheinbar widersprechenden Theorien, die Gastrulations- und Rückenmundtheorie, wären einander nähergebracht.

Der Umfang des Urentoderms ist offenbar in den einzelnen Gruppen der Kranioten sehr verschieden. Seine Abgrenzung in den verschiedenen Phasen der Chordulation ist vorläufig kaum durchführbar.

Man könnte den Vorgang der ektodermalen Chordulation in mehrere Unterabteilungen zerlegen, was bei den einzelnen Gruppen in sehr verschiedener Weise zu geschehen hätte. Bei den Primaten folgen aufeinander Bildung des Primitivstreifens, Bildung des Kopffortsatzes und Ausbreitung des axialen Mesoblasts, Chordakanal, Canalis neurentericus und Chordaplatte, Abschnürung der Chorda und Abgabe von Material an das Darmentoderm.

Es ist verlockend, die Chordulationstheorie bei den einzelnen Gruppen der Chordaten weiter zu verfolgen. Indessen würde die Durchführung einer solchen Aufgabe im Rahmen eines kurzen Aufsatzes nicht möglich sein. Ich muß mich daher auf einzelne Bemerkungen beschränken, die den Gegenstand erläutern sollen, und glaube das um so eher tun zu können, als ich in meinem Lehrbuch der Entwicklungs-

geschichte die Gastrulation und Chordulation der Amphibien, Vögel, Säugetiere und des Menschen ziemlich ausführlich (die der Selachier und Reptilien etwas kürzer) geschildert habe. Ein sehr reiches hierhin gehörendes Tatsachenmaterial ist in der Literatur niedergelegt und in großer Vollständigkeit von O. Hertwig in seiner Abhandlung „Die Lehre von den Keimblättern“ im „Handb. d. Entwicklungslehre“, 1. Bd., 1. T., zusammengestellt worden. Auf einige der dort aufgenommenen Abbildungen werde ich im folgenden hinzuweisen haben (bezeichnet mit H.). Auch auf einige Figuren meines Lehrbuches beziehe ich mich (bezeichnet mit T.). Die Auffassung der Autoren, auf deren Abbildungen ich hier verweise, stimmt öfters mit der meinigen nicht überein.

### 1. Amphioxus.

Die Gastrulation erfolgt durch Invagination. Die Chordulation ist entodermal.

### 2. Cyclostomen.

Bei den Petromyzonten entsteht die Gastrula (ähnlich wie bei den Amphibien) durch Invagination, verbunden mit Epibolie. An die Gastrulation schließt sich ein Vorgang an, den ich als ektodermale (ekto-entodermale) Chordulation bezeichnen muß. Vom Ektoderm her schieben sich zylindrische Zellen vor, die anscheinend die runden Entodermzellen zurückdrängen, wobei die Gastrulationshöhle durch die Chordulationshöhle vergrößert wird (H., Fig. 261, Petromyzon, nach Goette). Das mittlere Keimblatt stößt bei seiner Bildung an die Chordaanlage und an das Entoderm an; wahrscheinlich erhält es von beiden Zuwachs. Querschnitte durch den Kopf eines jungen Embryos erinnern lebhaft an entsprechende Bilder von Amphioxus mit den zur Entstehung des Mesoderms führenden Rinnen im Dach des Urdarms (H., Fig. 269, Petromyzon, nach Kupffer).

Die Myxinoiden unterscheiden sich in ihrer Entwicklung auffallend von den Petromyzonten und nähern sich den Selachiern. Ihre Gastrulation erfolgt wie bei diesen durch Delamination (H., Fig. 276, Bdellostoma, nach Dean), ihre Chordulation ist (wahrscheinlich) ektodermal.

### 3. Selachier.

Die Gastrulation erfolgt durch Delamination. Die Keimblasenhöhle wird durch schärfere Differenzierung der primären Keimblätter zur Gastrulahöhle. In der Wand der Gastrula sind deutlich zu unter-

scheiden das aus zylindrischen Zellen festgefügte Ektoderm und das aus rundlichen Zellen zuerst locker, später fester gefügte Entoderm (H., Fig. 353 und T., Fig. 38, *Pristiurus*, nach Rückert). Die Chordulation ist ektodermal (ekto-entodermal), die Zellen der Chordaanlage lassen deutlich ihren ektodermalen Ursprung erkennen (H., Fig. 356 und T., Fig. 39, *Torpedo*, nach Ziegler). Bei Gelegenheit der Chordulation werden Urentodermzellen in die Tiefe verlagert. Das mittlere Keimblatt nimmt seinen Ursprung zum Teil aus dem Ektoderm, zum Teil aus dem Entoderm. Es entsteht an zwei Stellen, die das gemeinsam haben, daß an ihnen ektodermale Elemente an entodermale angrenzen (virtueller Urmund), nämlich am Rande der Chordaanlage und am Rande der Keimscheibe (H., Fig. 362 und T., Fig. 40, *Pristiurus*, nach Rabl).

#### 4. Teleostier.

Das Bild der frühesten Entwicklung wird vollkommen von der ektodermalen Chordulation beherrscht (die von fast allen Autoren als Gastrulation bezeichnet wird) oder, genauer gesagt, von dem ersten Teile der ektodermalen Chordulation. Die eingestülpte Schicht hat anfangs ausgesprochen ektodermalen Charakter (H., Fig. 380, *Salmonidenkeim*, nach Jablonowski). Aus ihr geht die Chordaanlage hervor und ferner das (übrige) Mesoderm und das Entoderm (Urentoderm); die beiden Keimblätter, das mittlere und innere, sondern sich durch einen Delaminationsprozeß voneinander (H., Fig. 405, *Salmo salar*, nach Goronowitsch). Man erhält den Eindruck, daß bei den Teleostiern eine zeitliche Verschiebung zwischen Gastrulation und Chordulation eingetreten ist. (Eine zeitliche Verschiebung eines Entwicklungsvorganges, die während der Phylogenese eintrat, kann ja auch anderwärts beobachtet werden!) Die Chordulation, die sonst häufiger der Gastrulation nachfolgt, geht dieser hier mit ihrem Anfang voraus. Die Folge ist die, daß die Gastrula nicht zweiblättrig, sondern sofort dreiblättrig erscheint.

#### 5. Ganoiden.

Die Knorpelganoiden stehen in ihrer frühesten Entwicklung den Petromyzonten und den meisten Amphibien nahe. Die Gastrulation erfolgt wie bei diesen durch Zusammenwirken von Epibolie und Inagination. Zeitlich nicht von ihr zu trennen ist die deutlich ektodermale Chordulation (H., Fig. 337, *Acipenser*, nach Salensky).

Die Entwicklung der Knochenganoiden erinnert in einigen Punkten, die hier nicht besprochen werden (Bildung des zentralen Ner-

vensystems), an die der Teleostier, in anderen wieder an die der Petromyzonten und Amphibien. Es vereinigen sich Gastrulation durch Invagination und ektodermale (ekto-entodermale) Chordulation (H., Fig. 349, *Amia calva*, nach Dean). Bei der Einstülpung ektodermalen Materials werden Urentodermzellen in die Tiefe verlagert. Die seitlichen Teile des Mesoderms lehnen sich zur Zeit ihrer Bildung wie bei Petromyzon an die Chordaanlage und das Entoderm an (H., Fig. 350 B, *Lepidosteus*, nach Dean).

### 6. Dipnoer.

Es besteht auch hier eine große Ähnlichkeit mit den Amphibien. Die Gastrulation kommt durch Invagination im Verein mit Epibolie zustande. Die mit ihr verbundene Chordulation ist ektodermal (H., Fig. 335, *Ceratodus*, nach Semon), sie liefert die Chordaanlage und das axiale Mesoderm.

### 7. Amphibien.

Urodelen und Anuren stehen in ihrer ersten Entwicklung den Petromyzonten nahe. Es vermischen sich wie bei diesen epibolische und Invaginationsgastrulation, die gleichzeitig einsetzende Chordulation ist ektodermal (ekto-entodermal). Daß die Chordaanlage vom äußeren Keimblatt abgeleitet werden muß, ist unverkennbar (H., Fig. 290, Triton, nach O. Hertwig; H., Fig. 295, Frosch, nach O. Hertwig; T., Fig. 42, *Amblystoma*). Das (übrige) Mesoderm ist sowohl vom äußeren wie vom inneren Keimblatt abzuleiten.

Die Gymnophionen nehmen infolge des großen Dotterreichtums ihrer Eier eine besondere Stellung ein. Die Gastrulation erfolgt bei ihnen durch Delamination. Die Chordulation ist deutlich ektodermal (H., Fig. 299, *Hypogeophis*, nach Brauer). Vor der aus zylindrischen Zellen bestehenden Chordaanlage liegen kleinere, polyedrische vegetative Zellen; ob sie als Urentoderm anzusprechen sind oder zum primären Entoderm gehören, möchte ich nicht entscheiden.

### 8. Reptilien.

Die Entwicklung der Reptilien soll nach oft geäußerter Ansicht besonders beweisend für die Gastrulationstheorie sein. Ich glaube sie mit demselben Rechte als Stütze der Chordulationstheorie anziehen zu können. Das innere Keimblatt (von Kupffer als Paraderm beschrieben) bildet sich durch Delamination. An der Chordulationshöhle

(O. Hertwigs Mesodermsäckchen) ist das Dach mit dem ektodermalen Charakter deutlich verschieden von dem Boden (H., Fig. 433 und T., Fig. 44, *Platydictylus*, nach Will), aus dem Dach entsteht die Chorda, die Zellen des Bodens stellen Urentoderm dar. Das Mesoderm ist von den Seitenwänden der Chordulationshöhle und vom hinteren Teil der den Einstülpungsort bezeichnenden „Primitivplatte“ abzuleiten, vielleicht liefert das Entoderm noch einen kleinen Zuwachs. Die Chordulation ist somit im wesentlichen ektodermal.

### 9. Vögel.

Die Gastrulation erfolgt durch Delamination, die erste Anlage der Darmhöhle ist die zwischen primärem Entoderm (Dotterblatt) und Dotter liegende, sog. subgerminale Höhle. Primitivstreifen und Kopffortsatz sind ektodermale Bildungen (H., Fig. 510 A, Sperling, nach Schauinsland; T., Fig. 47, Fig. 48, Huhn), beide liefern Mesoderm, der Kopffortsatz die Chordaplatte (ektodermale Chordulation). Da der Rand der ausgebreiteten Chordaanlage als Urentoderm zum Darmentoderm hinzugezogen wird, ist anzunehmen, daß entodermbildende Zellen sich bereits in frühester Zeit an der Oberfläche des Keimes neben ektodermalen Elementen finden.

### 10. Säugetiere.

Eine Schicht des Embryonalknotens differenziert sich zum inneren Keimblatt, dieses liefert die Auskleidung der ersten Darmanlage und der Nabelblase, es liegt also Gastrulation durch Delamination vor (T., Fig. 51, 55, 56, Schemata nach Keibel; H., Fig. 585, 586 und T., Fig. 57, Maus, nach Selenka). Wie bei den Vögeln, sind auch hier Primitivstreifen und Kopffortsatz, also die Bildner von Chorda und Mesoderm, ektodermaler Herkunft. Gelegentlich ist der Zusammenhang der Chordaanlage mit dem Ektoderm sehr deutlich zu sehen (H., Fig. 616, *Vespertilio*, nach Van Beneden). Die in das innere Keimblatt eingelagerte Chordaplatte gibt wahrscheinlich ihre Randzellen als Urentoderm an das Darmentoderm ab. Das, was oben bei den Vögeln über die ursprüngliche Lage des Urentoderms an der Oberfläche des Keimes gesagt wurde, gilt auch von den Säugetieren.

### 11. Mensch.

Die jüngsten bekannten Keime des Menschen befinden sich, wie man annehmen muß, im Gastrulastadium; ein Entodermbläschen, die erste

Anlage von Darm und Nabelblase, ist vorhanden. Es hat sich ebenso wie das Amnionbläschen, wie jetzt wohl allgemein angenommen wird<sup>1)</sup>, durch Dehiszenz in einem Zellhaufen gebildet. Wie bei den übrigen Säugetieren ist auch bei den Primaten, insbesondere dem Menschen, die Chordulation ektodermal. Aus welchen Vorgängen sie sich hier zusammensetzt, habe ich bereits oben erwähnt (S. 290). Daß beim Menschen ein primärer Mesoblast auftritt, bevor die axialen Organe angelegt sind, ist als ein Anachronismus aufzufassen, der in der Phylogenie nicht ohne Beispiel ist.

Es ist eine Aufgabe der kommenden Jahre, an der Hand neuer ausgedehnter Untersuchungen die Verwendbarkeit der Chordulationstheorie bei den einzelnen aufgezählten Abteilungen der Chordaten zu prüfen. Einen Versuch dieser Art habe ich 1916 für den Menschen unternommen.

### Literaturverzeichnis.

(Arbeiten, die für das Thema bemerkenswert erscheinen.)

- Gasser, Der Primitivstreifen bei Vogelembryonen. Schriften d. Gesellschaft z. Beförderung d. gesamten Naturw. in Marburg **11**. 1878. — Cassel 1879.
- Beiträge zur Kenntnis der Vogelkeimscheibe. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1882, S. 359.
- Kupffer, C., Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere und die Bedeutung des Primitivstreifs. Archiv. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1882, S. 1ff., 1884, S. 1ff.
- Bonnet, R., Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer, gewonnen am Schafei. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1889, S. 1ff.
- Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1907. 2. Aufl. 1912.
- Rabl, C., Édouard Van Beneden und der gegenwärtige Stand der wichtigsten von ihm behandelten Probleme. Archiv f. mikr. Anat. **88**, S. 3ff. 1915.
- Hubrecht, A. A. W., Die Gastrulation der Wirbeltiere. Anat. Anz. **26**, S. 353ff. 1905.
- Keibel, F., Die Gastrulation und die Keimblattbildung der Wirbeltiere. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. **10**, S. 1002ff. 1901.
- Zur Gastrulationsfrage. Anat. Anz. **26**, S. 366ff. 1905.
- Hertwig, O., Die Lehre von den Keimblättern. Handb. d. Entwicklungslehre **1**, I. Teil, S. 699ff. 1906.

<sup>1)</sup> In meiner Abhandlung von 1916 habe ich irrtümlich angegeben, Strahl und Beneke hätten hinsichtlich des Amnions eine andere Ansicht vertreten. Ich will Gelegenheit nehmen, diese Angabe zu berichtigen.

- Schlater, G., Über die phylogenetische Bedeutung des sogenannten mittleren Keimblattes. *Anat. Anz.* **31**, S. 312ff., 321ff. 1907.
- Triepel, H., Chorda dorsalis und Keimblätter. *Anat. Hefte I. Abt.*, **50**, S. 499ff. 1914.
- Ein menschlicher Embryo mit Canalis neurentericus. Chordulation. *Anat. Hefte I. Abt.*, **54**, S. 149ff. 1916.
- Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Leipzig 1917.



# Über die Verwendung der Kälte in der anatomischen Technik.

Von

Physikus Dr. med. **Karl Reuter**, Hamburg.

Mit 15 Textfiguren.

In der makroskopischen Anatomie sowohl wie in der histologischen Technik hat sich die Gefriermethode einen hervorragenden Platz erobert.

Auch der Umstand, daß die Fäulniserscheinungen an Leichen und Leichenteilen bei niedrigen Temperaturen hintangehalten werden, hat von jeher das Interesse der Anatomen für die Fortschritte der Kühltechnik wachgehalten.

Zweifellos scheint die Abkühlung eines Leichenkellers bis auf die Höhe von  $0^{\circ}\text{C}$  schon ein wertvolles Mittel zur Erreichung einer bestmöglichen Konservierung der anatomischen Objekte in ungefrorenem Zustande zu sein; und wohl die Mehrzahl der bis jetzt in anatomischen Anstalten in Gebrauch befindlichen Kühlvorrichtungen mag in Hinsicht auf diesen Grundgedanken erbaut worden sein.

Indessen hat diese Konservierungsmethode noch keine allgemeine Verbreitung gefunden, und es gibt auch heute nur wenige Institute, welche in der Lage sind, sich ihrer mit besonderem Erfolg zu bedienen. Selbst eine mit ganz modernen technischen Hilfsmitteln ausgestattete Anstalt, wie die Marburger Anatomie, hat auf die genannte Einrichtung bis jetzt Verzicht geleistet und wie ich wohl im voraus sagen darf, mit vollem Recht. Hier wie an den meisten anderen Plätzen beherrscht die chemische Konservierungsmethode (Injektion von Formolgemischen u. dgl.) nach wie vor das Feld. So wurden beispielsweise nach einer Mitteilung Gassers an Waldeyer (1) aus dem Jahre 1904 (und werden vielleicht gegenwärtig noch) die Leichen der Marburger Anatomischen Anstalt mit einer Mischung von 10—15 ccm Formalin und 1 l Alkohol von 70 % injiziert. „Je nach der Größe der Körper werden 3—5 l eingespritzt. Die Aufbewahrung der Leichen erfolgt in Alkoholdampf unter Wasserrinnenverschluß. Wesentlich ist die richtige Abschätzung der Flüssigkeitsmenge und die gute Ausführung der Injektion, gegebenenfalls der Nachinjektion der unteren Extremität. Die Füllung von der Art. axillaris aus wird bevorzugt.“

Solche und ähnliche Methoden, die sich in der Praxis bewährt haben und mit welchen man das erstrebte Ziel, ein brauchbares Unterrichtsmaterial, erlangen kann, dürften nur dann gegenüber einem kostspieligen Kühlverfahren geopfert werden, wenn sowohl die Ersparnis an Mühe und Arbeit als auch ein noch besseres Resultat die Ausgabe lohnten. Das aber scheint bis jetzt nicht allgemein der Fall zu sein, und es ist in der Tat nicht schwierig, die Gründe dafür ausfindig zu machen. Man kommt bei solchen Überlegungen gezwungenermaßen zu dem Ergebnis, daß eine Abkühlung des Aufbewahrungsraumes bis auf  $0^{\circ}$  die Leichenfäulnis nicht genügend hintanzuhalten vermag, sobald es sich um eine langdauernde Aufbewahrung handelt. Tatsächlich wissen wir auch, daß eine nicht geringe Zahl von Fäulnisserregern, insbesondere auch die Schimmelpilze u. a., ihr Zerstörungswerk bei dem in Frage stehenden Temperaturen ungehindert fortzusetzen vermögen (2—7). Da das den anatomischen Anstalten von fernher zugeführte Leichenmaterial nun keineswegs immer frisch ist, so kann man sich durchaus vorstellen, daß der Nutzen einer Kühlanlage, von der Leistungsfähigkeit, wie wir sie bis jetzt in Betracht gezogen haben, relativ gering, ja bei lange Zeit notwendig werdender Leichenbewahrung völlig illusorisch sein kann und zu den Bau- und Betriebskosten in keinem Verhältnis steht.

Nichtsdestoweniger würde man zu weit gehen, wenn man sagen wollte, daß die Frage der Kältekonservierung von Leichenmaterial für anatomische Zwecke als eine unlösbare Aufgabe zu den Akten zu geben sei.

Daß es sich dabei um kein von vornherein ganz aussichtsloses Bestreben handeln kann, lehrt ein vergleichender Blick auf die Leistungen unserer großen Schlacht- und Kühlhäuser, in denen frisches Fleisch auf kühltechnischem Wege monatelang genußfähig erhalten wird. Eine solche Tatsache ist geeignet, immer wieder zu der Überlegung anzu-spornen, ob nicht etwas Ähnliches bei der Leichenkonservierung für anatomische Zwecke ebenfalls zu erreichen wäre.

Ein solches Problem entbehrt nicht gewisser Reize, wenn man bedenkt, welchen bedeutsamen Wert die Erhaltung von Farbe und Konsistenz der Leichenpräparate allein schon für den Medizinstudierenden hätte.

Allerdings besteht zwischen Schlachthausmaterial und anatomischem Leichenmaterial hinsichtlich des ursprünglichen Zustandes ein fundamentaler Unterschied. Das erstere kann absolut frisch, das letztere aber bereits in mehr oder weniger weitgehender Zersetzung begriffen, dem Kühlprozeß unterworfen werden. Diejenigen Temperaturen, welche zur Frischerhaltung des ersteren genügen, reichen daher selbstverständlich zur Konservierung des letzteren bei weitem nicht aus.

Man wird also auf Grund einfacher Überlegung bei der Leichenkonservierung weit unter  $0^{\circ}$  abkühlen und damit eine Temperaturgebiet in Anwendung bringen müssen, welches notwendigerweise zum Hartfrieren des Leichenmaterials führt. Diese Methode aber ist für die Zwecke der Leichenkonservierung *sensu strictiori* in der normalen Anatomie bisher nirgends verwendet worden, weil dann die direkte Bearbeitung mit dem Seziermesser unmöglich ist und jedesmaliges Auftauen der Leichen erforderlich wird. Immerhin bildet dieser Umstand kein unüberwindliches Hindernis, und man braucht seinetwegen die Erörterung der sich daran anknüpfenden Fragen nicht ohne weiteres abzulehnen, wenn sich Aussichten bieten, die Leichenkonservierungsfrage im übrigen technisch mit besserem Erfolg zu lösen als bisher.

Während einer langjährigen gerichtsarztlichen Tätigkeit habe ich auf Grund einer großen Zahl von Beobachtungen an gefrorenem Leichenmaterial in allen nur denkbaren Stadien der Zersetzung die Überzeugung gewonnen, daß mit dem Augenblick des vollendeten Hartgefrorenseins die Fäulnisvorgänge in biologischem Sinne vollständig aufhören.

Diese Beobachtungen finden auch in den Erfahrungen der Tierärzte ihre Bestätigung. So sagt Ostertag (7): „Wenn es auch nicht möglich ist, durch Kälte die Fäulniserreger zu töten, so gelingt es durch niedrige Temperaturen doch, das Wachstum und die Vermehrung der Bakterien zu verhüten, sie in latentem Zustande zu erhalten.“ Auch nach meinen Erfahrungen kann bei einer dauernden Temperatur von etwa  $-10^{\circ}\text{C}$  von einem völligen Sistieren aller Bakterienwucherung wohl die Rede sein. Wenn auch die Lebensfähigkeit aller Mikroorganismen damit noch nicht vernichtet ist (2—6), so kann sie doch erst nach erfolgtem Auftauen des Kadavers wieder erneut einsetzen. Es würde also eine hartgefrorene Leiche, bei etwa  $-10^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt, nicht faulen können und in diesem Sinne eigentlich unbegrenzt haltbar sein.

Wir wissen aus dem Bericht Friedenthals (8), daß Jahrtausende alte, in den Tundren Sibiriens eingefrorene Mammutleichen sich nach dem Auftauen so frisch erwiesen haben, daß ihr Fleisch von Hunden mit Gier gefressen wurde. Auch Ostertag (7) erwähnt, daß heute noch die Jakuten ihre Hunde mit solchem Mammutfleisch aus dem Eise der Lena füttern.

Gehen wir also von der Annahme aus, daß solche Voraussetzungen im wesentlichen richtig sind, so würde der Anatom in der Lage sein, das ihm zugeführte Leichenmaterial durch sofortiges Einfrieren dauernd konservieren, ansammeln und nach Bedarf zu beliebigen Zeiten in Gebrauch nehmen zu können.

Es würde sich nach jeweiligem Auftauen in dem gleichen Erhaltungszustande befinden, in welchem es seinerzeit dem Institut zugeführt worden war. Die außerordentlichen Vorteile einer solchen Möglichkeit

werden am deutlichsten gekennzeichnet durch die Äußerungen Froiep s auf der Anatomenversammlung in Tübingen im Jahre 1899, wo er die Demonstration der Kühlanlage der dortigen anatomischen Anstalt mit den Worten einleitete: „Die meisten von uns haben mehr oder weniger zu kämpfen für die Versorgung des Präpariersaals mit reichlichem Leichenmaterial. In der schwierigeren Lage befinden sich die in kleinen Städten gelegenen Institute. Die Abnahme in der Zahl der eingelieferten Kadaver macht sich aber nicht nur in diesen, sondern, soweit meine Erkundigungen reichen, wenigstens in Deutschland, allgemein geltend und dürfte auf Ursachen zurückzuführen sein, die, wie vor allem die Ausbreitung der Unterstützungskassen, in der Zukunft höchst wahrscheinlich eine immer größere Wirkung ausüben werden.

Es ist daher von Wichtigkeit, durch erfolgreiche Konservierung wenigstens dafür sorgen zu können, daß das eingelieferte Material in vollem Umfang verwertbar bleibt. Aber nicht nur dies. An Orten, wo, wie hier in Tübingen, bisher keine Kühlvorrichtungen vorhanden waren und die Leichenzufuhr deshalb während der heißen Jahreszeit ganz unterbrochen wurde, kann durch Herstellung einer Kühlanlage und hierdurch ermöglichte Ausdehnung der Zufuhr auf alle Jahreszeiten eine positive Vermehrung des eingelieferten Materials erreicht werden. Zu diesem Vorteil kommt noch die Rücksicht auf die chirurgischen Operationsübungen an der Leiche, die hier wie anderwärts während des Sommersemesters gehalten werden und bisher trotz sorgfältiger Durchführung der Carbolinjektion unter dem schlechten Zustande des Materials empfindlich gelitten haben.“ (9.)

Man kann sich allerdings wohl kaum vorstellen, daß die demonstrierte Kühlanlage des Tübinger anatomischen Institutes die erstrebten Vorteile voll und ganz erreicht und die Schwierigkeiten der Leichenkonservierung in befriedigender Weise beseitigt hat. Es war eben in Deutschland der erste Versuch mit einer Anlage, welche dem Projekt nach den Leichenkeller auf  $+3^{\circ}\text{C}$  erhalten sollte. Ein Durchfrierenlassen des genannten Leichenmaterials war also nicht beabsichtigt und hätte wesentlich andere Einrichtungen bedingt. Indessen zeigte sich, daß die Anlage auch mit einer für die Ziele der normalen Anatomie sehr wichtigen Nebeneinrichtung verknüpft war. Es war mit ihr ein Gefrierkasten verbunden, in welchem Leichenteile bis zur Größe eines ganzen Kadavers einer Temperatur von  $-12^{\circ}$  beliebig lange ausgesetzt werden konnten. Diese Einrichtung zielt natürlich auf die Herstellung von Gefrierschnitten hin.

Die Gefrierschnittmethode ist wohl zweifellos eines der wichtigsten Hilfsmittel für die topographisch-anatomische Forschung geworden, besonders seitdem dieselbe in Deutschland durch W. Braune zuerst in größerem Umfange betrieben und durch den prachtvollen Atlas dieses

Forschers populär gemacht worden ist. An die Entstehung des Verfahrens knüpfen sich nach Braunes eigener Darstellung die verdienstvollen Arbeiten von Ed. Weber, M. Riemer, N. Pirogoff, Rüdinger und anderer Forscher, und in der Gegenwart verfügt wohl eine jede anatomische Sammlung über zahlreiche Gefrierschnitte, deren Herstellung allerdings in den meisten Fällen mit der Anwendung von sogenannten Kältegemischen (Schnee, Eisstückchen, mit Salz untermischt) erzielt wurde. Daß ein solches Verfahren nur bei starker Winterkälte in größerem Maßstabe erfolgreich durchgeführt werden kann, ist klar, und macht bei jedem, der sich mit ihm befassen will, den Wunsch nach zeitlicher Unabhängigkeit in dieser Richtung geltend.

Nur eine tadellos arbeitende Kühlanlage, welche ein schnelles Durchfrieren ganzer Leichen gestattet, würde dieses Ziel in vollkommener Weise erreichen lassen. Eine elektrisch betriebene Bandsäge, wie sie von der modernen Industrie in der vollkommensten Weise geliefert wird, kann die Herstellung von Schnitten von verschiedenster Dicke und Richtung in exaktester Weise mühelos erreichbar machen.

Wenn wir die Leistungsfähigkeit einer für anatomische Zwecke zu benutzenden Kühlanlage in erster Linie danach bemessen wollen, daß ein Durchfrieren des gesamten Leichenmaterials möglich sein muß, so wird man in zweiter Hinsicht auf ein schnelles Abkühlen und Kühlverhalten der sofort nach der Einlieferung in ungefrorenem Zustande zu verwertenden Leichen deshalb nicht zu verzichten brauchen und kann in dritter Hinsicht endlich die Gefrierschnittmethoden in weitgehendster Weise unabhängig von der Witterung zur Anwendung bringen.

Die Erörterung der auf einfache Weise zu verbindenden Ziele lenkt naturgemäß unsere Aufmerksamkeit auf die auffallende Tatsache, daß wir über die Gefriervorgänge an Leichen noch verhältnismäßig außerordentlich wenig wissen. Wenn wir auch voraussetzen können, daß die Fäulnisvorgänge an einem durchgefrorenen Kadaver wirklich zum Stillstand kommen, so muß doch weiterhin die Frage aufgeworfen werden, ob das Durchfrierenlassen an sich nicht störende Veränderungen an der Leiche bewirkt, welche den durch Fäulnisprozesse gesetzten Schädigungen ähnlich oder gar gleichwertig sind. Weiterhin muß in Rechnung gezogen werden, ob nicht während der langdauernden Aufbewahrung in gefrorenem Zustande die Kadaver von schädigenden äußeren oder inneren Einflüssen betroffen und in ihrer Verwendbarkeit beeinträchtigt werden. Selbst das hinterherige Auftauen der gefrorenen Leichen vor ihrer Verwendung im Seziersaal kann als ein für den Erhaltungszustand gleichgültiger Vorgang keineswegs angesehen werden, und es muß untersucht werden, ob derselbe nicht Schädigungen verursacht und gegebenenfalls, wie dieselben vermieden werden können. Aber selbst wenn wir in der Lage wären, diese drei wichtigen Fragen

in befriedigender Weise zu beantworten. so müßten wir zum Schluß immerhin das Resultat vergleichend abwägen gegenüber der Verwendbarkeit des alteingebürgerten chemischen Leichenkonservierungsverfahrens, ehe wir letzteres beseitigen, um die wesentlich kostspieligere Kältekonservierung an seine Stelle zu setzen. Und wie hätte man sich dann zum Schluß die praktische Durchführung der Anlage zu denken ?

Es könnte merkwürdig erscheinen, daß sich die Anregung zur Erörterung solcher Fragen gerade jetzt bemerkbar macht. Indessen hat der Weltkrieg mit seinen höchst beachtenswerten Nebenerscheinungen unter dem Drucke der Ernährungsfrage in Deutschland das Problem der Kältekonservierung erneut zum Gegenstande eingehender Prüfung und Forschung gemacht. So war mir persönlich Gelegenheit geboten worden, Studien über die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren gemeinsam mit Prof. Dr.-Ing. R. Plank, Danzig, und dem Hamburger Fischereibiologen Prof. Dr. Ehrenbaum anzustellen. Diese in den Abhandlungen zur Volksernährung von der Zentral-Einkaufsgesellschaft verbreiteten Ergebnisse (16) eines gemeinsamen Zusammenarbeitens boten so mannigfaltige und interessante Beziehungen zu dem hier zur Erörterung gestellten Thema, daß es gewagt werden mag. auch die Aufmerksamkeit des Fachanatomen auf diese Dinge zu lenken, die vielleicht in späterer Zeit noch einmal Gelegenheit bieten könnten zur Gewinnung eines willkommenen Hilfsmittels für den Unterricht sowohl wie für die anatomisch-wissenschaftliche Forschung.

Schon bei dem einfachen Versuch einer Erklärung des Gefriervorganges an der Leiche stoßen wir auf mannigfache Schwierigkeiten und Lücken in der bisherigen Erkenntnis. Die banale Tatsache, daß eine Leiche beim Gefrieren so erhärtet, daß sie zersäglich wird, kann allein in anatomischer Beziehung nicht befriedigen. Naturgemäß erstreckt sich der Erstarrungsvorgang auf die Weichteile und die Körperflüssigkeiten. Sie werden den physikalischen Gesetzen unterliegen, welche beim Gefrieren eines Gemisches von Salzlösungen und Kolloidstoffen zur Anwendung kommen. Dabei interessieren besonders die in Betracht kommenden Temperaturen, der Verlauf der Abkühlung im Innern, etwaige chemische Trennungsvorgänge sowie die Dauer des ganzen Vorganges bis zur Erreichung des Endzieles, des Überganges aus dem weichen, flüssigen, in den festen Zustand.

Der zum Einfrieren erforderliche Temperaturgrad sowie die Dauer seiner Einwirkung sind einmal abhängig von der Größe und Oberfläche sowie von der Eigentemperatur und Leitfähigkeit des abzukühlenden Kadavers. Eine noch wesentlichere Rolle spielt die Leitfähigkeit des umgebenden Mediums. Bekanntlich ist Luft ein schlechter Wärmeleiter, und so wird das Einfrieren darin wesentlich langsamer vonstatten gehen als in einem sogenannten Kältegemisch (Eis-Salz), welches

durch direkte Berührung der Oberfläche mehr Wärme zu entziehen vermag.

Bleiben wir zunächst bei der Luftkühlung stehen, so wird als wesentlicher Faktor auch die Luftbewegung in Betracht kommen, da bei schneller Zirkulation der Kühlungsprozeß sich schneller vollzieht als ohne diese. Daher sind die meisten Gefrieranlagen zum Zwecke der Fleischkonservierung mit Vorrichtungen versehen, welche ein dauerndes Zirkulieren der kalten Luft aus dem Kühlapparat in die Lagerräume ermöglichen (Exhaustoren). Die Temperatur in den Gefrierräumen der Kühlhäuser für Rindfleisch wird in der Regel bei  $-6$  bis  $-8^{\circ}\text{C}$  gehalten. In den Gefrierzellen der Leichenhalle des Hamburger Hafenkrankehauses ist eine Abkühlungsmöglichkeit der zirkulierenden Luft auf  $-23^{\circ}\text{C}$  vorgesehen. Sie ermöglicht also ein relativ schnelles Einfrieren. In Hinsicht auf den Temperaturgrad, bei welchem das Innere der Leiche in Erstarrung gerät, sind wir bislang noch auf Vermutungen angewiesen. Der Gefrierpunkt des frischen, normalen Blutes beträgt bekanntlich  $-0,56^{\circ}\text{C}$ . Derselbe sinkt bereits mit dem Einsetzen der ersten Leichenerscheinungen auf  $-1^{\circ}$  und darunter. Daß das Muskelfleisch und die übrigen Körpergewebe auf eine wesentlich tiefere Erstarrungstemperatur Anspruch machen, ist in Hinsicht auf ihren höheren Gehalt an Salzen ohne weiteres anzunehmen. Beim frischen Rindfleisch kann nach praktischen Erfahrungen das Durchfrieren als beendet gelten, wenn die Fleischtemperatur im Innern auf etwa  $-5^{\circ}\text{C}$  gesunken ist. Dasselbe darf, wenn es in gefrorenem Zustande aufbewahrt werden soll, nicht über eine Temperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  hinaus erwärmt werden. (15.)

Bei der verwickelten Lage der physikalischen Bedingungen läßt sich die Dauer des ganzen Gefriervorganges bei jeder Kühleinrichtung nur auf empirischem Wege annäherungsweise bestimmen. So gefriert z. B. bei einer Lufttemperatur von  $-11^{\circ}$  ein Rinderviertel im Gewicht von etwa 60 kg in rund 84 Stunden. Ähnliche Verhältnisse würden wir auch bei menschlichen Leichen zu erwarten haben und können daraus erkennen, wie verhältnismäßig zeitraubend und ungünstig sich das Einfrieren in Luft für die Leichenkonservierung stellt, ganz abgesehen davon, daß es relativ höhere Kosten verursacht als andere Methoden, auf die wir später eingehen wollen. Daran schließt sich noch ein weiterer sehr bemerkenswerter Übelstand, nämlich die bei langdauerndem Einfrieren und langem Aufbewahren eintretenden Verdunstungsvorgänge, welche um so stärker ins Gewicht fallen, je lebhafter die Luftzirkulation unterhalten wird. Dieselben können schließlich zum vollständigen Austrocknen, zur Mumifizierung der Leiche resp. Leichenteile führen. Durch die damit verbundenen Gewichtsverluste werden diese Vorgänge am deutlichsten erkennbar, und man kann sich durch regelmäßige Wägungen der in gefrorenem Zustande aufbewahrten Leichen leicht von

der Nachhaltigkeit der austrocknenden Wirkung der gekühlten Luft überzeugen. Beim Gefrieren von Rindervierteln beträgt der Gewichtsverlust für die Dauer des Einfrierens knapp 2%, bei Schweinehälften offenbar infolge der schützenden Speckschicht 1,5%. Bei unzertheilten menschlichen Leichen mit unverletzter Hautoberfläche dürften diese Verluste wohl etwas geringer einzuschätzen sein, werden aber bei Leichenteilen, Organen, Präparaturen u. dgl. mindestens die gleichen Werte erhalten. Beispielsweise habe ich früher in den Kühlzellen der Anatomie des Hafenkrankehauses ganze Thoraxquerschnitte sowie Lungen, Herz und andere Organe in gefrorenem Zustande innerhalb einiger Monate zu vollständig mumifizierten, in Konsistenz und Gewicht an Papiermachémodelle erinnernden Präparaten eintrocknen lassen. Wir sehen also, daß die Gefriermethode unter solchen Umständen die bei der chemischen Konservierung so sehr verdammte Schrumpfung ebenfalls nicht absolut ausschaltbar macht. Wird auf diese Weise die Konsistenz der Leichenorgane durch den Gefrierprozeß in Frage gestellt, so muß man andererseits in Rücksicht auf den Ausdehnungsprozeß, welchen das im Körper gefrierende Wasser durchmacht, auch berücksichtigen, ob nicht dadurch Verdrängungserscheinungen im Innern, Verlagerungen, Rupturen innerer Organe u. dgl. entstehen werden.

Bekanntlich dehnt sich das Wasser beim Gefrieren fast um etwa  $\frac{1}{10}$  seines Volumens aus. Bei Fischen wurde eine Volumenvergrößerung beim Gefrieren um etwa 7,6% (im Mittel) festgestellt. Organe mit einem Wassergehalt von 80% müßten bei ungehinderter Ausdehnung theoretisch eine Volumenzunahme von  $0,8 \cdot 10 = 8\%$  aufweisen, vorausgesetzt, daß tatsächlich alles Wasser in den festen Aggregatzustand übergeführt wird, was nur unter besonderen Bedingungen der Fall ist. Da diese Ausdehnung bei gleichmäßiger Abkühlung alle Teile des Körpers in gleicher Weise betrifft und da sie verhältnismäßig nicht besonders groß ist, so dürfen wir erwarten, daß die Störungen der grobanatomischen Verhältnisse, die auf diese Weise in Erscheinung treten können, überall da gering und kaum bemerkbare sein werden, wo es sich um Körperteile handelt, welche in den gegebenen Grenzen genügende Dehnbarkeit besitzen. Das trifft wohl im allgemeinen für alle Weichteile des Körpers zu. In der Tat habe ich auch bei den zahlreichen, gefroren gewesenen Leichen, die ich zu sezieren Gelegenheit gehabt hatte, niemals in die Augen fallende Verlagerungen der Weichteile, Rupturen weicher Hohlorgane, z. B. Magen, Darm, Harn- und Gallenblase, schwangerer Uterus usw., bei der Sektion beobachtet. Vielmehr finden wir hier nach dem Auftauen überall wieder normale Verhältnisse vor. Diese Beobachtung wird auch durch die Ergebnisse der topographischen Forschung an Gefrierschnitten, soweit mir bekannt, nicht widerlegt.

Wesentlich andere Verhältnisse ergeben sich aber in denjenigen



Fällen, wo flüssigkeitshaltige oder weichteilhaltige Hohlräume von festen Wänden, Knochenkapseln usw. umgeben werden, deren geringe Dehnungsfähigkeit das Ausweichen des gefrierenden Weichteil- und Flüssigkeitsinhaltes nicht oder nur in beschränktem Maße gestattet. In erster Linie käme hier die Schädelhöhle, in gewissem Sinne der Beckenring und die markhaltigen Röhrenknochen in Betracht.

Es ist Frorieps Verdienst (11), auf die Gefrierartefakte im Schädelinnern mit Nachdruck hingewiesen zu haben. Er hat gezeigt, daß das beim Gefrieren in Ausdehnung begriffene Gehirn sich nicht nur durch die verschiedenen, natürlichen Öffnungen (Hinterhauptsloch usw.) einen Weg bahnen kann, sondern daß sogar Sprengungen des Schädels (Dach der Nasenhöhle, Sinus frontalis und sphenoidalis) bewirkt werden können. Froriep kommt zu dem Ergebnis, daß weder durch Entfernung des Schädeldachs noch durch Vorfixierung des Gehirns mittels Formolinjektion vor dem Einfrieren die geschilderten Artefakte ganz verhindert werden können, und schließt mit den Worten: „Das Ergebnis der mitgeteilten Erfahrungen ist eine Mahnung zur Vorsicht in der Verwertung von Gefrierschnitten. Wir dürfen dieselben künftig nicht mehr als gegebene Naturobjekte betrachten, sondern nur als entstandene und müssen die Erforschung ihrer Entstehung im Gefrierprozeß zu einem Bestandteil der anatomischen Analyse machen.“ Leider hat die in diesen Worten enthaltene Anregung zur eingehenden Erforschung der Gefriervorgänge im allgemeinen bisher wenig befruchtend gewirkt, und so kann es bei unserer geringen Kenntnis über diese Dinge immer noch als eine offene Frage gelten, ob nicht doch Mittel und Wege gefunden werden sollten, die erkannten Mängel des Verfahrens durch eine vollendetere Technik zu beseitigen. Ein von Synnington angegebenes Verfahren zur Herstellung von Gefrierschnitten durch den Kopf scheint in diesem Sinne der Beachtung und Nachprüfung wert zu sein (12).

Neben den Gefahren der Eintrocknung und der Sprengung festwandiger geschlossener Hohlräume ist drittens die Gefrierhämolyse ein Kunstprodukt, welches die Brauchbarkeit des anatomischen Gefrierpräparates gefährden kann. Offenbar ist sie bei der bisher geübten Methode der Herstellung von Gefrierschnitten nicht besonders störend in Erscheinung getreten und wird in der Literatur selten hervorgehoben. Erst derjenige, welcher häufig gefrorene und wieder aufgetaute Leichen zu sezieren Gelegenheit hat, kann sich von den störenden Folgeerscheinungen, welche die Gefrierhämolyse hervorruft, eine ausreichende Vorstellung machen. An den unaufgetauten oder an den noch in gefrorenem Zustande schnell in Alkohol oder Formalingemischen fixierten Gefrierschnitten fällt die Hämolyse offenbar deswegen nicht auf, weil bei einem solchen Vorgehen die Zeit fehlt, welche erforderlich ist, um eine Diffusion des gelösten Hämoglobins in die Umgebung der Gefäße und eine Anfärbung der Or-

gane hervorzurufen. Bei einer gefrorenen gewordenen und wieder aufgetauten Leiche hingegen treten sehr bald fast alle Stadien der Diffusionsfärbung so verwirrend zutage, daß es schwer ist, diese Erscheinungen bei ihrer großen Ähnlichkeit mit der Fäulnisdiffusion richtig einzuschätzen. Besonders Orth hat in nicht mißzuverstehender Weise auf die Bedeutung dieser Vorgänge hingewiesen (Diagnostik). Jedenfalls kann das Farbenbild wieder aufgetauter Organe durch den Gefrierprozeß so stark verändert sein, daß es erhebliche Fäulnisveränderungen oder gar Krankheitszustände vorzutäuschen vermag. Für die pathologische Anatomie scheint daher das Leichengefrierverfahren zunächst durchaus unzweckmäßig zu sein. Auch in der normalen Anatomie dürfte der Eintritt der Gefrierhämolyse als einer der schwerwiegendsten Gründe anzusehen sein, welche gegen die Verwendung dieses Verfahrens zum Zweck der Leichenkonservierung ins Feld geführt werden können.

So kann man nach dem bisher Gesagten mit Recht die Frage aufwerfen: Welche Vorteile bleiben dann noch übrig, wenn es nicht gelingt, durch technische Maßnahmen alle die bisher aufgezählten unangenehmen Folgen des Einfrierens zu beseitigen? Ist letzteres überhaupt denkbar und auf welchem Wege?

Diese Frage wird nur beantwortet werden können, wenn wir uns ein Bild von dem Wesen des Gefrierprozesses an den einzelnen Körpergeweben machen können, insbesondere, wenn es glückt, die cellulären Veränderungen, welche das Einfrieren bewirkt, genügend aufzudecken. kurz, wenn uns das Studium der Gefrierhistologie Einblicke in die Gesetzmäßigkeiten ihres Geschehens erlaubt.

Bei dem Versuch, durch reine theoretische Überlegung der Beantwortung solcher Fragen näherzukommen, muß naturgemäß von der Gewebszelle als der biologischen Einheit des Organismus ausgegangen werden. Die Zelle besteht, physikalisch betrachtet, aus einem halbflüssigen Gemisch von Eiweißstoffen kolloidaler Natur, welche durchtränkt sind von einer dünnen Salzlösung, Zellflüssigkeit. Diese beiden Substanzen verhalten sich nach bisher bekannten Gesichtspunkten dem Gefrierprozeß gegenüber ganz verschieden, so daß es zweckmäßig erscheint, diese Vorgänge von vornherein gesondert zu betrachten. Um sich über die Vorgänge beim Gefrieren einer Salzlösung vollkommen klar zu werden, empfiehlt es sich, der Darstellung Planks (16) folgend, zunächst eine Kochsalzlösung (Na Cl) ins Auge zu fassen und deren Verhalten bei verschiedenen Temperaturen und Konzentrationen zu verfolgen.

„Unter der Konzentration verstehen wir den prozentualen Gewichtsanteil wasserfreien Salzes in 100 Gewichtsteilen Wasser (nicht in 100 Gewichtsteilen Lösung!). Wenn wir eine bestimmte Wassermenge mit Salz mischen, so können wir den Salzgehalt so weit steigern, bis

die Sättigungskonzentration erreicht ist. Dieselbe beträgt z. B. bei Wasser von 0° Grad für Kochsalz rund 35,6 %. Wenn wir die Temperatur  $t$  des Wassers erhöhen, so ist es in der Lage, mehr Salz aufzunehmen, d. h. die Sättigungskonzentration  $c_s$  steigt. Andreae<sup>1)</sup> fand zwischen 0 und 100°:

$$c_s = 35,63 + 0,007889 (t - 4) + 0,0003113 (t - 4)^2.$$

Unterhalb 0° gilt diese Gleichung nicht mehr; die Sättigungskonzentration nimmt unterhalb 0° viel schneller ab; bei -15° ist  $c_s = 32,73\%$  und bei -21,2° ist  $c_s = 28,9\%$ .

In Fig. 17 sind die Temperaturen als Abszissen und die Konzentrationen als Ordinaten aufgetragen. In dieses Diagramm ist die Sättigungskurve eingezeichnet, deren Ordinaten für jede Temperatur die Sättigungskonzentrationen darstellen.

Während reines Wasser bei 0° zu gefrieren beginnt, liegt bekanntlich der Gefrierpunkt einer Salzlösung tiefer, und zwar um so tiefer, je konzentrierter die Lösung wird. Jeder Konzentration entspricht eine bestimmte Temperatur, bei der sich aus der Lösung Eiskristalle abzuscheiden beginnen. Verbindet man die Punkte dieser zugehörigen Wert-

paare von Konzentration und Gefrier-temperatur, so erhält man in Fig. 1 die sogen. Eiskurve. Wenn eine schwach konzentrierte Lösung, die z. B. 1% NaCl enthält, bis zu ihrem Gefrierpunkt, der bei -058° liegt, abgekühlt wird, so scheidet sich aus der Lösung reines Eis (H<sub>2</sub>O) aus, der flüssige Teil wird konzentrierter, so daß es möglich ist, die Lösung weiter abzukühlen. Je mehr Eis aus der Lösung ausfriert,

um so tiefer sinkt der Gefrierpunkt, wobei sich der Zustand der Lösung längs der Eiskurve (Fig. 1) bewegt, und zwar so lange, bis im Punkt K

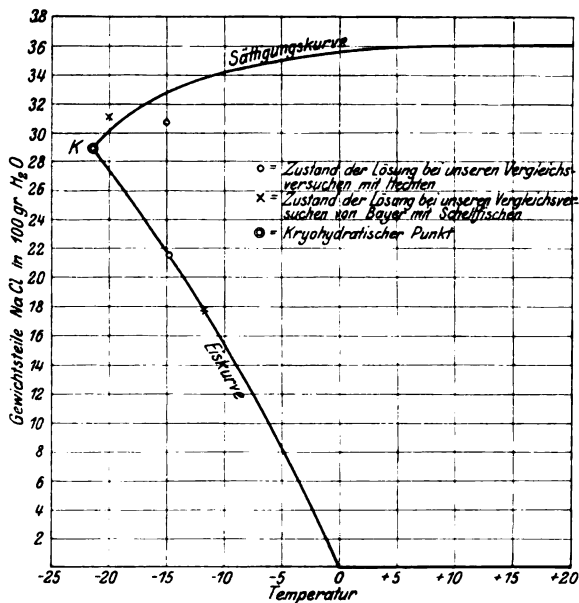


Fig. 1. Sättigungskurve und Eiskurve von Kochsalzlösungen.

<sup>1)</sup> Andreae, Journal für prakt. Chemie (2) Bd. 29, S. 456, 1884 auch Landolt-Börnstein, Phys.-chem. Tabellen, 2. Aufl., S. 244.

die Eiskurve die Sättigungskurve schneidet. Der Punkt K ist der Gefrierpunkt der gesättigten Lösung, er wird als kryohydratischer Punkt bezeichnet und stellt zugleich die tiefste mögliche Gefriertemperatur der Lösung dar. In diesem Punkt frieren aus der Lösung Eis und Salz in konstantem Verhältnis als einheitlicher Körper aus; erst wenn die ganze Masse in den festen Aggregatzustand übergegangen ist, sinkt die Temperatur weiter<sup>1)</sup>.

Bei schwachen Lösungen ist die Gefrierpunktserniedrigung  $\Delta$  der Konzentration  $c$  proportional, und zwar gilt für NaCl:

$$\Delta = 0,583 c.$$

Die Gefriertemperatur  $t_g$  ist also

$$t_g = -0,583 c.$$

Diese Gleichung kann für Konzentrationen von 0 bis 5% angewandt werden. Die Eiskurve ist in diesem Gebiet dementsprechend als gerade Linie aufzufassen (Fig. 1). Für stärkere Konzentrationen sinkt der Gefrierpunkt schneller. Es wird nach de Coppet<sup>2)</sup> bei  $c = 10\%$   $t_g = -6,1^\circ$  und bei  $c = 20\%$   $t_g = -13,6^\circ$ . Im kryohydratischen Punkt ist  $c = 28,9\%$  und  $t_g = -21,2^\circ$  (nach Meyerhoffer<sup>2)</sup>). Fig. 1 stellt somit das Zustandsdiagramm der Kochsalzlösungen dar in dem für uns in Frage kommenden Temperaturgebiet. Von der Sättigungs- und Eiskurve wird das Gebiet der ungesättigten Lösungen eingeschlossen.

Ebenso wie die Lösung bei Erreichung der Sättigungskurve reine Salzkristalle auszuscheiden beginnt, so werden bei Erreichung der Eiskurve reine Eiskristalle gebildet. Man könnte daher auch in sehr bezeichnender Weise die obere Kurve in Fig. 1 die Sättigungskurve für Salz und die Eiskurve die Sättigungskurve für Wasser nennen.

Ein solches Zustandsdiagramm kann für jede wässrige Salzlösung gezeichnet werden. Die Grenzkurven verlaufen hierbei qualitativ stets ähnlich wie beim Kochsalz. Die Lage des kryohydratischen Punktes ist für jedes Salz verschieden und nur für wenige Salze hinreichend genau bekannt<sup>1)</sup>.

Die Zustände auf der Eis- und Sättigungskurve repräsentieren physikalische Gleichgewichtslagen zwischen einer flüssigen und einer festen Phase, ebenso wie sich z. B. beim Druck von 1 Atmosphäre flüssiges Wasser und Wasserdampf von  $100^\circ$  im Gleichgewicht befinden. Es ist aber auch der Fall denkbar, daß bei außerordentlich starker Wärmezuziehung die Erstarrung einer ungesättigten Lösung nicht in einer Aufeinanderfolge von Gleichgewichtszuständen längs der Eiskurve.

<sup>1)</sup> Siehe Gröber, Physikalische Untersuchungen für die Kältetechnik Dissertation, Techn. Hochschule München, 1908.

<sup>2)</sup> Landolt und Börnstein, Phys.-chem. Tabellen, 3. Auflage, S. 556.

sondern in labilen Lagen vor sich geht. Bei sehr schnellem Gefrieren können zwischen den gebildeten Eisnadeln Salzteilchen eingekapselt werden, und da, wie wir weiter sehen werden, bei genügend rascher Wärmeentziehung die Zahl der Krystallisationskerne wie auch die Wachstumsgeschwindigkeit der Krystalle eine sehr große ist, so kann die Lösung auch schon unterhalb des kryohydratischen Punktes zu einem scheinbar homogenen Block erstarren; die Salzteilchen bzw. Tropfen von hochkonzentrierter Lösung sind dabei zwischen den aus-

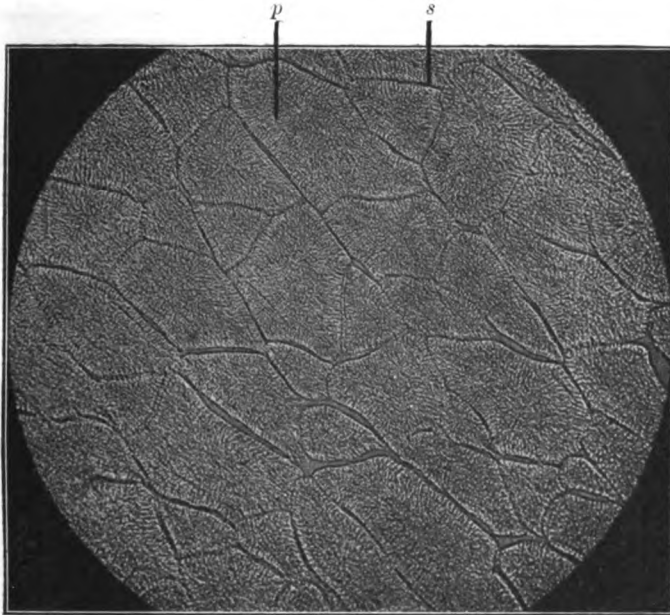


Fig. 2. Frischer, sehr dünner Querschnitt eines mit flüssiger Kohlensäure in wenigen Sekunden gefrorenen Muskels vom Schellfisch, welcher infolge der kurzen Gefrierdauer überhaupt keine Gefrieränderungen zeigt und als normaler Muskelquerschnitt gelten kann. Präparat in physiologischer Kochsalzlösung frisch und ungefärbt photographiert, bei einer Vergrößerung von 1 : 180. *p* = Muskelplasma; *s* = Sarkolemm.

gefrorenen Eisteilchen eingeschlossen im Gegensatz zu dem wirklich homogenen Eisblock, der nur im kryohydratischen Punkt erhalten werden kann.“

In dem Zellsaft der Körperzelle würde der Gefrierprozeß natürlich genau so wie in einer Salzlösung verlaufen, wenn nicht außer den Krystalloiden (Salzen) noch Kolloide (Eiweißstoffe) vorhanden wären. Die letzteren aber veranlassen durch ihre Gegenwart noch weitere Modifikationen, und es dürfte schon von vornherein die Vermutung gerechtfertigt erscheinen, daß durch sie gerade histologisch erkennbare Veränderungen bedingt werden. R. Zsigmondy (17) äußert sich darüber allgemein

folgendermaßen: „Beim Gefrieren des Dispersionsmittels verhalten sich gleichfalls die Kolloide sehr verschieden. Viele erleiden dabei irreversible Zustandsveränderungen, so daß sie nach dem Auftauen nicht mehr als Kolloidlösungen fortbestehen, sondern als lose Gallerte, feines Pulver, oder in Form von Blättchen sich ausscheiden. — Gelatine, Hausenblase, ferner Carrageen, Agar-Agar und Sapo medicatus verändern sich so, daß die ersten Mengen der auftauenden Flüssigkeit fast nichts von den gelösten Stoffen enthalten. Nach dem völligen Auftauen ist die Substanz inhomogen, aus dünner Flüssigkeit und schwammiger

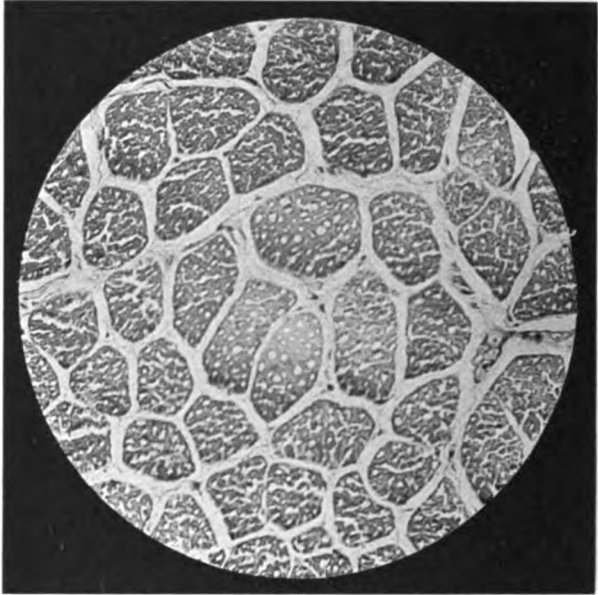


Fig. 3. Schnell im Kohlensäurestrom gefrorener *M. sartorius* des Menschen, nachträglich mit Formol fixiert und in Paraffin geschnitten. Hämatoxylin-Eosinfärbung, durch Entwässerung geschrumpft. Das Einbettungsverfahren ist hier deshalb gewählt, weil die Schnittrichtung besser hergestellt und so die Deutlichkeit der feinen Gefrierlücken erhöht werden konnte.

Gallerte bestehend. Bei Zimmertemperatur ist die Veränderung selbst noch 48 Stunden nicht rückgängig.“

Es sind demnach zwei wichtige Vorgänge, die sich am Protoplasma der Zelle beim Gefrieren abspielen, zu beachten, einmal die Trennung des reinen Wassers von den Salzen, deren Lösung dadurch nach und nach immer mehr eingeengt wird, und zweitens die Koagulation der Kolloide. Diese beiden Erscheinungen gehen parallel nebeneinander her, und sie stellen im Prinzip nichts weiter dar als eine allmählich verlaufende besondere Art der Wasserentziehung, welche das Zellprotoplasma erleiden muß, und welche in jeder Phase ihres Ablaufs je nach der Ab-

kühlungsgeschwindigkeit durch den Erstarrungsprozeß schon vor der Erreichung des kryohydratischen Punktes unterbrochen werden kann.

Schon diese einfache Überlegung lehrt, daß vermutlich die Gefriergeschwindigkeit einen bedeutenden Einfluß auf die Gewebsstruktur haben muß. Noch klarer läßt sich diese Tatsache erkennen beim Studium gefrorener Gewebe mittels histologischer Untersuchungsmethoden. Der regelmäßige histologische Aufbau der Skelettmuskulatur bietet für derartige Untersuchungen zweifellos die günstigsten Verhältnisse. Aus rein zufälliger Veranlassung wurden diese Versuche von mir zuerst an der Muskulatur der Fische angestellt, und es sollen aus äußeren Gründen

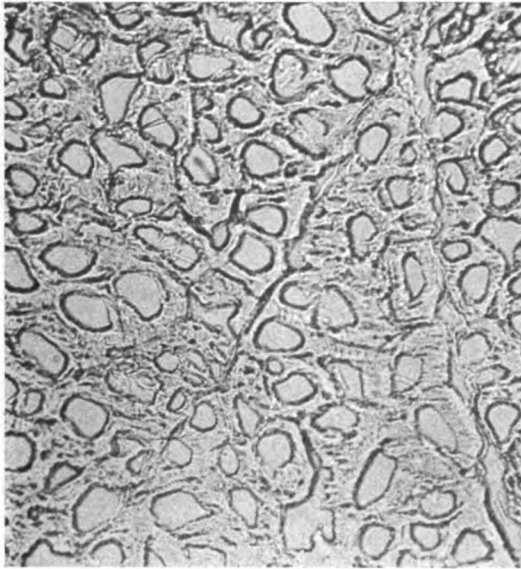


Fig. 4. Gefriermikrotomschnitt vom *M. rectus femoris* des Menschen, frisch in physiologischer Kochsalzlösung, langsam gefroren.

ein Teil der davon noch vorhandenen Abbildungen den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt werden. Indessen sei vorausgeschickt, daß inzwischen auch von anderer Seite angestellte vergleichende Studien an der Muskulatur der Säugetiere und des Menschen erklärlicherweise ganz gleiche Resultate ergeben haben. Es steht daher m. E. einer Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse prinzipiell nichts im Wege.

Man kann von frischen, unfixierten Muskelstückchen mit Hilfe des Gefriermikrotoms leicht und bequem Schnitte gewinnen, an welchen sich die Gefrierveränderungen unter dem Mikroskop in aller wünschenswerten Klarheit erkennen lassen.

Kleine Stücke (Würfel von ca. 0,5 cm Seitenlänge) eines unfixierten

frischen Leichenmuskels werden mittels flüssiger Kohlensäure mit beliebiger Geschwindigkeit allmählich auf dem Objektischchen eingefroren und in Schnitte von  $10\ \mu$  zerlegt. Sowohl unfixiert, wie bei nachträglichen Formolfixation zeigen solche Schnitte schon alle prinzipiellen Veränderungen, welche der Muskel durch den Gefrierprozeß erleidet.

Es ergibt sich dabei die bereits vermutete und meines Wissens bis jetzt völlig unbeachtet gebliebene Tatsache, daß je nach der Schnellig-

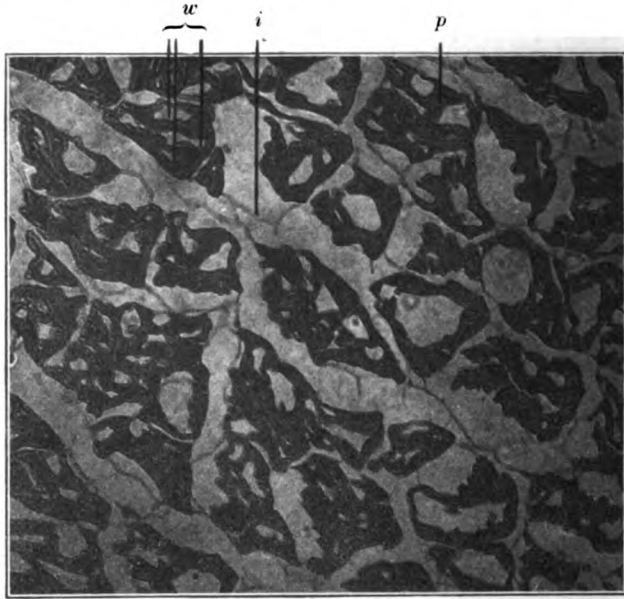


Fig. 5. Querschnitt durch die Muskulatur dicht unter der Haut eines nach Ottensens Methode in Thisted (Jütland) am 18. August 1915 eingefrorenen und bis zum 7. Oktober 1915 gefroren erhaltenen Kabeljaus (K 28). Der Fisch wurde vom letztgenannten Tage bis zum 9. Oktober 1915 morgens langsam auf Eis aufgetaut. Alsdann wurde die Probe herausgeschnitten und konserviert. Die Muskelfasern enthalten infolge des schnellen Gefrierens der Randschichten, denen sie angehören, zumeist zahlreiche Lücken und zeigen das Bild des Querschnittes von Schema Fig. 11. Das Präparat bildet zugleich einen Beweis für die Annahme, daß die Rückbildung der Gefrieränderungen selbst nach langsamem Auftauen ausbleibt. Die größeren Zwischenräume zwischen den Muskelfasern sind durch den Muskelsaft hervorgerufen. Vergrößerung 1:180.  $i$  = interstitielles Gewebe;  $w$  = Fleischsaftlücken;  $p$  = Muskelplasma.

keit, mit welcher der Gefrierprozeß im Muskel verläuft, die histologischen Veränderungen ganz verschieden ausfallen. Man kann das Präparat durch reichliche Kohlensäurezufuhr an der dem Objektischchen aufliegenden Seite fast momentan in wenigen Sekunden einfrieren lassen. Kehrt man alsdann nach dem Durchfrieren des ganzen Stückes den Block um, nachdem man ihn mit dem Knorpelmesser abgestemmt und mit etwas Wasser von neuem umgewendet auf der Unterlage hat anfrieren lassen (NB. unter Vermeidung jeglichen Auftauens), so zeigen die von



der am schnellsten eingefrorenen ursprünglichen Fußseite des Präparates hergestellten Mikrotomschnitte ein vollständig normales Bild, welches nicht die geringste Störung des histologischen Gefüges erkennen läßt. Die Fibrillen, die Cohnheimschen Felder, das Zwischengewebe und auf Längsschnitten die Längs- und Querstreifung zeigen völlig normales Verhalten und lassen nirgends Spuren einer Gefrierschädigung erkennen Fig. 2.

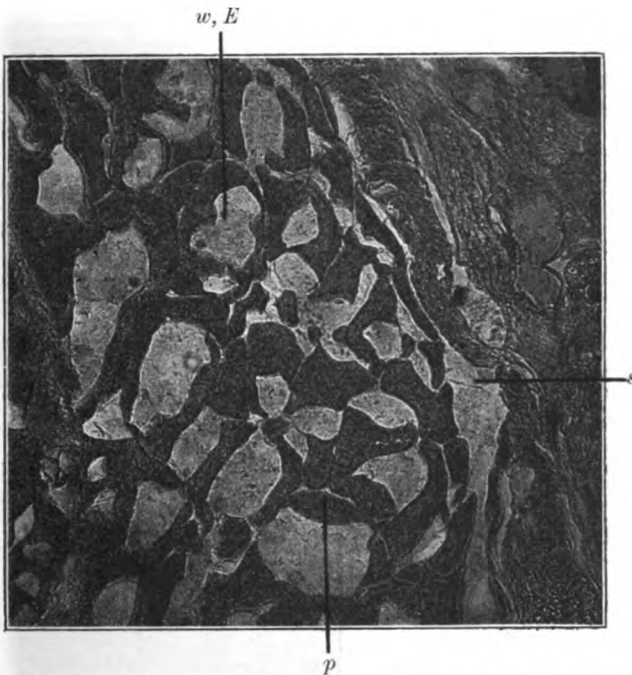


Fig. 6. Querschnitt durch die mittleren Muskelschichten eines nach Ottesen's Methode gefrorenen Schellfisches. Man sieht, daß die Lücken durch Confluenz im Innern jeder Faser vereinzelt und größer geworden. Präparat in gefrorenem Zustande konserviert. Vergrößerung 1:180  
*s* = Sarkolemm; *p* = Muskelplasma; *w, E* = Fleischsaftlücken mit Eiweißniederschlägen.

Anders wird das Ergebnis, wenn man durch Verlangsamung der Kohlensäurezufuhr das Präparat erst nach einigen Minuten durch allmähliche Kühlung zum Erstarren bringt. Man braucht dann das Präparat nicht auf den Kopf zu stellen, denn gerade die zuletzt erhärtete, dem Objektisch abgewendete Fläche desselben zeigt natürlich das Resultat am schönsten. Man sieht auf den hergestellten Schnitten im Sarkolemma den Beginn der durch das Einfrieren hervorgerufenen Veränderungen. Sie dokumentieren sich durch das Auftreten von kleinen runden oder polygonalen Hohlräumen in wechselnder Anzahl, welche ziemlich gleichmäßig im Sarkoplasma eines jeden Faserquerschnitts

in Erscheinung treten und auf diese Weise den Cohnheim'schen Feldern ein mehrfach gefensterter Aussehen verleihen (Fig. 3). Das Sarkolemma, das Zwischengewebe und die übrigen histologischen Einzelheiten bleiben indessen noch im wesentlichen erhalten. Wiederholt man den Versuch an einem neuen Objekt unter noch weitergehender Verlangsamung des Gefrierprozesses mittels Drosselung der Kohlensäurezufuhr, so erkennt man, daß an Stelle der zahlreichen kleinen ein einziger großer

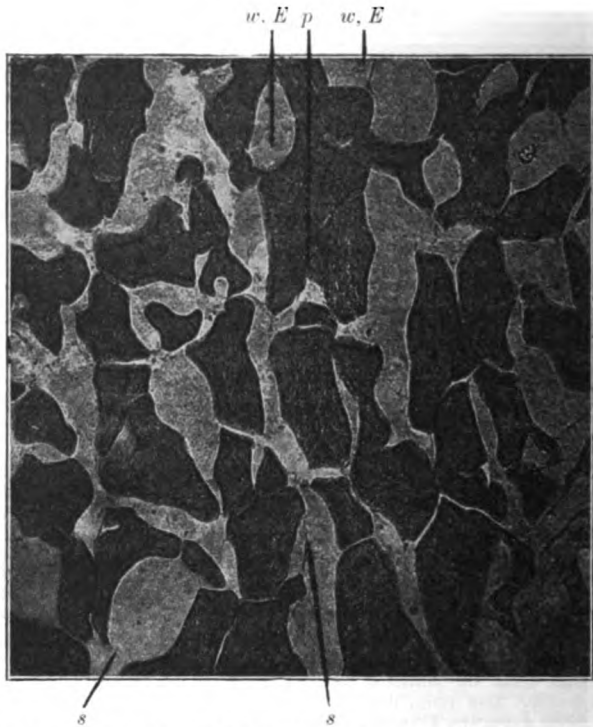


Fig. 7. Querschnitt durch die tiefsten Schichten desselben Fisches, von welchem das Präparat der Fig. 6 stammt. Das Sarkolemma ist größtenteils gesprengt, und der Fleischsaft hat sich in die interstitiellen Räume ergossen, in welchen die geronnenen Eiweißmassen sichtbar sind. (E.) Vergrößerung 1 : 180. Bezeichnungen wie in Fig. 6.

zentral gelagerter Hohlraum in jedem Faserquerschnitt entsteht. So verwandeln sich alsdann die Cohnheim'schen Felder in polygonale Ringfiguren (Fig. 4). Eine weitere Verzögerung des Einfrierens läßt sich aber dann mit dem Kohlensäuregefrieremikrotom nicht mehr so bequem erreichen. Man muß, um eine gesteigerte Wirkung zu erzielen, nunmehr schon die Gefrierkammer in Anspruch nehmen und den Muskel bei Lufttemperaturen von  $-10^{\circ}$  und darüber dem langsameren Einfrieren aussetzen. Von derartig gefrorenen größeren Muskeln kann man

unter Vermeidung des Auftauens zugeschnittene kleine Stücke auf dem Gefriermikrotom befestigen und in Serien zerlegen. Solche Schnitte zeigen dann je nach der Dauer des Einfrierens fortschreitende Stadien der Gefrieränderung. Man sieht als nächste Folge, daß sich die zentral gelegenen Hohlräume vergrößert haben. Sie haben das Sarkoplasma weiter verdrängt und an offenbar günstigen Stellen der Peripherie durchbrochen, bis sie das Sarcolemma erreichten. Das letztere ist, dadurch ungleichmäßig gedehnt, schon an vielen Stellen zerrissen (Fig. 6 u. 7).

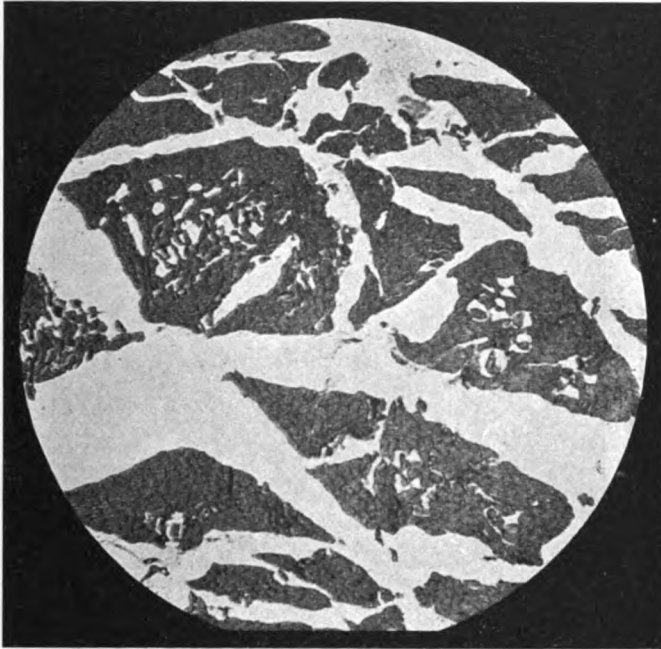


Fig. 8. Querschnitt durch die Muskulatur des Oberschenkels einer mehrere Tage bei  $-10^{\circ}$  in der Kühlzelle der Anatomie des Hofenkrankenhauses durchfrorenen Leiche. Paraffineinbettung.

Auf solche Art werden weiterhin überall die Bahnen des Zwischengewebes eröffnet und verbreitert. Die Cohnheimschen Felder weichen auseinander und machen vorübergehend einem Netz breiter Zwischenlücken Platz. Indem sie dann später wieder von außen her zusammengedrängt werden, gruppieren sie sich bündelweise in geschrumpfter Form inmitten der weit klaffenden Spalten der Bindegewebszüge, welche offenbar durch frei ergossene Flüssigkeit resp. Eiskristalle auseinandergehalten werden (Fig. 8 u. 9).

Da die einzelnen Phasen dieser Gefrieränderung bei langsamem Gefrieren größerer Muskeln allmählich von außen nach innen fortschreitend ineinander übergehen, so erhält man häufig auf Querschnitts-

bildern die verschiedenen Stadien der Gefrierveränderung nebeneinander. Auch dadurch, daß die Muskelfasern nicht immer in derselben Richtung verlaufen, in welcher der Abkühlungsprozeß vor sich geht, kann die Regelmäßigkeit der Querschnittsbilder gelegentlich mehr oder weniger gestört erscheinen (Fig. 5). Von Störungen, welche durch Isolierung (Fettschicht, Hautüberzug usw.) abhängig sind, muß natürlich ganz abgesehen werden.

Wenn man alle derartigen Zufälligkeiten ausschaltet oder in Rech-

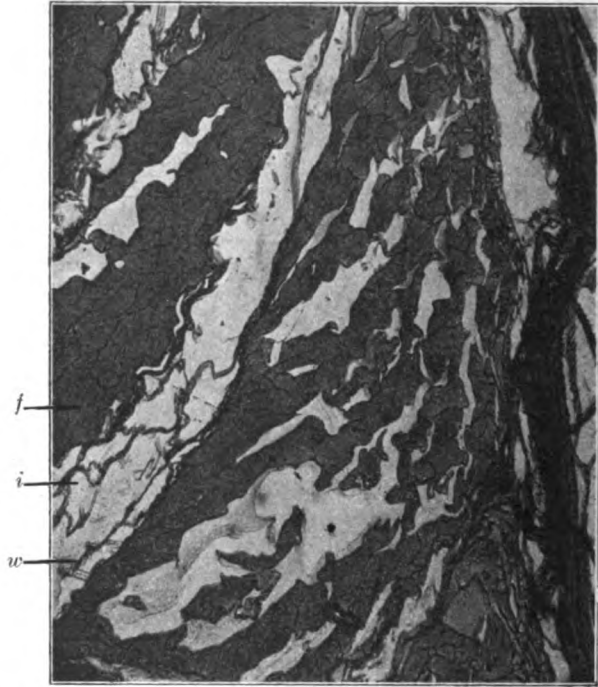


Fig. 9. Querschnitt durch einen in Luft gefrorenen Schellfisch bei schwacher Vergrößerung 1:40. Man sieht die Muskelfasern zu großen Zügen zusammengepreßt und dazwischen die breiten mit bloßen Augen sichtbaren Lücken, welche von Bindegewebsfasern durchzogen sind und die Eiskristalle enthielten. *f* = zusammengedrückte Muskelfasern; *w* = Fleischsaftlücken; *i* = interstitielles Gewebe.

nung zieht, so kann man sich von der Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit des Eintritts der geschilderten Gefrierveränderungen durch häufige Beobachtung leicht überzeugen.

Weiterhin empfiehlt es sich, Längsschnittbilder zum Vergleich hinzuzuziehen und ferner auch Kontrollpräparate unter Anwendung der Formolfixierung und Paraffineinbettung von dem gefrorenen Objekte anzufertigen. Man erkennt dann unschwer, daß die auf den Querschnitten in Erscheinung tretenden Veränderungen jede Muskelzelle der Länge

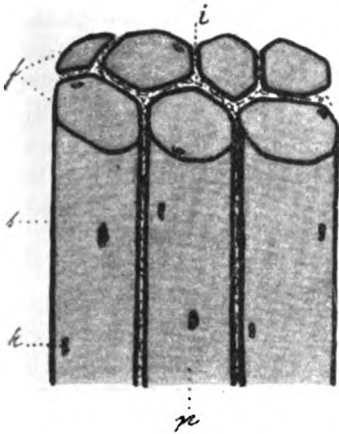


Fig. 10.

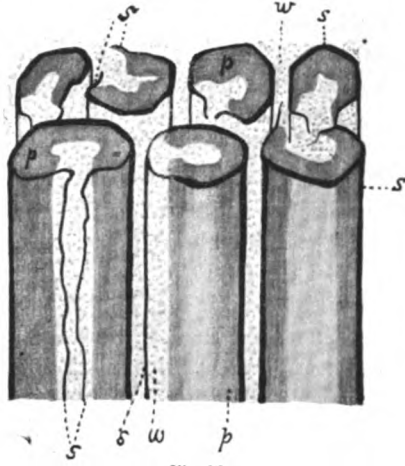


Fig. 13.

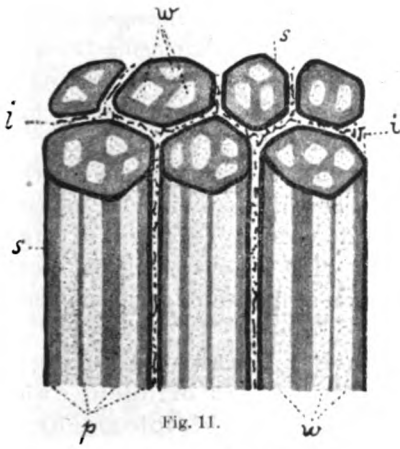


Fig. 11.

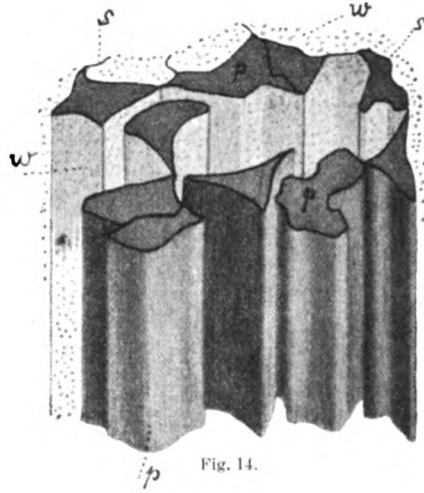


Fig. 14.

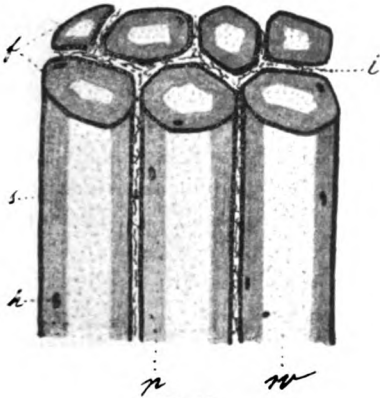


Fig. 12.

Fig. 10 14.

Schematische Darstellung der mikroskopischen Strukturveränderung, welche das quergestreifte Muskelgewebe bei verschieden schnellem Einfrieren erleidet. *f* = Muskelfasern; *s* = deren Umhüllung (Sarkolemm); *k* = Zellkerne der Fasern resp. ihrer Umhüllung; *p* = Inhalt der Muskelfasern (Muskelplasma); die Querstreifung ist der Übersichtlichkeit wegen fortgelassen; *w* = die innerhalb der Muskelfasern ausgefrorenen Wasser- resp. Eissäulchen; *i* = Bindegewebe.

nach durchsetzen. Ferner erkennt man, daß die entstandenen Hohlräume offenbar eine wässrige eiweißhaltige Flüssigkeit beherbergt haben, da von ihr die feinen Gerinnel durch Fixation erhalten sind.

Rein schematisch und räumlich vorgestellt, würden wir also bei äußerst schnellem, in wenigen Sekunden erzeugtem Einfrieren eines Muskels normal histologische Verhältnisse erhalten, wie sie in Fig. 10 vergleichsweise skizziert sind (die Querstreifung und fibrilläre Struktur ist der Einfachheit halber vernachlässigt).

Bei geringer Verlangsamung des Gefrierprozesses erzielen wir Verhältnisse, wie sie Fig. 11 veranschaulicht. Zahlreiche dünne Flüssigkeitssäulchen sind in dem Sarkoplasma ausgeschieden. Sie konfluieren bei weiterer Verzögerung, vermutlich weil ihnen vor der Erstarrung Zeit dazu gelassen wird, zu einer zentral gelegenen dickeren Säule (Fig. 12). Letztere nimmt später an Umfang zu, verdrängt das Protoplasma und sprengt, wenn die Zeit dazu reicht, das Sarcolemma (Fig. 13). Schließlich ergießen sich die aus dem Zellinnern abgeflossenen Flüssigkeitsmengen in die interstitiellen Räume und drängen die deformierten Sarkoplasmastränge auseinander (Fig. 14). Sie schaffen eine zusammenhängende Flüssigkeitsbahn zwischen den deformierten und geöffneten Muskelzellen, welche den gröberen Bindegewebszügen breitspurig folgt.

Dieser gesamte Prozeß erscheint also, wenn man die einzelnen Bilder aneinanderreihet, als eine das Gewebe gleichmäßig ergreifende, kontinuierliche, allmählich durch die zunehmende Gefrierverlangsamung hervorgerufene histologische Schädigung. Die Gesetzmäßigkeit des Gefriervorganges am Muskelgewebe ließe sich also etwa folgendermaßen ausdrücken:

1. Durch sehr intensive und schnelle Abkühlung gelingt es, Muskelgewebe so schnell zum Gefrieren zu bringen, daß mikroskopisch erkennbare Störungen des histologischen Gefüges ausbleiben.

2. Bei der Verzögerung des Einfrierens dagegen treten die geschilderten kontinuierlich zunehmenden Störungen der Gewebsstruktur auf, deren Intensität sich also umgekehrt verhält wie die Abkühlungsgeschwindigkeit.

Die gröberen Gefrieränderungen, welche sich am Muskelgewebe zeigen, waren längst bekannt (holländ. Bericht 13), völlig neu dagegen sind die hier aufgestellten, gesetzmäßigen Beziehungen zur Gefriergeschwindigkeit, und wir werden nicht fehlgehen, wenn wir daraus den Schluß ziehen, daß es sich hierbei um Vorgänge handelt, welche rein physikalischen Gesetzen ihre Entstehung verdanken.

Das Verständnis dafür wird uns erleichtert, wenn wir die Muskelzelle als ein kompliziertes kolloides System betrachten. Im Innern beherbergt sie das halbflüssige, einem Gel vergleichbare Muskelplasma.

welches durch reichlich Wasser und Salze in einem gleichmäßigen Quellungsstate erhalten wird. Durch die Kühlung unter den Gefrierpunkt des Wassers wird ein Trennungsvorgang zwischen den gelösten und ungelösten Bestandteilen durch Ionenwanderung eingeleitet. Derselbe beansprucht wie die meisten kolloid-chemischen Prozesse eine gewisse Zeit. Ist die Abkühlungsgeschwindigkeit sehr groß, die Zeit zur Ionenwanderung zu kurz, so erstarrt das System in molekularer Anordnung. Wird ihm dagegen durch langsamere Abkühlung Zeit gelassen, die Trennung räumlich zu vollenden, so kommt es zur Flüssigkeitsausscheidung aus dem Gel.

Die Flüssigkeit enthält außer dem Wasser die Salze und löslichen Eiweißstoffe und sie unterliegt den physikalisch-chemischen Gesetzen, die beim Gefrieren solcher Gemische bekannt sind. In jeder beliebigen Phase dieses Absonderungsprozesses kann die Erstarrung beginnen. Zuerst wird das Wasser in reiner Form auskristallisieren, zuletzt, wenn der Sättigungspunkt der dadurch immer mehr eingeengten Lösung erreicht ist, beim sogenannten kryohydratischen Punkt (für Kochsalz  $-21,2^{\circ}\text{C}$ ), muß auch der letzte Flüssigkeitsrest in den festen Aggregatzustand übergeführt sein. Durch die Ausdehnung des gefrierenden Wassers und ungleichmäßige Druckverteilung werden die Zellhüllen (das Sarcolemma) gesprengt und die noch flüssigen Anteile in die interstitiellen Räume gedrängt.

Solche Gefriereränderungen entstehen natürlich nicht allein im Muskelgewebe, sondern in allen protoplasmatischen Körpergeweben von gelartiger Konsistenz, und sie erzeugen dementsprechende, dem Bau der Gewebe Rechnung tragende histologische Veränderungen. Wir würden daher ganz allgemein sagen können:

Beim Gefrieren frischer protoplasmatischer tierischer (vermutlich auch pflanzlicher) Gewebe spielen sich bei gleichmäßiger Abkühlung die physikalisch-chemischen, in festem Abhängigkeitsverhältnis zur Gefriereschwindigkeit stehenden Dissoziationsvorgänge (Ionenwanderungen und kolloidale Trennungsercheinungen) von vornherein isoliert im Innern einer jeden Körperzelle ab und liefern gegebenenfalls den Dimensionen der letzteren angepaßte, feine gewebliche Strukturveränderungen. Der Zellorganismus, als somit noch aktiv morphologisch bestimmender Faktor, kann bei zunehmender Verlangsamung des Abkühlungsprozesses und bei Gegenwart überwiegender Flüssigkeitsmengen unter Sprengung der Zellgrenzen so vollständig ausgeschaltet und beiseite gedrängt werden, daß er morphologisch nur noch die Rolle eines passiven Fremdkörpers innerhalb der zusammenhängend abgeschiedenen Gewebsflüssigkeit spielt, die darauf als Ganzes den Krystallisationsgesetzen unterliegt.

Die Grenze der Gefrierverlangsamung, bis zu welcher die Körperzelle das histologische Bild beherrscht, ist bei verschiedenen Geweben naturgemäß verschieden, aber beeinflußt durch den jeweiligen Wassergehalt, die Zellgröße und die Dehnbarkeit der Zellmembran.

Die neue Kenntnis der gesetzmäßigen Entstehung der Gefrierartefakte in den Geweben gibt uns die Möglichkeit, sie experimentell zu beherrschen, was an der Hand der bisherigen Erfahrungen nicht möglich war. Man hat sie stets als einen unabänderlichen Übelstand mit in den Kauf genommen, und die vielen Klagen über die Mängel des Gefrierfleisches auf dem Gebiete der Nahrungsmittelkonservierungstechnik zeigen, daß trotz aller beim Auftauen angewandten Vorsicht die unangenehmen Folgen des Gefrierprozesses nicht beseitigt werden konnten.

Weil man bisher nur die Geschwindigkeit des Auftauens auf Grund zahlreicher Untersuchungen für die Mängel des Gefrierfleisches verantwortlich gemacht hat, herrschte darum die allgemeine Ansicht, daß ein langsames Auftauen die Gewebe mehr schont und einen geringeren Saftverlust verursacht als rasches Auftauen. Der Einfluß der Gefriergeschwindigkeit auf die Struktur des Fleisches dagegen war bisher niemals eingehend geprüft worden, und es ist ein besonderes Verdienst von R. Plank (16), auf die Wichtigkeit dieser Frage hingewiesen und die Notwendigkeit der dazu erforderlichen histologischen Studien betont zu haben.

Somit sind mit der Konservierungsfrage auch anatomische Interessen aufs engste verknüpft worden und man wird beim Austausch der gemachten Erfahrungen auch die Leichenkonservierung durch Einfrieren so gestalten müssen, daß das Auftreten histologischer Schädigungen von Anbeginn an auf das Mindestmaß beschränkt bleibt. Natürlich gibt es nur ein Mittel, um dies zu erreichen, und das ist ein möglichst schnelles Einfrieren.

Von praktischen Gesichtspunkten ausgehend, müßte man wohl in Rücksicht auf die durch den Gefrierprozeß im allgemeinen hervorgerufenen Veränderungen drei Stadien unterscheiden. Das erste Stadium, in welchem durch eine äußerste Geschwindigkeit des Gefrierprozesses jegliche histologische Veränderung des Gewebes ausbleibt. Dasselbe läßt sich erfahrungsgemäß nur bei Anwendung sehr hoher Kältegrade mittels flüssiger Kohlensäure, flüssiger Luft u. dgl. Medien erreichen, mit deren Hilfe sich an frischen unfixierten Geweben das Auftreten histologischer Störungen des Gefüges vermeiden läßt.

Da diese Methode sich nur für leicht durchkühlbare, sehr kleine Objekte eignet, so würde sie für die histologische Technik zur Herstellung von Gefrierschnitten besonders in Betracht kommen.

Ein zweites Stadium würde bei der Verlangsamung des Gefrierver-



fahrens (aus technischen Gründen geboten) zu berücksichtigen sein, wenn es sich um das Einfrieren von Leichen oder Leichenteilen zu makroskopischen Zwecken handelt, und man würde hier die Grenze der Gefrierverlangsamung als gegeben betrachten in dem Augenblick, wo makroskopisch sichtbare Veränderungen im Gewebe auftreten. Diese Grenze ist schwer feststellbar. Immerhin dürfte sie nach dem bisher Gesagten zusammenfallen mit der Verlangsamung des Einfrierens, welche bei den bisher benutzten Einfrieremethoden in unterkühlter Luft zur Anwendung kommt. So daß man annehmen kann, daß das dritte Stadium, d. h. dasjenige der Entstehung von makroskopischen Gewebszerstörungen, mit dem Luftgefrierverfahren beginnt.

Es würden uns daher bei der Leichenkonservierung solche Methoden eine besonderes Interesse abnötigen, bei denen das Einfrieren ganzer Leichen so schnell herbeigeführt werden kann, daß die Entstehung makroskopisch sichtbarer Veränderungen durch den Gefrierprozeß vermieden wird. Die Mittel und Wege hierzu erscheinen theoretisch ziemlich einfach.

Wenn man erwägt, daß die histologischen Veränderungen erst bei einer Temperatur dicht unter dem Gefrierpunkt des Wassers überhaupt einsetzen können, so braucht man die Abkühlung bis zum Nullpunkt nicht zu beschleunigen. Es wird sich also empfehlen, die zu gefrierenden Leichen einer gleichmäßigen Vorkühlung in Luft bis auf  $0^{\circ}\text{C}$  zu unterwerfen, bevor sie eingefroren werden. Beim Einfrieren dagegen darf kein Mittel gespart werden, um die Abkühlung von  $0^{\circ}$  bis auf  $-10^{\circ}$ , d. h. jedenfalls bis zur schnellen Erstarrung, mit äußerster Geschwindigkeit zu erreichen. Für ein solches Ziel kann, wie schon früher erwähnt, die Luft als kühlendes Medium nicht in Betracht kommen. Es eignen sich dazu vielmehr stark gekühlte, gut leitende Salzlösungen, wie sie bereits bei der Nahrungsmittelkonservierung praktisch Verwendung finden. Dahin gehören Lösungen von Kochsalz, Chlorcalcium und Clormagnesium.

Der kryohydratische Punkt der Kochsalzlösung liegt bei einer Temperatur von  $-21,2^{\circ}$  bei einer Konzentration von 28,9%, derjenige von Chlormagnesium bei  $-33,6^{\circ}$  und 26,5% und derjenige von Chlorcalcium bei  $-55^{\circ}$  und 42,5%.

Eine Chlorcalciumlösung würde demnach bei entsprechender Konzentration gestatten, mit der Temperatur am tiefsten herunterzugehen, um eine möglichste Beschleunigung des Einfrierens zu erzielen.

Praktisch könnte man sich die Lösung der Aufgabe so denken, daß die aus der Kältemaschine kommende, auf dem erforderlichen Temperaturminimum befindliche Sole einen verschließbaren, gut isolierten und abgedichteten Behälter passiert, welcher die zu gefrierende Leiche beherbergt.

Dieses Verfahren des Einfrierenlassens durch Eintauchen in tiefgekühlte Salzlösungen ist neuerdings unter Anwendung besonderer Vorichtsmaßregeln mit bestem Erfolge zum Einfrieren von Fischen verwendet worden.

So hat der dänische Fischexporteur A. Ottesen in Thisted im Jahre 1913 ein derartiges Verfahren zum Gefrieren von leicht verderblichen Lebensmitteln in Norwegen patentiert erhalten. Der Wert des Verfahrens besteht besonders darin, daß die Salzlösung dabei als völlig indifferenten Leiter der Kälte funktioniert und nicht in die eingetauchten Objekte selber einzudringen vermag.

Zur Erreichung dieses Zieles ist die Konzentration der Salzlösung so zu wählen, daß sich die Lösung bei der jeweiligen Betriebstemperatur gerade auf ihrem Gefrierpunkt befindet, so daß sie eben beginnt, reines Eis abzusondern. Letzteres wird als weiche schneeförmige Masse ausgeschieden, die teilweise auf der Oberfläche schwimmt, teilweise sich an den kalten Verdampfungsröhren der Kältemaschine absetzt, wo sie, ohne Störung zu verursachen, leicht beseitigt werden kann.

Auf die theoretische Begründung dieses Verfahrens kann hier nicht eingegangen werden, da sich dieselbe in der unter 16 angeführten Publikation genauer dargestellt findet. Es sei nur hervorgehoben, daß die Methode sich für schnelles Einfrieren von Fischen sowohl wie von Schlachtviehfleisch vorzüglich zu bewähren scheint und daß Geschmacksveränderungen durch Eindringen der Salze in die Nahrungsmittel bei richtiger Anwendung des Verfahrens leicht verhindert werden können. Die bei der Nahrungsmittelkonservierung in Anwendung kommenden Temperaturen von  $-10$  bis  $-20^{\circ}\text{C}$  könnten vermutlich bei der Konservierung von Leichenmaterial für anatomische Zwecke noch erheblich erniedrigt werden zugunsten schnelleren Einfrierens, durch Anwendung einer Chlorcalciumlösung von entsprechender Konzentration.

Daß es aber natürlich auch unter diesen Umständen nicht gelingen wird, einen ganzen Kadaver binnen so kurzer Zeit zum Durchfrieren zu bringen, daß histologische Gewebsveränderungen völlig ausbleiben, bedarf nach den gemachten Ausführungen wohl keiner eingehenden Begründung mehr. Immerhin würde man sich aber mit einem Resultat begnügen können, welches makroskopisch erkennbare Veränderungen vermissen läßt. Bei kleineren Objekten, wie Schellfischen, Dorschen usw. ist dies schon unter Anwendung mäßig tiefer Temperaturen ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) erreichbar. Man kann sich davon leicht durch den Vergleich der beiden in Fig. 15 abgebildeten Objekte überzeugen, von denen das eine (Fig. 15a) den Querschnitt durch einen nach dem Ottesen'schen Verfahren bei  $-17^{\circ}$  gefrorenen und einen (Fig. 15b) in Luft bei  $-7^{\circ}$  langsam gefrorenen Fischkörper darstellt. Das erste Objekt zeigt sich auf dem Querschnitt völlig homogen und frei von makroskopisch erkennbaren Veränderungen.

Überall schließen die Muskelsepten dicht aneinander, und die anatomischen Einzelheiten der Schichtbildung in der Muskulatur sind deutlich erkennbar, während sie bei dem Vergleichsobjekt durch Krystallbildung und Gewebszerreißung makroskopisch ganz erheblich verwirrt und gestört erscheinen.

Wenn sich nun bei Anwendung entsprechend niedriger Kältegrade das Durchfrieren ganzer Leichen unter Vermeidung makroskopischer Gefrieränderungen auf dem geschilderten Wege ebenfalls erreichen ließe, so würde man immerhin doch die mikroskopischen Veränderungen mit in den Kauf nehmen müssen. Im Anschluß an die Erörterung ihrer Entstehungsbedingungen würde daher die Frage reifen, ob nicht sie wenigstens bei oder nach dem Auftauen von selber zurückbilden oder durch besondere Modifikationen des Auftauprozesses zum Verschwinden gebracht werden können.

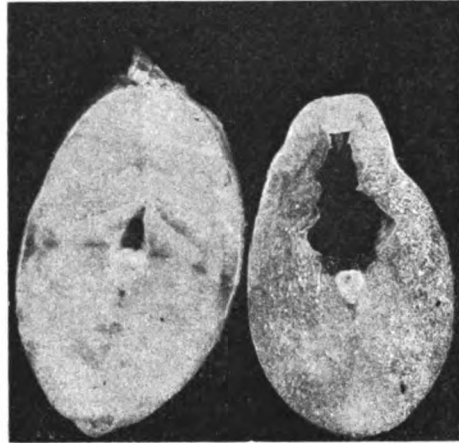


Fig. 15. Querschnitte durch Schellfische in gefrorenem Zustande makroskopisch photographiert: a nach Ottensens Verfahren eingefroren, b in Luft eingefroren, 24 Stunden gelagert.

Leider ist das nicht der Fall. Diese Tatsache wird verständlich, wenn man sich wieder die kolloidalen Eigenschaften des Muskeleiweißes vor Augen führt. Dasselbe gehört nicht zu jener Gruppe von Kolloiden, bei denen der Vorgang der Wasserentziehung durch Wiederaufquellung rückbildungsfähig ist. Bei dem Muskeleiweiß, wie bei den meisten anderen Eiweißstoffen, handelt es sich also nach den neuesten Erfahrungen beim Gefriervorgang um eine Flüssigkeitsabsonderung von irreversibler Natur. Dieselbe ist aller Wahrscheinlichkeit nach um so beständiger, je länger der Zustand des Gefrorenseins gedauert hatte. Weder schnelles noch langsames Auftauen hat daher auf die Rückbildung der entstandenen histologischen Gewebsveränderungen irgendeinen Einfluß. Der einzige leitende Gesichtspunkt beim Auftauverfahren wird der sein müssen, die Objekte vor mechanischen Gewalteinwirkungen (Druck, Zerrung, Pressung) nach Möglichkeit zu bewahren. Dementsprechend müßte bei der Behandlung der Leichen während des Auftauens verfahren werden.

Von nicht minder einschneidender Bedeutung aber ist die Art der Aufbewahrung durchfrorener Leichen für ihren endlichen Konservierungszustand. Auf die Gefahr der Austrocknung durch Wasser-

verdunstung von der Oberfläche aus ist bereits mit Nachdruck hingewiesen. Ferner wäre ein wichtiger Gesichtspunkt die Vermeidung jeglicher Schimmelbildung. Beide Vorgänge sind abhängig von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft. Je feuchter die Luft, desto geringer ist die Wasserverdunstung aber desto größer die Neigung zur Schimmelbildung an der Oberfläche der eingefrorenen Objekte. Bei sinkender Temperatur dagegen nehmen beide Prozesse ab. „Für die Aufbewahrung von gefrorenem Rind- und Schweinefleisch in den Kühlhäusern kann eine Temperatur von  $-8$  bis  $-10^{\circ}$  und eine relative Feuchtigkeit von 90 bis 92% als die günstigste bezeichnet werden.“ So kann man nach Plank und Kallert (14, 15) z. B. Lagerräume mit mangelhafter Ventilation zur Lagerung von Gefrierfleisch verwenden, wenn die Temperatur entsprechend tief herabgesenkt werden kann. In Amerika werden z. B. fast ausnahmslos Lagerräume mit reiner Röhrenkühlung benutzt, wobei Temperaturen bis zu  $-20^{\circ}$  in Anwendung kommen. Eine Temperatursenkung unterhalb  $-10^{\circ}$  erscheint auch dann angebracht, wenn sich auf dem Fleisch beginnende Schimmelbildung bemerkbar macht.

Ein sicheres Mittel zur Verhütung der Oberflächenverdunstung sowohl als auch der Schimmelbildung kann man in der Verwendung luftundurchlässiger Überzüge erblicken. Durch solche wird die Verdunstung unmöglich gemacht und andererseits der für die Verhütung von Schimmelbildung notwendige Sauerstoffabschluß von den lagernden Objekten erreicht.

Bei der Konservierung von Fischen ist ein solches Verfahren auf meinen Vorschlag bereits mit recht günstigem Erfolg versuchsweise zur Anwendung gelangt. Es macht beispielsweise keine großen Schwierigkeiten, solche Objekte durch Eintauchen in eine Paraffinlösung mit einem luftdichten Überzuge zu versehen. Als Ersatz für das in der Kälte leicht abbröckelnde Paraffin hat sich dann später eine im Handel befindliche Carnaubawachskomposition sog. Jelamasse als noch brauchbarer erwiesen. Es wäre der Gedanke nicht fernliegend, auch ganze Leichen durch Überstreichen mit ähnlichen Überzügen für die Kältekonservierung geeignet zu machen und dadurch die bei der Lagerung auftretenden Übelstände, Verdunstung und Schimmelbildung, zu beseitigen. Auch würde es bei Anwendung dieses Verfahrens nicht erforderlich sein, die Temperatur der Lagerungsräume allzu tief herabzusenken, so daß man mit Temperaturen bis höchstens  $-10^{\circ}$  auskommen könnte. Versuche in dieser Richtung sind mit Leichenmaterial noch nicht angestellt, könnten aber wohl aus aussichtsvoll bezeichnet werden.

Wenn es nun auf Grund bisheriger theoretischer Erörterungen möglich ist, ganze Leichen durch schnelles Einfrieren in makroskopisch un-

verändertem Erhaltungszustande vor bakterieller Zersetzung, Vertrocknung und Schimmelbildung dauernd zu schützen, so wäre des weiteren die Frage aufzuwerfen, ob die alleinige Zeitdauer der Aufbewahrung in diesem Zustande an sich nicht noch unerwünschte Veränderungen im Gefolge haben kann, besonders wenn man bedenkt, daß das Ziel des Konservierungsverfahrens in einer möglichst unbeschränkten Dauer des Erhaltungszustandes über Monate, Jahre hinaus bestehen kann.

Diese Frage könnte paradox erscheinen, da wir ja gar nicht wissen, welche Schädigungen außer den genannten nun eigentlich noch die gefrorenen Objekte treffen könnten. Immerhin haben die Versuche bei der Fischkonservierung gelehrt, daß mit der Dauer des Gefrierzustandes noch weiter fortschreitende koagulationsähnliche Vorgänge am Muskeleiweiß einhergehen, dessen gelatinöse Konsistenz dadurch beeinträchtigt wird. Ob wir es dabei mit einer Art von sogenanntem Altern des kolloidalen Systems zu tun haben, oder ob nicht vielleicht chemische Prozesse im Spiele sind, deren Ablauf wir uns oberhalb des kryohydratischen Punktes immerhin noch vorstellen können, oder ob es der ins Innere der Objekte eindringende Sauerstoff ist, welcher diese Erscheinungen hervorruft, muß vorläufig noch als unaufgeklärt gelten. Jedenfalls habe ich mich an gefrorenen Leichen davon überzeugt, daß beim Fehlen eines luftdichten Überzuges der Gasaustausch zwischen dem Innern und der umgebenden Luft ein erheblicher ist. Der Zustand des Gefrorenenseins bietet für das Eindringen des Sauerstoffs ins Innere der Leiche und ebenso für den Austritt des Wasserdampfes und anderer Gase an sich kein Hindernis. Das lehrt schon allein die Tatsache der völligen Austrocknungsmöglichkeit bei langer Lagerung an der Luft. Außerdem aber zeigt sich der Vorgang recht deutlich an der von außen nach innen allmählich zunehmenden Oxydhämoglobinfärbung des Leichenblutes. Ja, es kann nach meinen Erfahrungen die Sauerstoffwirkung sogar bei monatelanger Lagerung in gefrorenem Zustande und bei lebhafter Luftzirkulation bis zur beginnenden Methämoglobinbildung fortschreiten, so daß alsdann wieder aufgetaute Leichen eine deutlich ikterische Hautfärbung aufweisen können. Eine bei stark gefaulten und interher durchgefrorenen Leichen sich infolge des Gasaustausches recht angenehm bemerkbar machende Begleiterscheinung ist die neben der Lagerungsdauer einhergehende allmähliche Abnahme des Fäulnisgeruchs. Die letztere geht beispielsweise so weit, daß selbst hochgradig gasgeblähte, grünfaule, bei der Einlieferung unglaublich stinkende Wasserleichen schon nach mehrtägiger Aufbewahrung in durchgefrorenem Zustande so gut wie völlig desodorisiert waren und erst nach dem Auftauen, allmählich weiterfaulend, wieder anfangen, übelriechend zu werden.

Für gerichtsarztliche Zwecke hat daher das Durchfrierverfahren an der Luft gegebenenfalls seinen Wert, während für die Zwecke der normalen Anatomie die Verwendung luftdichter Überzüge im Sinne bestmöglicher Konservierung bei frischem Leichenmaterial entschieden zu empfehlen wäre.

Es liegt kein triftiger Grund vor, die Haltbarkeit des Leichenmaterials nach dem Auftauen als besonders beeinträchtigt anzusehen, obgleich im allgemeinen gegen die Haltbarkeit von Gefrierfleisch ein großes Vorurteil in den Kreisen der Bevölkerung besteht. Für die Entstehung des letzteren ist zweifellos die Schädigung des Aussehens von Gefrierfleisch durch die Hämolyse und das starke Abfließen von Fleischsaft ebenso verantwortlich zu machen wie die allerdings bei langsam gefrorenem Fleisch schneller einsetzende Bakterienwirkung. Die Keime können in den größeren Gewebslücken sich leichter ausbreiten und finden nach dem Auftauen für ihre Wanderung ins Innere breite Straßen vor. Beim Schnellgefrierverfahren würde diese Gefahr wesentlich geringer sein, und es scheint sogar, als ob die Fäulnisfähigkeit gefroren gewesener Fische im Vergleich zu ungefrorenem Material geringer wäre (16). Auch wird von praktischen Gesichtspunkten ausgehend (14, 15) beim Schlachtfleisch ein langsames Auftauen empfohlen, da die Menge des abfließenden Fleischsaftes alsdann geringer sein soll. Es wäre möglich, daß ein teilweises Wiederaufsaugen der ausgeschiedenen Gefrierflüssigkeit seitens der Gewebe stattfände, doch bleibt zu beachten, daß der ursprüngliche kolloidale Zustand der letzteren nicht wiederhergestellt wird. Über die Vorteile resp. Notwendigkeit langsamen Auftauens anatomischer Objekte müßten in Zukunft besondere Erfahrungen gesammelt werden, ebenso wie über die vielleicht geradezu ausschlaggebende Frage der Hämolyse. Hierüber fehlen jegliche Versuche. Man könnte meinen, daß auch zur Vermeidung hämolytischer Vorgänge ein schnelles Einfrierenlassen der Objekte genügen würde. Das scheint nach meinen bisherigen, immerhin sehr spärlichen Beobachtungen nicht der Fall zu sein. Der einzige Vorteil ist vielmehr der, daß Zerreißen des Zwischengewebes und der Capillaren beschränkt oder vermieden werden, und daß auf diese Weise das Austreten des Gefäßinhalts verhindert wird.

Man wird daher in Zukunft der Bedeutung der Hämolyse für die Einfriertechnik besondere Beachtung schenken müssen. Die Bedingungen ihres Eintretens müßten von ähnlichem Standpunkte aus erforscht werden wie die Gefrierschädigung des Muskelgewebes. Erst dann ließe sich über die praktische Verwendbarkeit des Gefrierverfahrens zur Leichenkonservierung für anatomische Zwecke ein Urteil gewinnen.

Wenn wir daher noch einmal das Ergebnis der bisherigen Betrachtungen zusammenfassen, so erhalten wir auf theoretischem Wege die

Möglichkeit, die Körpergewebe durch sehr schnelles Einfrieren und Lagern bei tiefen Temperaturen unter Verhinderung des Austrocknens in makroskopisch brauchbarem Zustande dauernd zu konservieren. Es ist zu vermuten, daß ganze Leichen in tief gekühlten Salzlösungen so schnell zum Gefrieren gebracht werden können, daß ihr Erhaltungszustand nach dem Auftauen für die Zwecke der makroskopischen Anatomie dem Zustande frischer Leichen gleichkommt (etwaige Hämolyse ausgenommen), wenn man sie bei langer Lagerungsdauer vor Austrocknung hat genügend schützen können.

Dies einfache Abkühlungsverfahren auf Temperaturen bis  $0^{\circ}$  genügt nicht für die dauernde Leichenkonservierung und ist nicht geeignet, die bisher üblichen chemischen Konservierungsmethoden zu verdrängen. Ebenso wenig eignet sich das Einfrieren der Leichen in tiefgekühlter Luft zum Zweck dauernder Konservierung.

Da über ein Schnellgefrierverfahren zum Zweck der Leichenkonservierung bisher keine praktischen Erfahrungen vorliegen, so mögen zum Schluß einmal kurz die Versuchsbedingungen angedeutet werden, unter denen vielleicht ein solches Konservierungsverfahren erfolgreich geprüft und verbessert werden könnte.

1. Vorkühlung. Das gesamte, dem Schnellgefrierverfahren zu unterwerfende Leichenmaterial müßte in einem entsprechend großen, gut isolierten Raume in Luft bei annähernd  $0^{\circ}$  C einer mehrtägigen Vorkühlung unterworfen werden.

2. Das Einfrieren müßte nach dem Ottensenschen Prinzip in einer möglichst tief abkühlbaren Solelösung (Chlorcalcium) so schnell geschehen, daß auch in den tiefsten Schichten der Gewebe keine makroskopischen Gewebsveränderungen mehr eintreten können.

3. Das Lagern der gefrorenen Leichen würde in einem Raume zu erfolgen haben, in welchem die Lufttemperatur etwa auf  $-10^{\circ}$  C zu erhalten ist. Durch luftundurchlässige Überzüge können dabei Austrocknung, Schimmelbildung sowie anderweitige Veränderungen weiterhin ausgeschaltet werden.

4. Das Auftauen würde bei gewöhnlicher Lufttemperatur unter völliger Vermeidung mechanischer Insulte langsam vor sich gehen müssen.

Man wird in der Erwartung nicht fehlgehen, daß nach Beendigung des gegenwärtigen Weltkrieges aus allen Orten die Nahrungsmittelkonservierung und Hand in Hand mit dieser die Kühltechnik Fortschritte zeitigen wird, welche vielleicht auch für die Zwecke der Leichenkonservierung im Dienste der anatomischen Wissenschaft ausgenutzt werden können. Als eine Anregung, in diesem Sinne weiterzuforschen, mögen die vorstehenden Ausführungen angesehen werden.

## Literaturverzeichnis.

1. Merkel und Bonnet, Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch. **14**, 1243. 1904.
2. Müller, M., Über das Wachstum und die Lebensfähigkeit von Bakterien sowie den Ablauf fermentativer Prozesse bei niedriger Temperatur. Archiv f. Hyg. **47**. 1903.
3. Fischer, B., Bakterienwachstum bei 0° usw. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. **4**, 89. 1888.
4. Dieudonné, A., Beiträge zur Kenntnis der Anpassungsfähigkeit der Bakterien an ursprünglich ungünstige Temperaturverhältnisse. Arbeiten a. d. Kais. Gesundheitsamt **9**, 492. 1894.
5. Schmidt-Nielsen, Über einige psychrophile Mikroorganismen und ihr Vorkommen. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. **9**, Abt. 2, Nr. 5. 1902.
6. Pictet und Young, Compt. rend. de l'Acad. des Sc. T. **98**, 747. 1884.
7. Ostertag, R. von, Handbuch der Fleischschau **2**, 6. Aufl. 1913.
8. Friedenthal, H., Archiv f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt., 1904, S. 577.
9. Froriep, A., Über die Kühlanlage der Anatomischen Anstalt in Tübingen. Verhandl. d. Anatom. Gesellsch., 13. Vers. Tübingen 1899, S. 126—129.
10. His, W., Zur Geschichte der Gefrierschnitte. Anatomischer Anzeiger **13**, 331ff. 1897.
11. Froriep, A., Über ein für die Lagebestimmung des Hirnstammes im Schädel verhängnisvolles Artefakt beim Gefrieren des menschlichen Kadavers. Anatomischer Anzeiger **19**, 427ff. 1901.
12. Symington, J., Are the cranial contents displaced and the Brain damaged by Freezing the entire Head? Journ. Anatomy. Vol. **37**, N. S, Vol. **17**, P. II, S. 97—106. 1903.
13. Verslag van de door de Nederlandsche Vereeniging voor de Koeltechniek ingestelde Commissie voor de Vischconserveering etc. Delft 1912/13. F. Gräfe.
14. Plank, R., und E. Kallert, Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Schweinefleisch. Verl. d. Zentral-Einkaufsges. m. b. H., Berlin W8. Behrenstr. 21. 1915. Abhandl. zur Volksernährung.
15. Dieselben, Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch. Ebenda. 1916.
16. Plank, Ehrenbaum, Reuter, Die Konservierung von Fischen durch das Gefrierverfahren. Ebenda. 1916.
17. Zsigmondy, R., Kolloidchemie. Ein Lehrbuch. Leipzig 1912.
18. Grönroos, H., Zusammenstellung der üblichen Konservierungsmethoden für Präpariersaalzwecke. Anatomischer Anzeiger **15**, 5. u. 6. 1899.
19. Plank, R., Über den Einfluß der Gefriergeschwindigkeit auf die histologischen Veränderungen tierischer Gewebe. Zeitschr. f. allgem. Physiol. **17**, H. 3. 1916.



## Weitere Untersuchungen über die Lymphocyten und ihre Zellkörner.

Von

Professor Dr. **Herm. Schridde.**

(Aus dem Pathologischen Institute der Städt. Krankenanstalten in Dortmund.)

Mit 2 Textfiguren.

Im Jahre 1905 gelang es mir in Marburg, in den menschlichen Lymphocyten mit Methoden, die sich auf der **Altmannschen Granulafärbung** aufbauten, um den Kern herum plump-stäbchenförmige Zellkörner nachzuweisen<sup>1)</sup>. Im Laufe der Jahre habe ich immer wieder mein Augenmerk auf diese Zellkörner gerichtet und durch verbesserte Färbungsmethoden und durch Vergleich mit anderen Färbungen und anderen Zellen versucht, über diese Dinge nach jeder erdenkbaren Richtung hin Klarheit zu schaffen. Ich will an dieser Stelle nicht auf die Bedeutung und Erklärung der körnigen und fädigen Bestandteile undifferenzierter und differenzierter Zellen eingehen, da eine solche Betrachtung nur auf breiter Grundlage des Studiums der verschiedensten, menschlichen und tierischen Gewebe geschehen kann, und die letzten Arbeiten von **Mevés**<sup>2)</sup> und das Referat **Bendas**<sup>3)</sup> gezeigt haben, daß noch große Unklarheit auf diesem Gebiete herrscht. Es soll hier allein meine Aufgabe sein, die mit den **Altmannschen** Methoden darstellbaren Zellbestandteile der lymphocytären Zellen zu schildern und zu versuchen, aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen Schlüsse zu ziehen, die nicht nur hinsichtlich dieser Zellen sondern vielleicht auch für Zellfragen allgemeiner Art ihre Bedeutung haben können. Ich werde daher heute, um nichts vorwegzunehmen, auch keine der für die körnigen oder fädigen Bestandteile des Zelleibes gebräuchlichen Bezeichnungen, die immerhin mehr oder minder Bestimmtes über diese Dinge aussagen wollen, benutzen, sondern nur den auf die Form dieser Bestandteile sich gründenden Ausdruck **Körner** oder **Fäden** anwenden, auch wenn es sich zeigen sollte, daß wir

1) Münch. med. Wochenschr. 1905, 26.

2) Archiv f. mikr. Anat. u. Entw. 75. 1910.

3) Verhandl. d. Deutschen Pathol. Ges. 1914.

das Recht haben, diese Gebilde als etwas Bestimmtes aufzufassen und von anderen, bei unseren Darstellungsmethoden ähnlichen Zellbestandteilen zu unterscheiden.

Die nachstehenden Beschreibungen beziehen sich auf Befunde, die ich an den lymphocytären Zellen mit einer neuen Anwendungsweise der Altmannschen Methode (Zentralbl. f. pathol. Anatomie 1912, 22) in Abtupfpräparaten vom Gewebe, in Abstrichpräparaten vom Blute und in Paraffinschnitten gewonnen habe, und ich werde zum Schlusse nur ganz flüchtig, da es sich nicht umgehen läßt, auf die Zellbestandteile der undifferenzierten Myeloblasten des Knochenmarkes eingehen.

Zu meinen Untersuchungen habe ich verwandt:

1. Ausstrichpräparate vom menschlichen, normalen Blute und Blute bei lymphatischer Leukämie;
2. Schnitt- und Abtupfpräparate von Halslymphknoten 4—6 Wochen alter Kaninchen;
3. Schnitt- und Abtupfpräparate von hypertrophischen Gaumenmandeln des Menschen.

#### Normales Blut.

Im ganzen wurden 500 Lymphocyten in Blutausrichen verschiedener, gesunder Menschen geprüft. Die Untersuchungen bestätigen meine früher erhobenen Befunde. Es finden sich in allen Lymphocyten des Blutes meist an der einen Seite des Kernes, wo der Zelleib des Lymphocyten etwas breiter ist, im Durchschnitte ungefähr 20—25 plump-stäbchenförmige, ziegelrot gefärbte Zellkörner. Meist liegen sie dicht zusammen. Hin und wieder sieht man auch, daß einzelne Körner sich um das Rund des Kernes herum verteilen. In Präparaten, die gut gelungen sind, zeigen diese Körner sich niemals über dem Kerne, sondern stets an einer Seite oder um ihn herum.

Besondere Aufmerksamkeit wurde darauf gerichtet, ob sich nicht in den Lymphocyten des Blutes fädige Bestandteile darstellen und nachweisen ließen. Das gelang niemals. Es wurden stets nur die untereinander gleichgroßen, plump-stäbchenförmigen Zellkörner festgestellt.

In anderen Zellen des menschlichen Blutes habe ich nie, obwohl ich die Jahre hindurch mit Sorgfalt darauf geachtet habe, gleiche, mit der Altmannschen Methode färbbare Zellkörner gefunden. Nur in den sog. Übergangszellen (Fig. 1 Ü) habe ich rotgefärbte Körner gesehen, die sich aber durch ihre Kleinheit und vielfach durch ihre Anordnung zu kurzen Fäden von den Zellkörnern der Lymphocyten auf das deutlichste unterscheiden.

#### Blut bei lymphatischer Leukämie.

Die Beurteilung der Befunde bei leukämischem Blute stößt auf gewisse Schwierigkeiten. Es ist bekannt, daß man hier sowohl kleine wie

große Lymphocyten antrifft. Dabei erhebt sich natürlich die Frage, ob etwa die großen Lymphocyten den sog. Lymphoblasten, den Keimzentrumszellen der Lymphknoten, entsprechen. Diese Frage ist um so berechtigter, als man ja auch im leukämischen Blute sich in indirekter Zellteilung befindliche Lymphocyten bemerkt, und die Keimzentrumszelle, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde, nichts weiter darstellt als ein Teilungsstadium des (kleinen) Lymphocyten.

Bei dem von mir untersuchten Falle von Leukämie kamen kleine und große Lymphocyten vor. In ihnen fanden sich hinsichtlich der Größe, Lagerung und Färbung ganz dieselben Zellkörner, wie sie in den Lymphocyten des normalen Blutes vorhanden sind.

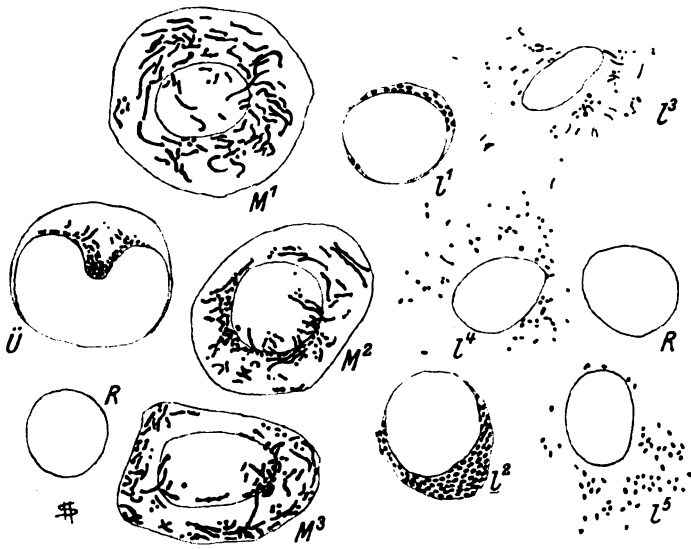


Fig. 1.

l 1 normaler Lymphocyt l 2—5 lymphocytäre Zellen bei lymphatischer Leukämie, z. T. in zerquetschtem Zustande. M 1—3 Myeloblasten aus dem Knochenmarke eines 5 Monate alten menschlichen Fetus, R normale rote Blutkörperchen. Ü sog. Übergangszelle.

Nur eines fiel sofort in die Augen, daß in den großen Lymphocyten gegenüber den normalen Befunden eine ganz beträchtlich größere Anzahl der Zellkörner enthalten ist (Fig. 1,  $l_2$ ). Ich habe Zellen mit 90 bis 100 Körnern feststellen können. Auch hier waren die Gebilde niemals über den Kern hingelagert, sondern lagen stets an seiner einen Seite oder auch wohl in einzelnen Stücken um ihn herum.

Die Nachforschung, ob in den Zellen der lymphatischen Leukämie außer den plump-stäbchenförmigen Zellkörnern noch andere, fädige Bestandteile vorkommen, verlief an den 500 untersuchten Zellen ergebnislos. Ich sagte mir nun, daß solche fädigen Gebilde vielleicht durch die

große Anzahl der sehr dicht gelagerten Körner verdeckt sein könnten, und zog deshalb insbesondere im Ausstrichpräparate zerquetschte Zellen zur Betrachtung heran. Wohl findet man hier, wie Fig. 1, 13 und 4 zeigen, des öfteren kurze, fädige Gebilde. Diese zeichnen sich jedoch auf den ersten Blick dadurch aus, daß sie heller rot erscheinen als die Lymphocytenkörner und sehr zart und dünn sind. Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir hier weiter nichts als beim Ausstrich gequetschte und langgezogene Zellkörner vor uns haben. Auf der anderen Seite sehen wir bei diesen zerquetschten Zellen auch kleine, runde Körner. Hier handelt es sich um Teile zersprengter, stäbchenförmiger Zellkörner.

Es zeigt sich also einmal, daß wir in den lymphocytären Zellen der lymphatischen Leukämie ganz dieselben Zellkörner vor uns haben wie in den Lymphocyten des normalen Blutes, weiter aber haben wir erfahren, daß in den großen Zellen dieser Art die Anzahl der Körner eine viel beträchtlichere ist als in den normalen Zellen des Blutes.

#### Halslymphknoten von jungen Kaninchen.

Von diesen Lymphknoten wurden zuerst Schnitte mit Hämatoxylin-Eosin, Methylgrün-Pyronin und polychromem Methylenblau gefärbt. Es handelte sich nach diesen Untersuchungen um Lymphknoten, deren Rindenknötchen ausgesprochene Keimzentren besaßen. Danach wurden 2—3  $\mu$  und 5  $\mu$  dicke Schnitte mit der oben erwähnten Altmannschen Methode nach meinen Angaben gefärbt.

Bevor ich auf die Ergebnisse eingehe, muß ich hervorheben, daß durch den Schnitt in manchen Fällen nur Teile der einzelnen Zellen getroffen werden, und daß in diesen Zellen daher ein Teil der Zellkörner nicht zur Beobachtung gelangt. Es kommt sogar vor, daß die Zelle so durch den Schnitt getroffen wird, daß in den Schnitt nur ganz wenige oder gar keine Zellkörner fallen. Besonders die Schnitte von 2—3  $\mu$  Dicke weisen diese Fehler auf. Ich habe deshalb, wenn es sich um Zählung dieser Zellgebilde handelte, stets die 5  $\mu$  dicken Schnitte zum Studium herangezogen und habe ferner, um in jeder Weise sicher zu gehen, zum Vergleiche immer Abtupfpräparate von demselben Materiale angefertigt. Denn bei diesen, in den Abtupfpräparaten vorhandenen Zellen hat man die Gewähr, die ganze Zelle vor sich zu haben, und kann sich Gewißheit darüber verschaffen, inwieweit die am Schnittpräparate gewonnenen Befunde als richtig anzuerkennen sind.

Da auch bei diesen Untersuchungen nur eine Durchforschung zahlreicher, einzelner Zellen einen möglichst einwandfreien Schluß gestattet, so wurden auch hier die Befunde an 500 Zellen verzeichnet und aus ihnen erst die Folgerungen gezogen.

In den Lymphocyten im äußeren Teile des Rindenknötchens fanden sich in ganz gleicher Weise und Anordnung die Zellkörner, wie ich

sie oben für den Menschen beschrieben habe. Es verblüfft geradezu, wie groß auch in diesen kleinsten Dingen die Übereinstimmung zwischen tierischen und menschlichen Zellen ist.

Auch hier ergab sich, daß der Durchschnitt der Zellkörner in einer Zelle 20—25 beträgt. Ich muß jedoch hervorheben, daß ich auf der einen Seite auch 10 und auf der anderen Seite auch 54 und 57 Zellkörner in Zellen dieser Art gezählt habe.

Niemals wurden in den Zellen kürzere oder längere fädige Gebilde festgestellt, niemals auch eine Anordnung der Körner in Ketten. Auch in den Schnittpräparaten lagen diese Bestandteile immer an einer Seite des Kernes oder auch einzelne um ihn herum.

Von besonderer Bedeutung erscheinen mir die Befunde in den Zellen des Keimzentrums, den sog. Lymphoblasten. Ich habe stets die Meinung vertreten, daß wir in dieser großen Zelle mit bläschenförmigem Kern nichts weiter als ein Teilungsstadium des Lymphocyten, das Stadium der Prophase, vor uns haben. Die Auffassung, daß es sich hier um eine undifferenzierte Vorstufe des Lymphocyten handele, oder gar, daß diese Zelle der undifferenzierten Zelle des Knochenmarkes, dem Myeloblasten, gleich sei, habe ich stets für falsch gehalten, aus Gründen, die ich hier nicht noch einmal in Breite darlegen möchte und auf die ich erst am Schlusse ganz kurz eingehen werde. Wir werden auch aus den vorliegenden Untersuchungen mit Gewißheit sehen, daß meine Ansicht zu Recht besteht.

Es konnte nun festgestellt werden, daß auch in diesen Zellen völlig die gleichen Zellkörner vorhanden sind, wie sie in den Lymphocyten sich finden. Der Vergleich der Zellkörner ist ja ein sehr leichter, da im Schnitte Lymphocyten und Keimzentrumszellen nebeneinander gelagert sind.

Andere Gebilde als die plump-stäbchenförmigen Zellkörner konnten auch hier nicht beobachtet werden. Niemals zeigten sich kurze oder längere fädige Bildungen oder aneinander gereihte Körner, Körnerketten oder gekörnte Fäden.

Ein bemerkenswertes Ergebnis lieferte die Zählung der Zellkörner, die wiederum an 500 Zellen angestellt wurde. Es ergab sich nämlich, daß hier im Durchschnitt rund 50 derartige Gebilde in der Zelle sich befanden. Allerdings habe ich auch Zellen mit 28 und andererseits mit 82 Körnern gesehen. Aber solche Zellen sind doch in der Minderzahl, und schließlich ist allein der Mittelwert, der gefunden wurde, maßgebend.

Über das Verhalten der Zentralkörperchen kann ich leider keine Auskunft geben, da bei der angewandten Methode diese nicht zur Darstellung kommen. Es wird natürlich von Wichtigkeit sein, auch auf sie ein besonderes Augenmerk zu richten.

In den Abtupfpräparaten von diesen Kaninchen-Lymphknoten wurden folgende Befunde gewonnen.

Während die sog. Lymphoblasten im Schnitte allein durch ihre Lage schon zu erkennen sind, begegnet ihre einwandfreie Feststellung im Abtupfpräparate einer gewissen Schwierigkeit. Man könnte annehmen, daß hierbei auch Retikulumzellen des Lymphknotens zur Beobachtung kämen. Nun wissen wir allerdings, daß die lymphatischen Zellen in ihrem Retikulum sehr lose sitzen. Das beweist die Tatsache, daß man bekanntlich diese Zellen durch Auspinseln aus dem Retikulum entfernen kann. Weiter haben mir die Untersuchungen am Schnittpräparate gezeigt, daß die Retikulumzellen viel feinere Zellkörner haben als die lymphocytären Zellen, so daß auch darin schon eine sichere Unterscheidung im Abtupfpräparate vorhanden ist. Es ist ferner ein Anhaltspunkt, daß

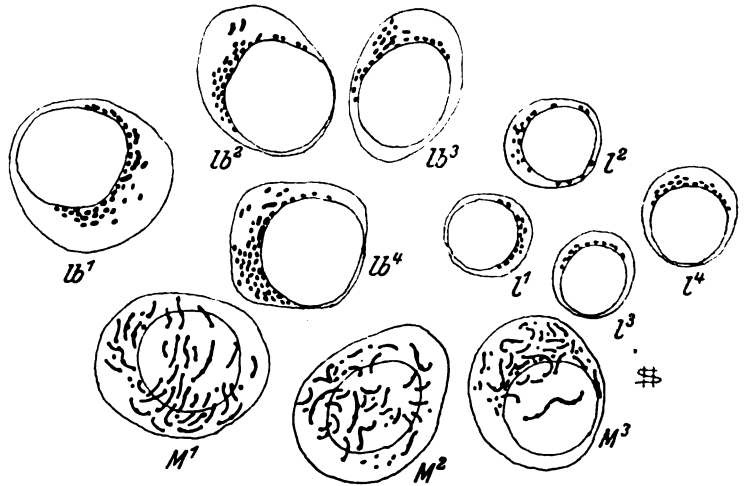


Fig. 2. Lymphocytäre Zellen und Myeloblasten eines 6 Wochen alten Kaninchens.  
*lb* 1—4 Lymphoblasten (Keimzentrumszellen).  
*l* 1—4 Lymphocyten. *M* 1—3 Myeloblasten.

man Lymphoblasten vor sich hat, dadurch gegeben, daß diese großen Zellen in einer mehr oder minder reichlichen Anzahl zusammenliegen. Das ist auch erklärlich, da die Zellen aus dem Keimzentrum auf den Objektträger abgetupft werden. Weiter habe ich noch, um allen Einwänden begegnen zu können, eine ganze Reihe von Präparaten zuerst mit Azur II — Eosin und Methylgrün-Pyronin gefärbt und auf Grund dieser Färbungen die Zellen bestimmt. Schließlich müssen die Lymphoblasten ja auch leicht im Abtupfpräparate herauszufinden sein, da wir am Schnittpräparate erfahren haben, daß sie ganz die gleichen Zellkörner besitzen wie die Lymphocyten.

Es zeigten sich daher auch in diesen Präparaten in den Keimzentrumszellen (Fig. 2) Zellkörner, die hinsichtlich ihrer Lagerung, Gestalt, Größe und Färbung in jeder Weise den betreffenden Zellbestandteilen der

Lymphocyten gleich waren. Auch hier wurden, auch an zerquetschten Zellen, niemals fädige Gebilde bemerkt.

Die an 500 Zellen vorgenommenen Zählungen der Zellkörper ergaben in Übereinstimmung mit den am Schnittpräparate erhaltenen Ergebnissen, daß im Durchschnitte 50 bis 60 Zellkörper in der Zelle vorhanden waren. Auch in Abtupfpräparaten wiesen wieder einige Zellen in dieser Hinsicht mehr oder weniger starke Abweichungen nach oben und unten hin auf.

#### Hypertrophische Gaumenmandeln des Menschen.

Auch hier wurden Schnitt- und Abtupfpräparate in genau der gleichen Weise untersucht wie bei den Lymphknoten des Kaninchens. Es hieß die im vorhergehenden Abschnitte gemachten Mitteilungen Wort für Wort wiederholen, wollte ich die Befunde an diesem Materiale hier anführen. Hinsichtlich der Lagerung, der Zahl, der Form und der Färbung der Zellkörper wurden sowohl in den Lymphocyten wie in den Lymphoblasten völlig die gleichen Befunde erhoben, wie ich sie eben beim Kaninchen geschildert habe. Niemals wurden fädige Bestandteile festgestellt. Auch in den Lymphocyten, die durch das bedeckende Epithel in die Lakunen gewandert waren, zeigten sich dieselben Zellkörper und keine anderen Zellbestandteile.

Aus allen den im vorstehenden angeführten Untersuchungen ergibt sich also, daß sowohl die Lymphocyten wie die Keimzentrumszellen nur allein plump-stäbchenförmige Zellkörper enthalten, und daß niemals fädige Bildungen in diesen Zellen beobachtet werden konnten.

Ganz das gleiche Verhalten wiesen auch die Lymphocyten des Blutes und die aus den Gaumenmandeln in die Lakunen ausgewanderten Lymphocyten auf. Auch die Zellen der lymphatischen Leukämie zeigen dieselben Zellkörper. Bei einer großen Anzahl dieser Zellen ist jedoch eine bei weitem größere Anzahl dieser Zellbestandteile festzustellen, als wir das bei normalen Zellen dieser Art beobachten können. Ob dieser Befund als pathologischer Charakter dieser Zellen zu betrachten ist, oder ob wir in den Zellen Elemente vor uns haben, die den Keimzentrumszellen gleich stehen, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Meiner Meinung nach ist die letztere Annahme die richtige.

Des weiteren zeigt sich, daß der Lymphocyt im Durchschnitt 20 bis 25 Zellkörper aufweist, während die Keimzentrumszelle 50 bis 60 derartige, ganz gleichgeartete Gebilde besitzt.

Die allgemeine, wohl begründete Ansicht ist nun die, daß die Lymphocyten durch Teilung dieser Keimzentrumszellen entstehen. Damit

ist jedoch nichts darüber gesagt, ob diese Zellen Vorstufen oder einfache Teilungsstadien der Lymphocyten sind. Die letztgenannte Auffassung habe ich, wie oben schon gesagt, stets vertreten, und sie wird durch die vorliegenden Untersuchungen, die sowohl in dem sog. Lymphoblasten wie im Lymphocyten stets die völlig gleichen Zellkörper festgestellt haben, bewiesen.

Es ist aber noch ein weiterer, mir ganz besonders wichtig erscheinender Schluß aus den in vorstehendem Aufsätze geschilderten Befunden zu ziehen. Wir sehen nämlich in der Keimzentrumszelle, die wir der ganzen bläschenförmigen Kernform nach als eine im Stadium der Prophase der Zellteilung befindliche Zelle auffassen müssen, rund die doppelte Anzahl der Zellkörper wie in den ruhenden Lymphocyten. Daraus ist meines Erachtens die Folgerung zu ziehen, daß die Zellkörper der Lymphocyten sich in diesem Stadium geteilt haben. Ich wüßte jedenfalls nicht, wie man diese Tatsache sonst anders deuten sollte. Wie die Teilung dieser sehr kleinen Zellbestandteile geschieht, dafür habe ich allerdings keine sicheren Befunde erheben können. Das mag insbesondere an der Kleinheit dieser Gebilde liegen. Aber es ist wohl nicht zu gewagt zu sagen, daß diese stäbchenförmigen Zellkörper sich durch Einschnürung in der Mitte teilen. Aus diesen Keimzentrumszellen, in denen darauf die Kernteilung einsetzt, gehen dann wieder die Lymphocyten mit der Hälfte der Zellkörper hervor.

Es steht daher nach diesen Untersuchungen meiner Ansicht nach fest, daß die Teilung der Zellkörper der Teilung des Kernes vorausgeht, daß also die Erscheinungen der sich entwickelnden Zellteilung zuerst im Protoplasma auftreten. In welcher Weise sich hierzu die Zentrosphäre verhält, das habe ich noch nicht feststellen können, das müssen erst weitere Untersuchungen ergeben.

#### Befunde an menschlichen und tierischen Myeloblasten.

Zum Schlusse seien noch ganz kurz Untersuchungen angeführt, die ich an Myeloblasten eines menschlichen Fetus von 5 Monaten und junger, 6 Wochen alter Kaninchen angestellt habe. Ein kurzer Hinweis auf diese Befunde läßt sich nicht umgehen, da von verschiedenen Seiten noch immer die Meinung vertreten wird, die lymphatischen Zellen der Lymphknötchen und die basophilen Zellen des Knochenmarkes, die Myeloblasten, seien identisch, oder zwischen ihnen beständen doch genetische Beziehungen. Zuerst hat Freifeld 1909 (In.-Diss. Zürich 1909) auf die körnigen und fädigen Zellbestandteile dieser Zellen hingewiesen. Ich gebe in Fig. 1 Myeloblasten des Knochenmarkes eines menschlichen Fetus von 5 Monaten und in Fig. 2 diese basophilen Zellen des Kaninchenknochenmarkes wieder. Schon aus diesen wenigen Abbildungen geht mit Sicherheit hervor, daß wir hier in diesen Zellfäden und gekörnten Fäden ganz andere Dinge vor uns haben als in den Zellkörnern der Lymphocyten. Aus ihnen entstehen ja auch, wie wir wissen, andersgeartete, spezifische Zellbestand-



teile, die neutrophilen, eosinophilen und basophilen Granula der Myelocyten und Leukocyten, während die in den lymphocytären Zellen vorhandenen Zellkörner das bleiben, was sie sind, und nichts anderes werden, mögen sie nun im lymphatischen Gewebe sein oder ins Blut gelangen oder auf die Oberfläche von Schleimhäuten oder ins Bindegewebe wandern. In den Körnern der Lymphocyten haben wir, wenn ich so sagen soll, fertige, funktionstüchtige Zellorgane vor uns, aus denen nichts anderes wird. In den Zellbestandteilen der Myeloblasten handelt es sich aber um unfertige Gebilde, es sind erst die unreifen Vorstufen reifer, funktionstüchtiger Zellteile.

# Zur Kenntnis der Entwicklung und der morphologischen Bedeutung der Hautdrüsenorgane.

Von

Prof. Dr. **B. Henneberg**, Gießen.

(Kurze Zusammenfassung am Schluß.)

Mit 3 Tafeln (XIV—XVI).

Hautdrüsenorgane finden sich bei den Säugern in weiter Verbreitung und in verschiedenster Form. Eine Anzahl derselben ist bereits genauer untersucht worden. Brinkmann (1911) zählt in seinem Referat über „Die Hautdrüsen der Säugetiere“ bereits 22 Hautdrüsenorgane auf, deren histologischer Bau bekannt ist. Viel weniger sind wir über die Entwicklung dieser Gebilde unterrichtet. Die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte ist aber in diesem Falle von ganz besonderer Wichtigkeit, da erst mit ihrer Hilfe die morphologische Bedeutung eines Drüsenorganes erkannt wird. Wir haben daher die Gelegenheit, die Entwicklung eines Drüsenorganes verfolgen zu können, benutzen zu sollen geglaubt. Unsere Untersuchung erstreckt sich auf die Präputialdrüse der Ratte. Die Entwicklungsgeschichte derselben und unsere daraus abgeleitete Ansicht über ihre morphologische Bedeutung seien im folgenden mitgeteilt.

Lage und Bau der ausgebildeten Präputialdrüse. Die Präputialdrüsen der Ratte — wir untersuchten die weiße und schwarz-bunte Form der Wanderratte (*Mus decumanus*) — stellen große, paarige, jederseits vom Präputium in die Schafthaut<sup>1)</sup> und unter die an den Phallus angrenzende Bauchhaut sich erstreckende, in das Cavum praeputii mündende, zusammengesetzte alveoläre Drüsen vor. Beim ausgewachsenen Tiere hat jede Präputialdrüse eine flach keulenförmige Gestalt. Das verjüngte Ende stellt den Ausführungsgang vor, der auf das innere Blatt des Praeputiums dicht am Orificium des letzteren mündet. Beim Weibchen hat sie eine Länge von ca. 1 cm, beim Männchen entsprechend der bedeutenderen Größe des Phallus eine solche von ca. 1 $\frac{1}{2}$  cm. Die größte Breite beträgt ca. 3 mm. Die größere

<sup>1)</sup> Betreffs der Terminologie vgl. die Tabelle der Termini in Henneberg: Beitrag zur Entwicklung der äußeren Genitalorgane beim Säuger II. Anatom. Hefte Bd. 55. S. 406.

Länge der Drüse beim Männchen wird hauptsächlich durch die Länge des schmäleren Ausführungsganges bedingt. Die Präputialdrüsen sind also bedeutend länger, als das Cavum praeputii tief ist. Nach ihrem Bau stellen die Präputialdrüsen stark entwickelte Talgdrüsen vor. Schon bei Lupenbetrachtung erkennt man ihre Zusammensetzung aus einer großen Zahl von Läppchen. Kleine, aus diesen hervorgehende Gänge münden in den zisternenartigen Hauptgang, der wie jene mit Sekret gefüllt ist. Die Drüsenläppchen umgeben ringsum die Zisterne. Der Ausführungsgang ist von einem geschichteten Plattenepithel ausgekleidet. Aussen findet sich eine Schicht glatter Muskulatur. Das von Leydig (S. 32) und Disselhorst (S. 280) konstatierte schwarze Pigment in der Umgebung des Ausführungsganges fehlt bei den meisten unserer Präparate. Es erklärt sich dies wohl dadurch, daß die von uns untersuchten Tiere überhaupt pigmentarm waren. In einigen Fällen war dagegen die schwarze Pigmentierung schon makroskopisch zu erkennen. Die Drüsenzellen zeigen die typische Gestalt der Talgdrüsenzellen. Näher auf den mikroskopischen Bau der ausgebildeten Präputialdrüsen einzugehen, ist für unsere Zwecke nicht notwendig.

Das Sekret ist eine gelbliche, fettartige, spezifisch riechende Substanz, die bei Körpertemperatur von vaselinartiger Konsistenz ist, an der Luft fester und bröcklig wird.

Durch Druck auf die Drüsen kann man das Sekret beim lebenden oder getöteten Tiere leicht am Orificium praeputii zum Austritt bringen. Männchen und Weibchen verhalten sich hierin gleich. Die Angaben Disselhorsts, daß beim Weibchen das Sekret sich in einen zentralen Kanal ergieße, ist nur richtig, falls unter letzterem das Cavum praeputii verstanden werden soll. In dem Sekret fanden wir nicht selten ein oder mehrere Haare, eine Tatsache, die bisher unbeachtet geblieben, für die Deutung der Drüse aber von Wichtigkeit ist. Eine Untersuchung von 28 Tieren zeigte, daß bei jungen Individuen in jeder Drüse 0—2 Haare vorhanden waren, bei ausgewachsenen meist mehrere. In einzelnen Fällen fanden sich 7, 8, einmal sogar 18 Haare in einer Drüse.

Die Entleerung der Drüse wird in der Art erfolgen, daß der Überschuß des angesammelten Sekretes aus der Drüsenöffnung heraustritt.

Vergleichend-anatomische Bemerkung. Ähnlich gestaltete Glandulae praeputiales wie bei der Wanderratte finden sich bei verwandten Formen. Tullberg erwähnt bei einer Reihe von Spezies unter den Muriformes und Muridae das Vorhandensein solcher Drüsen. In einzelnen Fällen scheinen sie im weiblichen Geschlecht zu fehlen. Auch bei einigen, den genannten Formen ferner stehenden Nagern hat er Präputialdrüsen gefunden. Als Beispiele mit ausgebildeten Präputialdrüsen seien genannt: Hausmaus, Hamster, Wasserratte (*Arvicola amphibius*). Nicht vorhanden sind sie z. B. bei *Cavia* und Kaninchen.

**Bemerkungen zur Terminologie.** Mit der Bezeichnung *Glandulae praeputiales* hat man verschiedene Gebilde benannt. In der menschlichen Anatomie versteht man darunter Talgdrüsen von verschiedener Form und Größe, die sich am Penis rings um das Collum und die Corona glandis sowie auch dem inneren Blatte des Praeputiums finden (vgl. z. B. Rauber-Kopsch, 10. Aufl. IV, S. 344). Sodann nennen die Autoren die Talgdrüsen, die in großer Anzahl das Orificium praeputii des Penis, z. B. bei *Cavia* und *Lepus*, umgeben, ebenfalls *Glandulae praeputiales*. Diese Drüsen münden in die Follikel der hier befindlichen Haare (vgl. Rauter S. 414 und 433). Weiter nennen verschiedene Untersucher die Inguinaldrüsen des Hasen und Kaninchens *Glandulae praeputiales*, wodurch weitere Unklarheit gestiftet wird. Die Inguinaldrüsen haben mit dem Praeputium nichts zu tun und sollten daher nicht Präputialdrüsen genannt werden. Sie liegen bei beiden Geschlechtern in der Inguinalgegend zur Seite des Phallus und münden in eine haarfreie Hauttasche. Eine genauere Beschreibung von ihnen hat zuerst Leydig gegeben. Er nennt sie nach Cuvier und Joh. Müller Inguinaldrüsen (l. c. S. 32). Krause bezeichnet sie irrtümlich als Drüsen des Praeputiums (Disselhorst 1904, S. 252). Wie ich sehe, hat auch Courant in seiner Arbeit „Über die Präputialdrüsen des Kaninchens usw.“ nicht Präputialdrüsen, sondern jene von Leydig genauer beschriebenen Inguinaldrüsen gemeint, zitiert er doch in extenso die Beschreibung der Inguinaldrüsen, die Leydig gegeben hat. Auch Tullberg nennt die Inguinaldrüsen der männlichen Leporiden Präputialdrüsen (S. 52). Bei den weiblichen nennt er übrigens die Inguinaldrüsen Clitoraldrüsen (wie auch bei Lagomys, S. 56). — Die *Glandulae praeputiales* des Weibchens als clitorales zu bezeichnen, halten wir nicht für zweckmäßig. Handelt es sich doch bei beiden Geschlechtern um durchaus homologe Gebilde, die daher auch mit demselben Namen zu nennen sind. Anderen Autoren folgend, kann man die Präputialdrüse der Ratte als ein Hautdrüsenorgan auffassen und sie Präputialorgan nennen. Damit wäre unsere Drüse unterschieden von jenen kleinen, in größerer Zahl vorhandenen Präputialdrüsen, wie sie sich z. B. beim Menschen finden. Warum wir die Bezeichnung der Inguinaldrüsen des Kaninchens als Präputialorgan, wie dies bei Brinkmann geschieht, nicht billigen, geht aus dem oben Gesagten hervor.

**Angaben anderer Autoren über die Entwicklung der Präputialdrüsen.** In der Literatur finden sich über die fertig ausgebildete Präputialdrüse der Nager verschiedentlich Untersuchungen. Diese sind zusammengestellt von Stuzmann, Rauter, Disselhorst und Brinkmann, woselbst auch die ältere Literatur nachzusehen ist. Über die Entwicklung der Präputialdrüsen sind jedoch, soweit ich sehe, die Angaben äußerst spärlich.

Stuzmann sagt über die Entwicklung der Präputialdrüsen der Ratte folgendes (S. 282): „Sie entstehen bei 2,5 bis 3 cm langen Embryonen aus der äußeren Bedeckung durch Einstülpung in das subepitheliale Gewebe an der Vorderseite des Geschlechtshöckers, der im Querschnitt die Anlage der Eichel zeigt und von einer Hautfalte, dem Praeputium, überdeckt wird. Die Anlage der Drüse dringt zu beiden Seiten der Urethra ein ziemliches Stück dorsalwärts und teilt sich am blinden Ende in mehrere kleine Zapfen. Die vordere Ausgangsstelle rückt im Laufe der vollkommeneren Ausbildung des äußeren Geschlechtsteiles, besonders des Praeputiums, mehr auf die innere Fläche des letzteren in die Gegend der späteren Corona glandis, wo dann auch beim erwachsenen Tier der Ausführungsgang ausmündet.“

### Eigene Untersuchung über die Entwicklung der Präputialdrüsen der Ratte.

#### A. Embryonale Entwicklung.

**Erstes Auftreten. Lage. Form.** Die Präputialdrüsen treten beim Embryo am Ende des 16. Tages — gerechnet von der Begattung der Mutter — in Gestalt einer ungefähr linsenförmigen Epithelverdickung des Genitoperinealhöckers auf. Diese Anlage liegt jederseits in dem Winkel zwischen Höckerschaft und Schafthaut, und zwar seitlich nach dem Dorsum hin. Am deutlichsten tritt dies auf quer durch den Embryo gelegten Schnitten hervor (Tafel XIV, 1 und 2).

**Weiterentwicklung der Anlage.** Bald, bei 16 $\frac{1}{2}$  tägigen Embryonen, wird die geschilderte Epithelverdickung zu einem Zapfen, der mit abgerundetem Ende in das darunterliegende Bindegewebe hineinragt (Tafel XIV, 3, 4). Dieser nimmt an Länge zu und ist dabei mit dem Fundus etwas medianwärts gerichtet. Die Mündung liegt auf dem breiten Rande der Schafthaut. Bei 17 $\frac{1}{2}$  tägigen Embryonen ist die Mündung der Präputialdrüsen auf der freien Randfläche der Schafthaut jederseits als kleine Einsenkung mit dem binokularen Mikroskop sichtbar. Die Drüsenanlage ist zusammen mit der Schafthaut beträchtlich in die Länge gewachsen (Tafel XIV, 5 und 6).

**Art des Längenwachstums.** Wenn am Ende des 19. Tages die Schafthaut zur Bildung des Praeputiums auswächst, kommt ein Teil der Drüse in dieses zu liegen und nimmt mit dem Praeputium zugleich an Länge zu (Tafel XIV, 7 und 8). Mit Hilfe desselben Verfahrens, das uns dazu diente, die Wachstumsart des Praeputiums zu demonstrieren, gelingt es, über das Längenwachstum der Drüse Aufschluß zu bekommen. Die dort (Anatomische Hefte Bd. 55, Tafel 33) wiedergegebenen Figuren zur Bildung des Praeputiums können auch dazu dienen, das Wachstum

der Präputialdrüsen zu zeigen. Man sieht, daß die Längenzunahme nicht etwa, wie man annehmen könnte, dadurch zustande kommt, daß der Fundus in die Tiefe wächst, so wie die Spitze einer Pflanzenwurzel in das Erdreich eindringt, sondern dadurch, daß, während der Fundus bis zu der Zeit, da die Sprossung auftritt, an dem Ort, wo er entstanden ist, liegenbleibt, die Schafthaut und nachher das Praeputium nach dem Apex phalli zu wächst und die Mündung der Drüse auf solche Weise mitnimmt, wodurch die Drüse gewissermaßen in die Länge gestreckt wird. Dem entspricht auch, daß die Mitosen in der Drüse über die ganze Länge derselben gleichmäßig verteilt sind.

**Lageveränderung der Drüsenmündung.** Auch die Lageveränderung der Drüsenmündung tritt auf jenen Figuren deutlich hervor. Während die Drüse in ihrem Anfangsstadium, wie gezeigt wurde, an der Grenze zwischen Höckerschaft und Schafthaut liegt (Tafel XIV, 1 und 3), wird ihre Mündung durch die fortschreitende Bildung der Schafthaut lateralwärts verschoben, so daß sie sich von der Achse des Phallus immer mehr entfernt und auf den freien Rand der Schafthaut zu liegen kommt (Tafel XIV, 5 und 6). Wenn dann später die Schafthaut zum Praeputium auswächst, liegt die Drüsenmündung auf dem das Orificium praeputii umgebenden Rand des Praeputiums (Tafel XIV, 7 und 8).

**Bau der Drüsenanlage.** Bis zu dieser Zeit ist der Bau der Drüsenanlage derart, daß man eine epitheliale Wandschicht und Innenzellen unterscheiden kann. Die erstere besteht in der ersten Zeit aus mehreren Schichten hoher, dicht gedrängt stehender prismatischer Zellen, später, bei 18 $\frac{1}{2}$  tägigen Embryonen nur aus einer Schicht. Die Innenzellen sind groß und rundlich.

**Auftreten einer Haaranlage.** Am 20. Tage geht an jeder Drüse seitlich aus dem Fundus ein Sproß hervor, der lateral und nach dem Dorsum phalli gerichtet, in das lockere Bindegewebe der Schafthaut einwächst (Tafel XIV, 8; Tafel XV, 9–11). Dadurch, daß sich an dem freien Ende des Sprosses bald — am 20. oder 21. Tage — eine Haarpapille bildet, erweist sich derselbe als eine Haaranlage. Letztere tritt zu derselben Zeit auf wie die Anlagen der Körperhaare, eilt diesen dann aber in der weiteren Entwicklung und besonders in der Größenzunahme bedeutend voraus. Die Haaranlage und die gleich zu erwähnenden Drüsensprossen verhalten sich also, um auf unseren Vergleich noch einmal zurückzukommen, wie die Pflanzenwurzeln: sie dringen mit ihrem freien Ende basalwärts in das Bindegewebe vor.

**Auftreten der Drüsensprossen.** Gegen das Ende des 20. Tages oder am 21. treten noch weitere Sprossen an der Drüse auf, die sich zuerst als rundliche Vorwölbungen oder Buckel ankündigen. Diese gehen ebenfalls vom Fundus aus und zwar sind es oft zuerst zwei Sprossen, so daß die Drüse an ihrem Ende dichotomisch geteilt erscheint. Zu diesen

kommen bald noch einige andere hinzu. Diese Sprossen haben mit Haaranlagen nichts zu tun. Es sind vielmehr DrüSENSPROSSEN, die zur Entwicklung des Drüsenkörpers führen, nachdem die Drüse lange Zeit nur aus einem einfachen Schlauche bestanden hat (Tafel XV, 12).

**Unterschiede zwischen Drüsen und Haaranlagen.** DrüSENSPROSSEN und Haaranlagen unterscheiden sich dadurch voneinander, daß die Haaranlage eine bestimmte Richtung einnimmt, wie sie eben beschrieben wurde, und daß sie schlanker ist, während die DrüSENSPROSSEN, abgesehen davon, daß sie basalwärts in das Bindegewebe der Schafthaut einwachsen, keine bestimmte Richtung erkennen lassen, plumper sind und Verengerungen und Anschwellungen zeigen. Auch in bezug auf ihren Bau unterscheiden sich die DrüSENSPROSSEN und die Haaranlage voneinander. Das Wandepithel der letzteren besteht aus dicht gedrängt stehenden, hohen, prismatischen Zellen, während das in den DrüSENSPROSSEN jetzt von großen kubischen Zellen gebildet wird. Die Innenzellen der Haaranlage (Bulbuszapfen) sind kleiner und haben einen kleineren Kern als die Innenzellen der DrüSENSPROSSEN.

**Weiterentwicklung des Drüsenorgans.** Ungefähr gleichzeitig mit dem Auftreten der Haaranlage machen sich Veränderungen im Bau der Drüse bemerkbar. Im Bereich der künftigen Mündung tritt eine Verhornung des Innenepithels auf, wie der Verhornungsprozeß jetzt auch in der Epidermis eingesetzt hat. In der Drüse schreitet er schnell vorwärts und führt zum Untergang der Zellen, die dann ausgestoßen werden, so daß die Drüse nun eine offene Mündung besitzt. Sodann machen sich Erscheinungen bemerkbar, die die künftige sekretorische Tätigkeit der Drüse vorbereiten. Es werden nämlich die Innenzellen größer und heller, wobei aber der Kern in der Mitte der Zelle liegenbleibt. Dies ist, abgesehen vom Fundus, von wo jetzt die Sprossenbildung ausgeht und wo daher nur junge Zellen zu finden sind, in ganzer Ausdehnung der Drüse der Fall. — Um die Drüse herum hat sich (Tafel XV, 12) allmählich das Bindegewebe verdichtet, so daß sie eine, wenn auch noch lockere Bindegewebshülle bekommt.

### B. Postembryonale Entwicklung.

Bald nach der Geburt treten auch am Stamm der Drüse kleine, zuerst knopfförmige Sprossen auf, und zwar hauptsächlich so, daß dadurch die Drüse in der Sagittalebene vergrößert wird. Auch an den, aus dem ehemaligen Fundus hervorgegangenen Sprossen treten sekundäre Sprossen auf (Tafel XV, 13). Schließlich ist die Zisterne, abgesehen von ihrem Mündungsteil, ganz von Alveolen und Alveolenbüscheln umgeben (Tafel XV, 14; Tafel XVI, 18). Die Wand der Cisterne besteht bei dreitägigen Ratten noch aus 8—10 Schichten flacher Zellen, bei fünf-tägigen aus ca. 5 Lagen. Zugleich nimmt die Bindegewebshülle der

Drüse an Mächtigkeit zu, während Haarbalg und Haar in die Länge wachsen (Tafel XV, 15 und 16; Tafel XVI, 17).

Um für das Längenwachstum einen Anhalt zu geben, sei gesagt, daß die Länge der Drüse im weiblichen Geschlecht bei 18tägigen Embryonen ca. 100  $\mu$ , zur Zeit der Geburt durchschnittlich ca. 1100  $\mu$  beträgt. Beim Männchen bei 19 $\frac{1}{2}$  tägigen Embryonen ca. 850 $\mu$ , am zweiten Tage nach der Geburt ca. 1600  $\mu$  beträgt. Nach einigen Monaten hat die Drüse ihre definitive Größe und Gestalt erreicht. Die bauchige Erweiterung der zuerst zylindrischen Zisterne erfolgt offenbar durch den Druck, den das sich ansammelnde Sekret auf deren Wandung ausübt. In dieser Zeit sind dann meist auch noch ein oder mehrere Haarfollikel mit Haar zur Ausbildung gelangt. — Die Bulbushaare stecken mit ihren Wurzeln in den Follikeln, der Haarschaft liegt eingebettet in das Sekret in der Zisterne. Die abgestorbenen Kolbenaare liegen in dem Sekret und gelangen mit diesem allmählich nach außen.

Die bereits beim Embryo einsetzende Umwandlung der Drüsenzellen in Sekret schreitet jetzt schnell vorwärts. Dabei beobachtet man eine Deformierung der Zellkerne, die bald zugrunde gehen, während der Zelleib, der fein granuliert erscheint, noch etwas länger erhalten bleibt. Freies Sekret findet sich vom zweiten Tage nach der Geburt an zuerst in sehr geringer Menge. Es nimmt beständig zu, so daß es bei 7tägigen Ratten schon reichlicher, bei 20tägigen sehr reichlich vorhanden ist (Tafel XVI, 19 und 20). Es füllt hier das ganze Lumen des Hauptstammes aus, der sich damit zur Zisterne entwickelt.

Abweichung in der Zahl der Drüsen. Unter 59 (32 Männchen und 27 Weibchen), auf die Präputialdrüsen untersuchten Embryonen und bis 20tägigen (nach der Geburt) jungen Ratten fanden sich dreimal je zwei Präputialdrüsen auf einer Seite (einmal beim Weibchen und zweimal beim Männchen, (Tafel XVI, 21 und 22), und zweimal war im ganzen nur eine Präputialdrüse vorhanden. Akzessorische finden sich bei zwei Embryonen verschiedenen Geschlechtes im Alter von 17 Tagen 20 Stunden, die demselben Uterus entstammen, so daß es möglich ist, daß die Vermehrung der Drüsen familienweise auftritt. In allen drei Fällen liegen die akzessorischen Anlagen ein Stückchen ventral von der eigentlichen Drüse, aber doch nicht so weit entfernt, daß es nicht durchaus möglich wäre, daß Hauptdrüse und akzessorische aus derselben Anlage hervorgegangen wären. — Da auch der dritte Embryo — vom 19. Tage — noch ein relativ frühes Stadium der Drüsenentwicklung vorstellt, so vermögen wir über die Weiterentwicklung der akzessorischen Drüsen nichts auszusagen.

#### Morphologische Bedeutung der Präputialdrüsen.

Erst die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte erlaubt es, die Präputialdrüsen in ihrer morphologischen Bedeutung zu verstehen. Die fer-



tige Drüse hätte man für eine sog. freie, d. h. nicht in einen Haarbalg einmündende Talgdrüse halten können. Dann bliebe aber das Vorkommen von Haaren in der Drüse rätselhaft, oder man hätte unsere Drüse für eine in gewöhnlicher Weise mit einem Haarbalg in Verbindung stehende betrachten können und die Zisterne für den kolossal erweiterten Haarbalg. Gegen diese Auffassung spricht das außerordentlich frühzeitige Auftreten der ganzen Anlage — weit früher, als sich die Körperhaare anlegen — und auch die Größe derselben. Sodann haben wir gesehen, daß die Haaranlage erst sekundär und seitlich gerichtet und zu derselben Zeit, wo sich die Körperhaare anlegen, also diesen wohl gleichwertig, von der Zisternenanlage aussproßt. Unerklärt bliebe auch das Auftreten mehrerer Haare in der Drüse. Gehen wir dagegen von der Entwicklung des ganzen Gebildes aus, so kommen wir zu der folgenden Auffassung. Wenn es sich um eine gewöhnliche Talgdrüse handelte, so müßte zuerst die Haaranlage auftreten und von dieser die Talgdrüse auswachsen. Wir haben gesehen, daß dies nicht der Fall ist. Es bildet sich vielmehr zuerst die Zisterne in Gestalt eines soliden Epithelzapfens. Von diesem sprossen sekundär Alveolen und Alveolenbündel mit sekundären Ausführungsgängen und Haaranlagen aus. Man kann daher das eingesenkte Epithelgebilde als ein eingesenktes Drüsenfeld bezeichnen, von dem Drüsen und Haare aussprossen. Daß die Haare bei der Bildung der Drüse keine wichtige Rolle spielen, geht daraus hervor, daß sich die Drüse anlegen und vollständig fertig ausbilden kann, ohne daß ein Haar dabei auftritt. Von 28 Embryonen, die älter als 19 Tage waren, also so weit ausgebildet waren, daß das Drüsenhaar vorhanden sein konnte, fanden sich bei 11 überhaupt keine Haaranlagen. Im ganzen waren von den 56 Drüsen 21 frei von Haaranlagen. Im postembryonalen Leben fanden sich unter 28 Tieren im Alter von einigen Tagen bis einigen Monaten und älteren 8 Individuen, die kein Haar in ihren beiden Präputialdrüsen aufwiesen. Im ganzen waren von den 56 Drüsen 22 haarfrei.

**Bildungsweise ähnlicher Hautdrüsenorgane.** Von einigen Hautdrüsenorganen ist bereits die embryologische Entwicklung bekannt. Nur auf eine Beschreibung sei hier hingewiesen, da eine Vergleichung jener Befunde mit den unsrigen Verschiedenheiten und Übereinstimmungen ergibt, die für uns von Interesse sind. Wir meinen die Rücken-drüse von *Dicotyles*. Von dieser hat Houy unter Leitung von Strahl nachgewiesen, daß sie sich durch Einsenkung einer Hauttasche bildet, von der aus tubulöse Drüsen und Haare mit Talgdrüsen aussprossen. Noch vor der Geburt beginnen dann, während die Talgdrüsen bestehen bleiben, die Haare sich zurückzubilden, wodurch der Befund Brinkmanns, der bei älteren Tieren nur ganz vereinzelt Haarrudimente gefunden hatte, verständlich wurde. „Im ganzen kann man hier“, sagt

Houy, „die Haaranlagen gewissermaßen als die Vermittler für die Anlage der Talgdrüsen ansehen, und sobald diese vorhanden ist, hat das Haar seine Aufgabe erfüllt und wird rückgebildet.“ Während hier also das Auftreten der Haare durchaus verständlich ist und ihnen eine Rolle zugewiesen werden kann, scheinen sie bei unserer Drüse bedeutungslos zu sein. In beiden Fällen würde es sich übereinstimmend um die Einsenkung einer Hauttasche oder, wie wir sagten, eines Drüsenfeldes handeln.

#### Kurze Zusammenfassung.

Beim Embryo der Ratte erfolgt die Anlage der Präputialdrüsen in der Weise, daß frühzeitig ein starker, solider Epidermiszapfen in das Bindegewebe der Schafthaut einwächst. Dadurch, daß letztere als Praeputium um die Glans apikalwärts wächst, wobei der Mündungsteil der Drüsenanlage mitgenommen wird, kommt jener in die Praeputiumwand zu liegen. Von dem Epithelzapfen sproßt meist eine Haaranlage aus. Der Epithelzapfen wird unter Zugrundegehen der Innenzellen zur Zisterne. An seiner Wand bilden sich Alveolen und Alveolenbüschel. Zu dieser Zeit beginnt auch die Sekretbildung. Im postembryonalen Leben erfolgt unter reichlicher Sekretbildung eine bedeutende Größenzunahme der Drüse durch Vergrößerung der Zisterne und Vermehrung der Alveolen. Oft treten noch mehrere Haare in der Drüse auf. Abgestorbene Haare gelangen mit dem Sekret nach außen. Nach dem Verhalten der Haare zur Drüsenanlage ist die Präputialdrüse als ein eingesenktes Drüsenfeld zu betrachten. Sie kann als Präputialorgan bezeichnet werden. Von ihr zu unterscheiden sind die Inguinaldrüsen anderer Nager.

#### Figurenerklärung.

##### Tafel XIV.

1. Horizontalschnitt durch den Genitoperinealhöcker eines 16tägigen Embryos. 25 mal vergrößert.
2. Querschnitt durch den Genitoperinealhöcker eines 16tägigen Embryos. 25 mal vergrößert.
3. Horizontalschnitt durch den Phallus eines Embryos von 16 Tagen 20 Stunden. 25 mal vergrößert.
4. Sagittalschnitt durch den Phallus eines ungefähr gleichweit (wie Fig. 3) entwickelten Embryos. 25 mal vergrößert.
5. Horizontalschnitt durch den Phallus eines 17 $\frac{1}{2}$  tägigen männlichen Embryos. 25 mal vergrößert.
6. Horizontalschnitt durch den Phallus eines 17 $\frac{1}{2}$  tägigen weiblichen Embryos. 25 mal vergrößert.
7. Horizontalschnitt durch den Phallus eines 18 $\frac{1}{2}$  tägigen weiblichen Embryos. 25 mal vergrößert.



Fig. 1.



Fig. 2. Sin. ur.

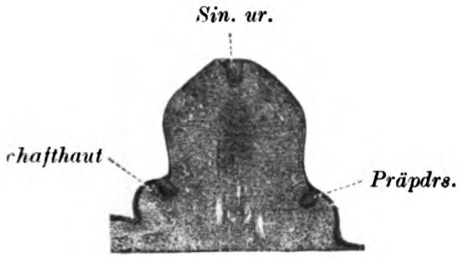


Fig. 3.

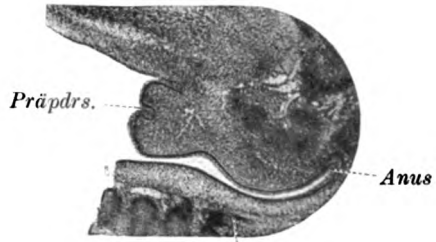


Fig. 4. Schwanz

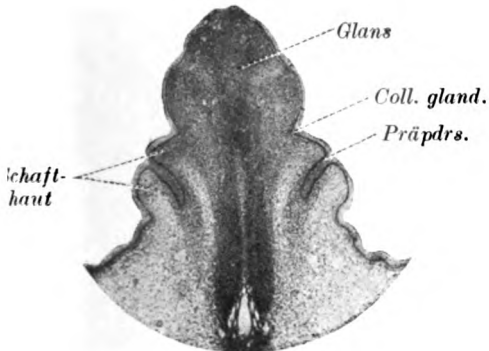


Fig. 5.

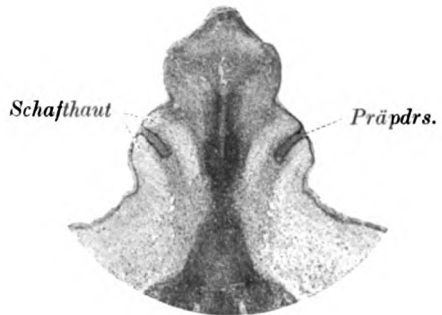


Fig. 6.

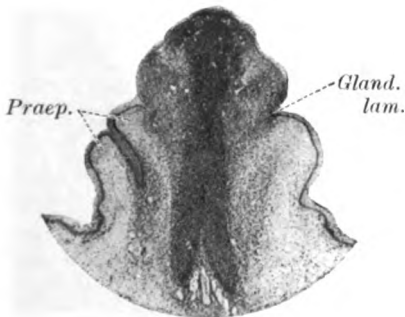


Fig. 7.

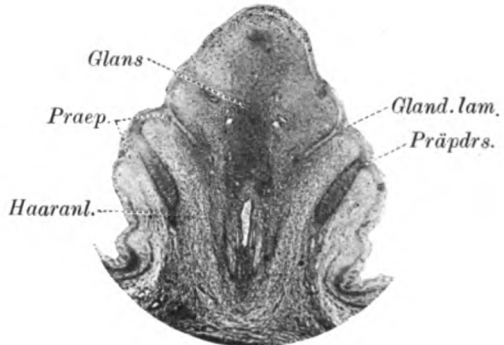


Fig. 8.



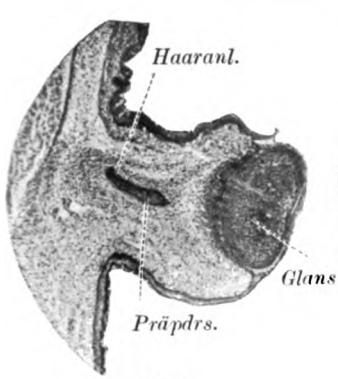


Fig. 9.

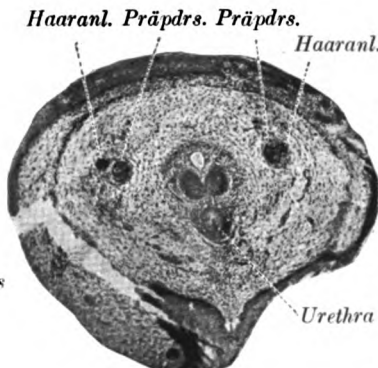


Fig. 10.

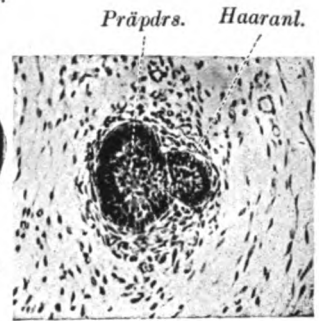


Fig. 11.

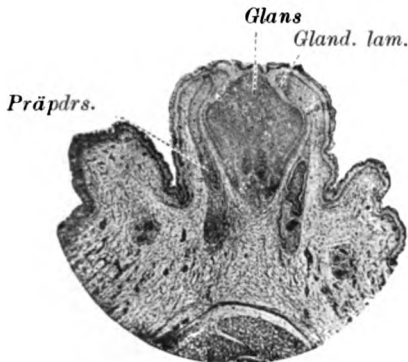


Fig. 12.

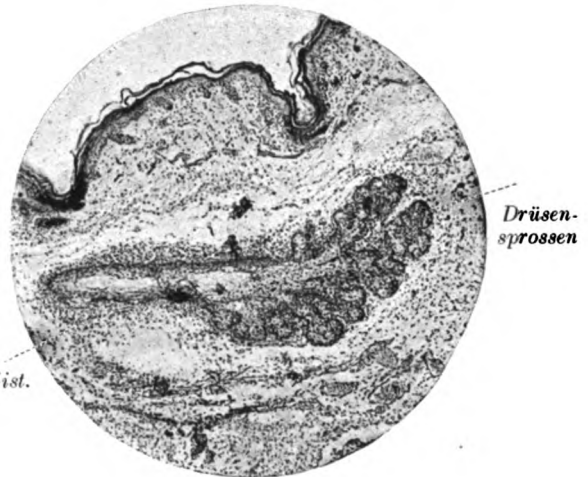


Fig. 13.



Fig. 14.

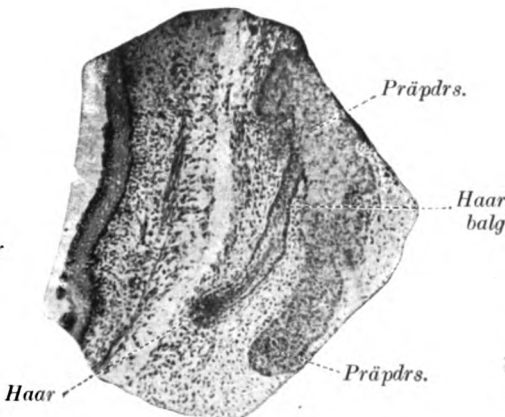


Fig. 15.

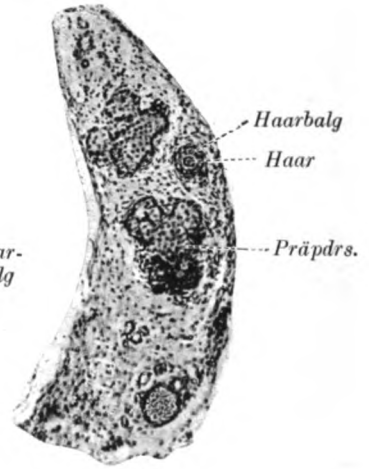
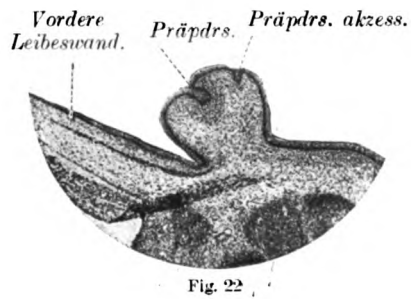
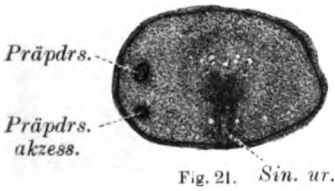
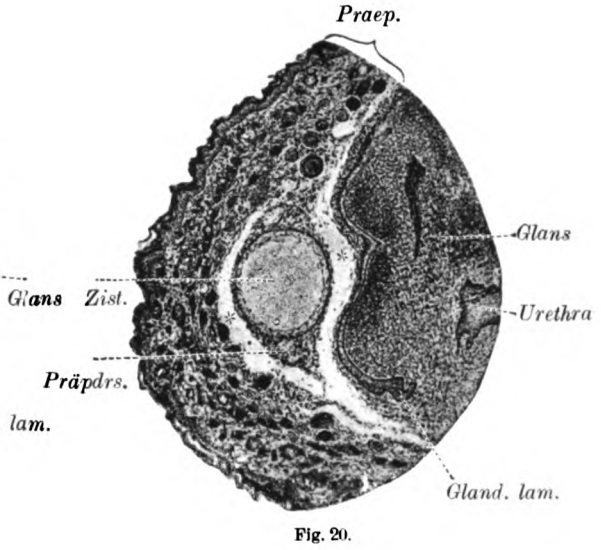
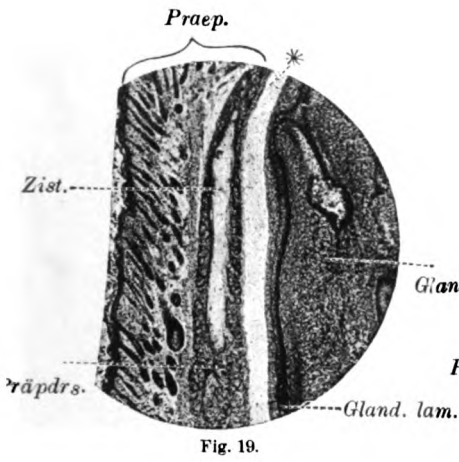
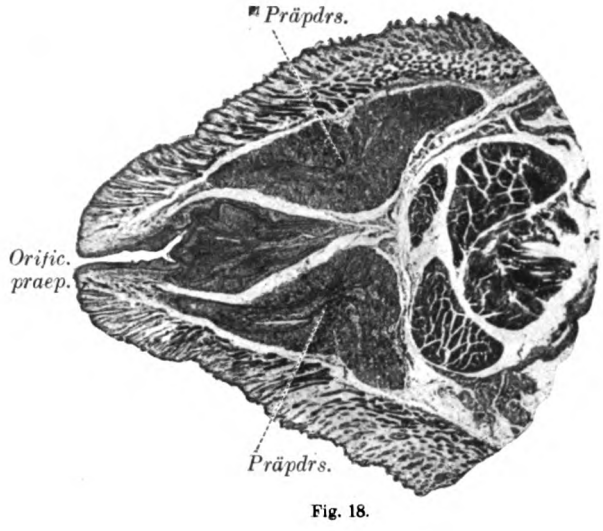
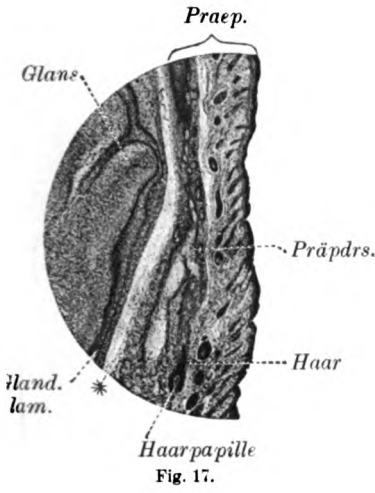
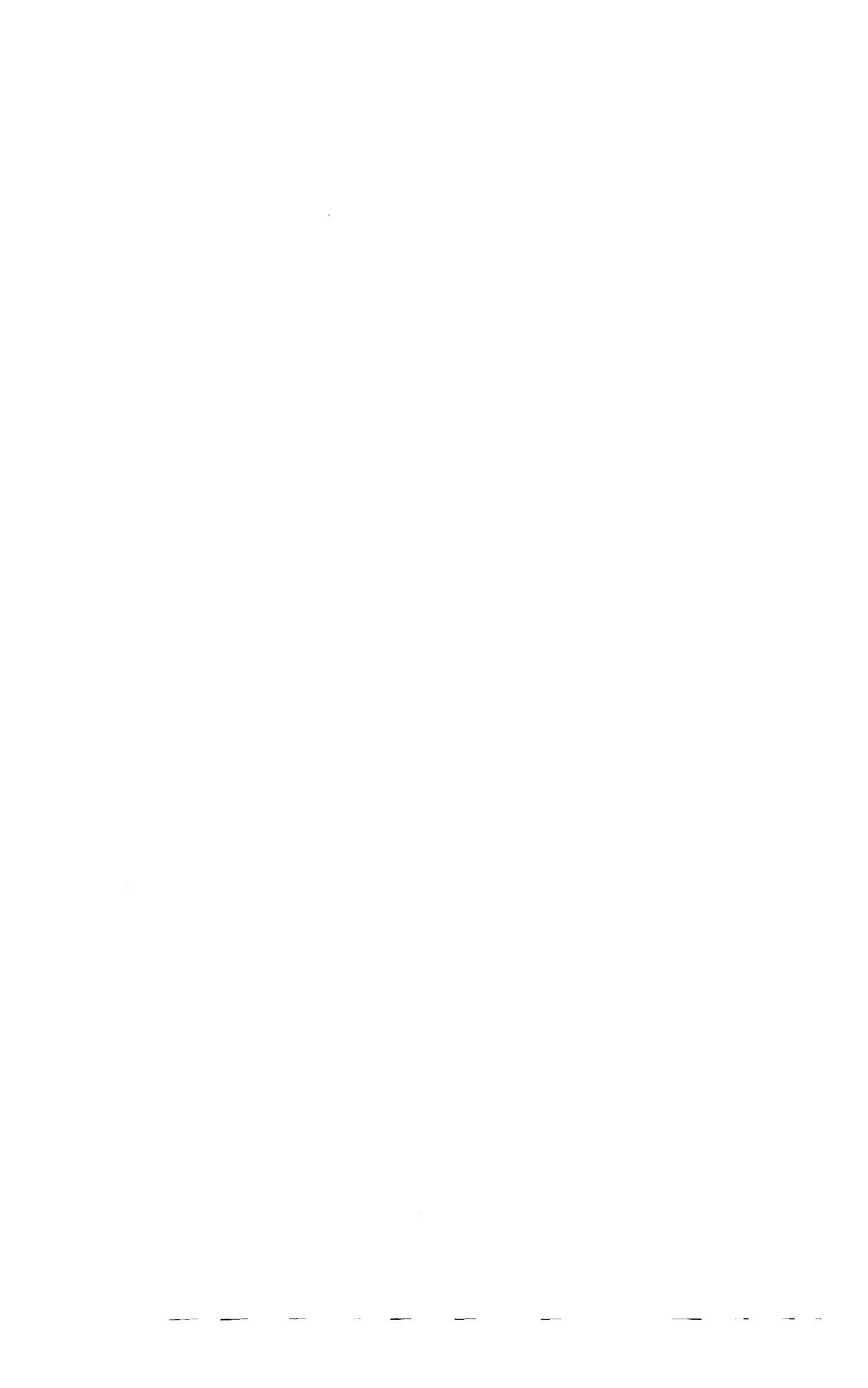


Fig. 16.









### Tafel XV.

8. Horizontalschnitt durch den Phallus eines 19tägigen weiblichen Embryos. Präputialdrüse mit Haaranlage. 25 mal vergrößert.
9. Sagittalschnitt durch den Phallus eines 20tägigen weiblichen Embryos. Basales Ende der Präputialdrüse mit Haaranlage. 25 mal vergrößert.
10. Querschnitt durch den Phallusschaft eines ca. 20tägigen männlichen Embryos mit Haaranlage jederseits neben der Präputialdrüse. 25 mal vergrößert.
11. Detail aus Fig. 13, Präputialdrüse mit Haaranlage. 135 mal vergrößert.
12. Horizontalschnitt durch den Phallus eines 21tägigen weiblichen Embryos. 15 mal vergrößert.
13. Sagittalschnitt durch die Präputialdrüse (Mündungsteil nicht auf dem Schnitt) einer 14 Stunden alten männlichen Ratte. 50 mal vergrößert.
14. Herauspräparierte Präputialdrüse mit Haar einer 3 $\frac{1}{2}$  tägigen männlichen Ratte. 15 mal vergrößert.
15. Sagittalschnitt durch den basalen Teil einer Präputialdrüse mit Haaranlage einer 12 Stunden alten weiblichen Ratte. 75 mal vergrößert.
16. Querschnitt durch Präputialdrüse und Haarbalg mit Haar einer zweitägigen männlichen Ratte. 75 mal vergrößert.

### Tafel XVI.

17. Horizontalschnitt durch die Präputialdrüse mit Haar einer 12 $\frac{1}{2}$  tägigen männlichen Ratte. 25 mal vergrößert.
18. Horizontalschnitt durch den Apex phalli mit den beiden Präputialdrüsen einer 20tägigen weiblichen Ratte. 15 mal vergrößert.
19. Horizontalschnitt durch die Präputialdrüse einer 12 $\frac{1}{2}$  tägigen männlichen Ratte. 25 mal vergrößert.
20. Querschnitt durch die Präputialdrüse mit Haar einer 14tägigen weiblichen Ratte.\* 50 mal vergrößert.
21. Querschnitt durch den Phallus eines 19tägigen männlichen Embryos mit akzessorischer Präputialdrüse. 25 mal vergrößert.
22. Sagittalschnitt durch den Phallus eines männlichen Embryos von 17 Tagen 20 Stunden mit akzessorischer Präputialdrüse. 25 mal vergrößert.

### Abkürzungen.

Coll. gland. = Collum glandis.

Gland. lam. = Glandarlamelle.

Haaranl. = Haaranlage.

Orific. präp. = Orificium präputii.

Präp. = Präputium.

Präpdrs. = Präputialdrüse.

Präpdrs. akzess. = Akzessorische Präputialdrüse.

Sin. ur. = Sinus urogenitalis.

Zist. = Zisterne.

\* = künstlicher Spalt.

### Literaturverzeichnis.

- Brinkmann, Die Rückendrüse von Dicotyles. Anatom. Hefte **36**. 1908.  
Die Hautdrüsen der Säugetiere. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, herausgegeben von Merkel und Bonnet **20**. 1911.

- Courant, Über die Präputialdrüse des Kaninchens und über Veränderungen derselben in der Brunstzeit. *Archiv f. mikr. Anat.* **62**, 175. 1903.
- Disselhorst, Ausführapparat und Anhangsdrüsen der männlichen Geschlechtsorgane. In *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere*, herausgegeben von Opperl. 1904.
- Henneberg, Beitrag zur Entwicklung der äußeren Genitalorgane beim Säuger, Teil I und II. *Anatom. Hefte* **50**, 1914; **55**, 1917.
- Houy, Über die Entwicklung der Rückendrüse von Dicotyles. *Anatom. Hefte* **40**. 1910.
- Leydig, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugetiere. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie* **2**, p. 32. 1850.
- Rauther, M., Über den Genitalapparat einiger Nager und Insektivoren, insbesondere der akzessorischen Genitaldrüsen derselben. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch.* **38**. 1903.
- Stuzmann, J., Die akzessorischen Geschlechtsdrüsen von *Mus decumanus* und ihre Entwicklung. *Zeitschr. f. Naturwissensch., Organ des Naturwissensch. Vereins für Sachsen und Thüringen*, **71**. 1898.
- Tullberg, Über das System der Nagetiere. *Nova acta regiae societatis scientiarum upsaliensis. Seriei tertiae*, Vol. XVIII, Fasc. I. 1899.

# Beitrag zur Kenntnis des Primordialschädels von *Polypterus*.

Von  
Dr. Charlotte Lehn.

(Aus der Anatomischen Anstalt zu Marburg.)

Mit 18 Textfiguren und 1 Tafel.

## Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung wurde vor dem Kriege im Anatomischen Institut zu Marburg begonnen, und zwar auf Veranlassung und unter der Leitung von Herrn Professor Veit, dem ich sowohl für die Überlassung des zur Arbeit nötigen Materials, wie für die liebenswürdige Unterstützung, welche ich stets bei ihm gefunden habe, zu herzlichem Danke verpflichtet bin.

Wenn die Resultate der inzwischen jahrelang liegengelassenen Arbeit jetzt veröffentlicht werden, so geschieht das im wesentlichen, weil die zur Fortführung der damals begonnenen Untersuchungen notwendige Muße sich auch in absehbarer Zeit kaum finden lassen wird. Die Mitteilung auch des bescheidensten Ergebnisses über die Entwicklung des Schädels von *Polypterus* erscheint aber gerechtfertigt, wenn man bedenkt, wie außerordentlich dürftig unsere Kenntnisse gerade in diesem Punkte bisher sind.

Der Schädel des erwachsenen Tieres wurde von Traquair eingehend beschrieben; eine Darstellung des Nervenverlaufes und des Visceralskelettes findet sich in der bekannten Arbeit van Wijhes. Einzelheiten sind von Gegenbaur, Fürbringer, Bridge, Waldschmidt und Allis untersucht worden. Pollard hat die betreffenden Verhältnisse beim halberwachsenen Tier geschildert. Budgett beschrieb kurz eine Larve von 30 mm Länge, und Kerr unterzog die frühesten bekannten Entwicklungsstadien einer Untersuchung.

Eine genaue Beschreibung des Schädels junger Tiere existiert aber bisher noch nicht. Und doch sind bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse auf diesem Gebiet und der daraus sich ergebenden Unsicherheit unserer Schlußfolgerungen gerade objektive und möglichst eingehende Schilderungen der tatsächlichen Verhältnisse das, was wir vor allem brauchen. Ich habe deshalb geglaubt, mich im folgenden wesent-

lich auf eine derartige Beschreibung beschränken zu sollen; ein abschließendes Urteil über die hier vorliegenden höchst interessanten Verhältnisse werden erst weitere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen uns ermöglichen.

Als Material standen für die vorliegende Arbeit drei Exemplare von *Polypterus Senegalus* in Gesamtlängen von 55, 76 und 90 mm zur Verfügung. Sie wurden in Querschnittserien von 10—18 $\mu$  zerlegt und mit Hämatoxylin-Eosin bzw. Boraxkarmin-Pikrinsäure gefärbt. Von der mittleren Serie (76 mm) wurde der Schädel nach der Bornschen Plattenmodelliermethode rekonstruiert. Auch die folgenden Querschnittszeichnungen und graphischen Rekonstruktionen sind nach dieser Serie angefertigt. Wo sich bei dem älteren oder dem jüngeren Tiere wesentliche Abweichungen von dem mittleren Stadium fanden, ist das in der Beschreibung jedesmal bemerkt worden. Im allgemeinen waren diese Abweichungen nicht so weitgehend, um ein wesentlich anderes Bild hervorzubringen.

Meine Beschreibung beschränkt sich auf das Neurocranium. Die Untersuchung des Visceralskelettes ist eine Aufgabe für sich, zu der mir jetzt die Zeit mangelt. Von einer Schilderung der Deckknochen kann abgesehen werden, da die vorliegenden Stadien hierin nicht nennenswert vom erwachsenen Tier abweichen; die von Traquair beschriebenen Deckknochen waren vollzählig und in kräftiger Ausbildung vorhanden.

Der Primordialschädel selbst war noch größtenteils knorpelig, wies aber bereits die typischen Ersatzverknöcherungen, zum Teil schon in weiter Ausdehnung, auf. Er stellt ein verhältnismäßig langes, schmales Gebilde dar, das seinen größten Höhen- wie Breitendurchmesser in der Höhe der Hyomandibularpfanne erreicht. Der Höhendurchmesser nimmt von hier caudal ziemlich rasch, rostral allmählich und nur wenig ab. Die Breite des Schädelraumes, vom Ohrkapselgebiet abgesehen, verringert sich nach vorn nur wenig, denn der Schädel besitzt ausgesprochen plattbasischen Typus.

Für die besondere Beschreibung ist die bekannte Einteilung in Regionen zugrunde gelegt.

### Beschreibung der Befunde.

#### 1. Occipitalregion.

Im Gegensatz zu den Angaben Gegenbaur's und Fürbringer's über das erwachsene Tier erscheint die Occipitalregion im vorliegenden Stadium (76 mm) kurz und gedrungen. Sie ist bereits weitgehend und einheitlich verknöchert. Die äußere Form ist außerordentlich einfach. Vom Körper des ersten freien Wirbels rundum durch eine bindegewebig geschlossene Spalte getrennt, besitzt die Occipitalregion im hinteren

Viertel typisch wirbelkörperähnlichen Aufbau. Weiter nach vorn weist dieser, nur den Boden des Hirnraumes bildende Teil Besonderheiten auf, die später genauer beschrieben werden sollen. Ihm schließt sich jederseits der steil aufsteigende, mäßig nach außen geneigte Occipitalpfeiler an, der mit ziemlich scharfer Kante in ein nach vorn rasch aufsteigendes und dabei breiter werdendes Dach übergeht. Sein Vorderrand schließt das Vagusloch nach hinten ab. Die Dachplatten beider Seiten vereinigen sich bald, und das nun einheitliche Dach schiebt sich sacht ansteigend eine beträchtliche Strecke weit nach vorn, um endlich kontinuierlich in das Tectum synoticum überzugehen. Dem hintersten Abschnitt der Region sitzt ein freier Wirbelbogen auf, der sowohl von dem wirbelkörperartigen Boden seines Bereiches wie von dem rostral dicht vor ihm aufsteigenden Seitenpfeiler durch Bindegewebe getrennt ist.

Bei der genaueren Beschreibung werden zweckmäßig Boden, Seitenwände und Dach der Region voneinander getrennt.

**Boden.** Der Boden zeigt, wie gesagt, im hinteren Abschnitt regelrecht den Aufbau eines Wirbelkörpers. Er wird von einem Knochenring gebildet, der die Chorda umschließt. Dieser Knochen ist nicht kompakt, sondern besteht, namentlich in den seitlichen und unteren Partien, aus einem zierlichen Balkenwerk, das große Markräume einschließt.

Die Chorda selbst beginnt bald nach ihrem Eintritt in den Schädel rostralwärts sehr rasch an Durchmesser abzunehmen. Als feiner Strang ist sie bis etwa zur Mitte der Labyrinthregion zu verfolgen. Auf der Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule ist die ganze Chorda dorsoventral zusammengedrückt, so daß sie im Durchschnitt oval erscheint. Ihre Faserscheide ist hier stark verbreitert, sie bleibt im weiteren Verlauf nach vorn durchweg unverknöchert. Während auf der Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule eine Differenzierung der Faserscheide in mehrere Schichten nicht nachweisbar war, besteht eine solche im Verlauf innerhalb des Schädels. Deutlich ist hier eine äußere, stärker färbbare und mehr homogen erscheinende Schicht gegen die blässere, innere Schicht abgesetzt. Stellenweise wird die äußere Schicht so breit, daß sie die innere fast ganz verdrängt. Die Chordascheide ist nicht überall von gleichmäßiger Dicke, sondern an den Stellen, wo Knorpel ihr aufliegt, verdünnt. Im dorsalen Teil ist sie im allgemeinen dicker als im ventralen.

Zwischen der Chorda und ihrer knöchernen Umhüllung befindet sich im hintersten Abschnitt ein feiner, sehr zellreicher Knorpelstreif, der dorsal am breitesten erhalten, die Chorda eine kurze Strecke weit vollständig umgibt. Der dorsale Teil dieses Knorpelringes setzt sich in rostraler Richtung fort, nimmt hierbei an Mächtigkeit zu und bildet in seinem vorderen Teile zwei kleine, flügelartig der Chorda aufsitzende Knorpelleisten, die ihre größte Ausdehnung in dorsolateraler Richtung











besitzen — in Höhe der Austrittsöffnung für den zweiten Spinooccipitalnerven — und in der Mittellinie durch das sie umgebende Knochengewebe auseinandergedrängt werden. Von dem Knorpelboden im vorderen Teil der Occipitalregion sind diese Knorpelleisten im vorliegenden Stadium — 76 mm — durch Knochengewebe getrennt. Bei einem Tier von 55 mm Länge dagegen war die Knorpelkontinuität nach vorn erhalten. Der geschilderte Knorpelrest ist nach Form und Lage den Knorpelteilen im Innern der ausgebildeten Wirbel sehr ähnlich, nur fehlen ihm die, in letzteren stets vorhandenen, ventrolateral gerichteten unteren Flügelfortsätze, die in dem jüngeren Stadium von 55 mm Länge aber auch noch deutlich erkennbar sind. Mit dem Knorpel des dieser Gegend aufsitzenden freien Wirbelbogens besteht keinerlei Zusammenhang, vielmehr verdrängt der hier unmittelbar an die Chordascheide herantretende Wirbelbogen anscheinend den erwähnten, ursprünglich hier vorhandenen, schon in Rückbildung begriffenen Knorpelrest.

Den Boden im vorderen Teil der Occipitalregion bilden die ebenfalls ganz von Knochengewebe umgebenen parachordalen Knorpelplatten, die seitlich bis zur Vagusöffnung emporsteigen. Nach hinten laufen die knorpeligen Parachordalia in je eine schmale Spitze aus, die von der Chorda durch Knochen getrennt ist. In ihrem weiteren Verlauf nach vorn liegen sie eine Strecke weit der Chordascheide unmittelbar an, um dann wieder durch Knochen von ihr getrennt zu werden. Sie gehen endlich ohne Grenze in den Knorpelboden der Labyrinthregion über. In der Höhe des Vagusaustrittes weichen die Parachordalia mit samt ihrer knöchernen Umhüllung beiderseits von der Chorda seitlich ab, so daß eine kleine Fenestra basicranialis posterior gebildet wird, in deren Mitte die Chorda frei entlang läuft. Diese Öffnung ist durch lockeres Bindegewebe verschlossen. Gefäße oder Nerven treten durch sie nicht aus. Im hintersten Abschnitt der Fenestra basicranialis posterior hilft eine kurze Strecke weit die Chorda unmittelbar den Boden der Schädelhöhle bilden. Schon im vorderen Teil der Fenestra ist sie hiervon wieder ausgeschlossen durch einen feinen Knorpelstreifen, der ihr dorsal aufliegt, und der bis in die Labyrinthregion zu verfolgen ist. Die Erscheinung wird dort näher besprochen werden. Ventral von der Chorda wird der Boden der Occipitalregion fast in ganzer Ausdehnung von einem mächtigen Längskanal durchsetzt, der die dorsale Aorta birgt. Dieses Gefäß liegt auf der Kopf-Rumpf-Grenze dem parachordalen Knochen ventral dicht an. Mit der starken Verjüngung der Chorda nach vorn zu steigt die Aorta nach dorsal auf, immer dicht unter der Chorda liegend, aber im caudalen Drittel des Kanals durch den Knochen des Occipitals von ihr getrennt. Im selben Maße, wie die Aorta und ventrale Chordagrenze nach vorn dorsal in die Höhe steigen, wird das Gefäß von seitlichen Knochenfortsätzen umgriffen, die sich

bald unter ihm vereinen und es so in einen Knochenkanal einschließen. In seinem vorderen Ende wird der Boden dieses Kanals nicht nur von Knochen gebildet; dem Knochen dorsal aufgelagert bzw. von ihm eingeschlossen liegt vielmehr der caudale Fortsatz eines ziemlich kräftigen Knorpelbalkens, der weiter vorn der Chorda ventral anliegt und sie endlich, mit dem Parachordalknorpel verschmelzend, ganz umschließt. Auf diese Weise entsteht an der Unterseite des Schädels eine median gelegene, kräftig vorspringende Knorpelleiste, perichondral verknöchert, die, hinten in den Occipitalknochen übergehend und unter der Aorta liegend, weiter vorn die beiden Äste der sich hier teilenden Aorta voneinander trennt.

**Seitenwand.** Der Boden der Occipitalregion geht allmählich, ohne scharfe Biegung in die Seitenwände über, die in ihrem vorderen Teil von dem mächtigen Occipitalpfeiler, im hinteren von dem freien Wirbelbogen gebildet werden.

Die Occipitalpfeiler sind mäßig nach außen geneigt, so daß der Querdurchmesser des Cavum cranii am Dach größer wird als am Boden. Ihre Grundlage bildet jederseits der von einer perichondralen Knochenschale umgebene Parachordalknorpel. Von diesem erhebt sich dorso-lateral ansteigend ein kräftiges Knochengebälk, das zahlreiche Markräume einschließt. Im ventralen und im hinteren Teil ist der Occipitalpfeiler rein knöchern. Im vorderen und oberen Gebiet umschließt er eine nach vorn immer kräftiger werdende Knorpelplatte, die, mit der entsprechenden Bildung der anderen Seite verschmelzend, das Dach der Region bildet. Diese Knorpelplatte ist in ihrem hinteren Abschnitt verknöchert, dabei ist die Verknöcherung an der Außenseite weiter vorgeschritten als innen, wo im hinteren Teil der Knorpel frei sichtbar ist.

An seinem knöchernen Vorderrande trägt der Occipitalpfeiler eine bogenförmige Einkerbung, die hintere Begrenzung des Foramen vagi. Nahe dem Hinterrande des Os occipitale liegt auf der Grenze von Boden und Seitenwand die Durchtrittsöffnung für die ventrale Wurzel des zweiten Occipitalnerven (Fürbringer a<sup>v</sup>), wenig weiter rostral im selben Horizontalniveau die des ersten Occipitalnerven (Fürbringer z<sup>v</sup>). Die zum zweiten Occipitalnerven gehörige dorsale Wurzel (Fürbringer a<sup>d</sup>) tritt über den freien Hinterrand des Os occipitale.

Das Os occipitale bildet die Seitenwand der Occipitalregion nur in deren rostralen drei Vierteln. Im caudalen Viertel sitzt dem Schädelboden ein Paar freier dorsaler Wirbelbogen auf, die, zum größten Teil verknöchert, jederseits knorpelige dorsale Schlußstücke und in der Mittellinie einen von einer Knochenschale umgebenen, knorpeligen Dornfortsatz besitzen, der von den Schlußstücken durch eine Bindegewebsfuge getrennt ist. Das Bogenpaar sitzt der Chorda mit knorpeligen Basalstücken unmittelbar auf; dieser Knorpel hängt aber nirgends



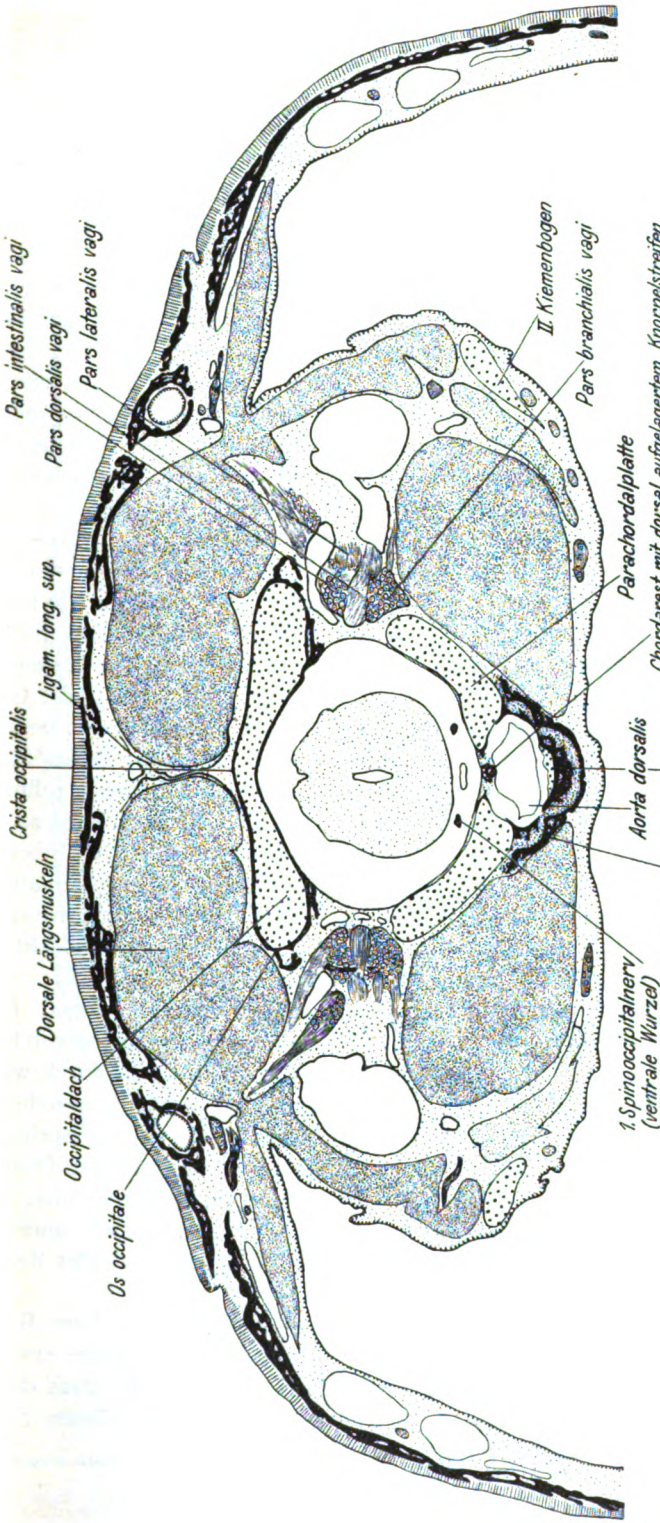


Fig. 6. Querschnitt durch die Occipitalregion in Höhe des Foramen vagi.

*Pars intestinalis vagi*  
*Pars dorsalis vagi*  
*Pars lateralis vagi*  
*Crista occipitalis*  
*Ligam. long. sup.*  
*Dorsale Längsmuskel*  
*Occipitaldach*  
*Os occipitale*  
*II. Kiemenbogen*  
*Pars branchialis vagi*  
*Parachordalplatte*  
*Chordares mit dorsal aufgelagertem Knorpelstreifen*  
*Aorta dorsalis*  
*Knorpelboden d. Aortenkanals mit Ersatzverknöcherung*  
*Parabasale*  
*1. Spinooccipitalnerv (ventrale Wurzel)*

mit dem perichordalen Knorpel der Region zusammen, sondern der Bogen bleibt überall vom Knochen und Knorpel des Schädels durch Bindegewebe getrennt. Er wird nahe seinem Vorderrande von der ventralen und dorsalen Wurzel des dritten Occipitalnerven (Fürbringer 2<sup>v</sup> und 2<sup>d</sup>) durchsetzt. Die Austrittsöffnung der dorsalen Wurzel liegt weiter rostral, sehr nahe dem vorderen Rand des Bogens.

Dach. Der Schädel besitzt nur im vorderen Drittel der Occipitalregion ein vollständiges knöchernes bzw. knorpeliges Dach. Weiter caudal weicht der Knochen rasch seitlich auseinander, so daß eine gleichschenkelig-dreieckige Lücke entsteht, deren Spitze nach vorn gerichtet ist. Sie ist durch die straffen Bindegewebsmembranen des *Ligamentum longitudinale superius* geschlossen, die, jederseits am Knochenrande ansetzend, dorsal ansteigend bis zur Mittellinie ziehen und sich dort an die Cutis anheften. Das Schädeldach besteht im wesentlichen aus Knorpel, der aber im hinteren Abschnitt sowohl an der Innen- als an der Außenfläche durch Knochenlamellen gedeckt ist. Von der Mitte des Vagusloches an nach vorn ist das Dach rein knorpelig. Die knorpelige Dachplatte ist in der Mitte weniger mächtig, während sie sich nach den Seiten zu stark verdickt. Vorn geht sie kontinuierlich in das Dach der Labyrinthregion über (*Tectum synoticum*), doch ist die Grenze zwischen Occipitaldach und Ohrkapsel noch eine Strecke weit im Knorpel zu erkennen in der Verlängerung der oberen Spalte der Vagusöffnung, und zwar wird sie im hinteren Abschnitt durch ein dichtes, zellreiches Bindegewebe markiert, das die Spalte ausfüllt und nach vorn zu ohne scharfe Grenze in eine Zone besonders zellreichen Knorpels übergeht. Noch weiter vorn ist der Knorpel in der Verlängerung der Spalte dagegen auffallend zellarm, die mächtig entwickelte Grundsubstanz ist im Gegensatz zu der der Umgebung wesentlich schwächer gefärbt, aber sonst von der gleichen homogenen Beschaffenheit.

In der Mitte ist das Schädeldach dieser Gegend dorsal fixiert durch das *Ligamentum longitudinale superius*. Auf seinen Seiten lastet dagegen der Druck der langen Rückenmuskeln. Dadurch werden die seitlichen Dachteile in einem sehr stumpfen Winkel gegeneinander abgelenkt, während in der Mitte die dorsal schwach vorspringende *Crista occipitalis* entsteht. Die Muskeln höhlen auf der Oberseite des Schädels jederseits eine flache *Supratemporalgrube* aus. Diese beiden Gruben sind durch die bis zum Ansatz der Muskeln nach vorn ziehende *Crista occipitalis* getrennt. Ihre Seitenränder bildet der aufgewulstete Knorpel der Ohrkapseln.

Die Seitenkante des vorderen Dachteiles bildet die obere Begrenzung des *Foramen vagi*, das nach dorsorostral die schon erwähnte tiefe, spaltförmige Verlängerung zeigt, durch welche die *Pars dorsalis vagi* den Schädel verläßt. Die ventrale Begrenzung dieses Spaltes

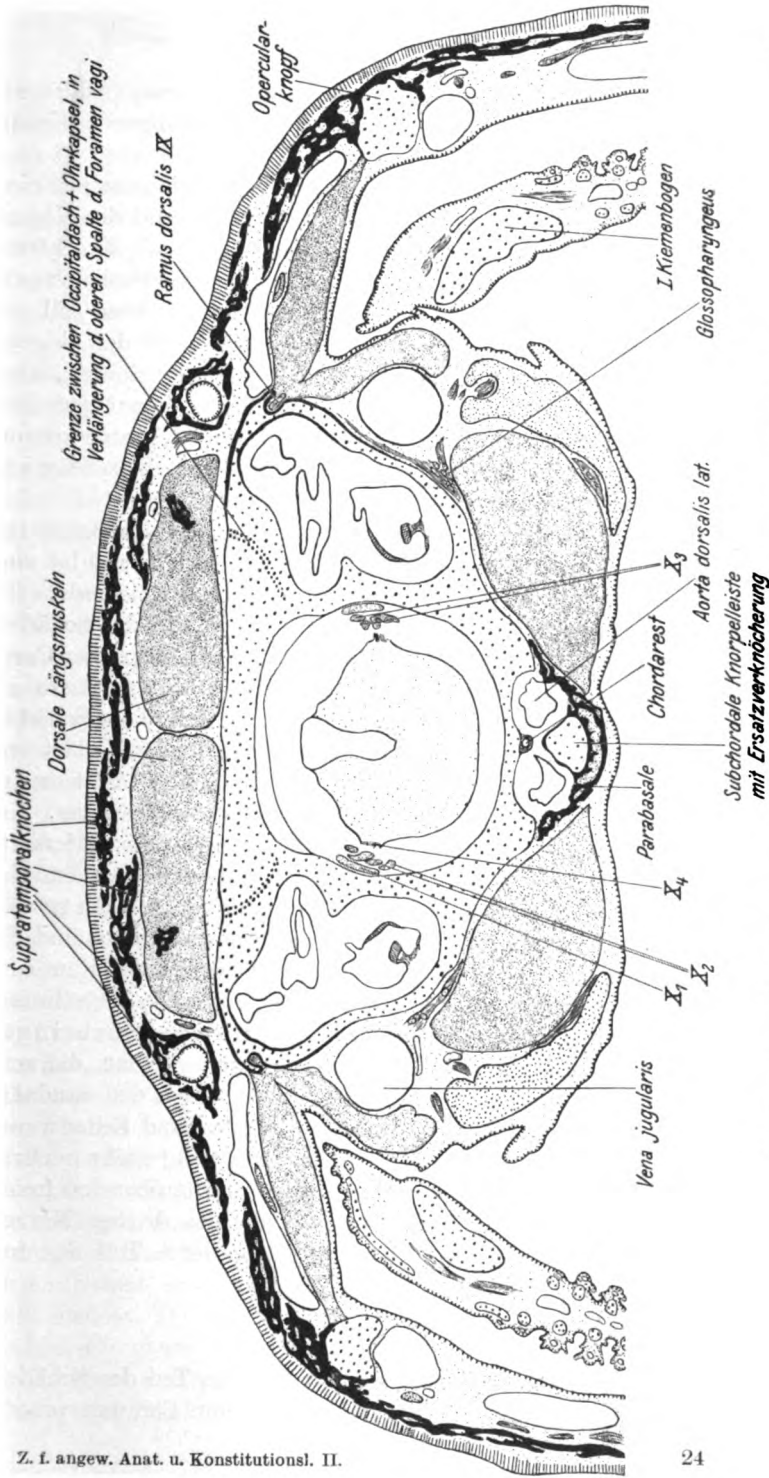


Fig. 7. Querschnitt durch den hintersten Teil der Labyrinthregion in Höhe des Vagusursprunges.

sowie die vordere Begrenzung des Foramen vagi überhaupt bildet die das Opisthoticum tragende, frei nach hinten vorspringende Kuppe der Ohrkapsel.

**Schädelhöhle.** Das Cavum cranii der Occipitalregion hat eine sehr einfache, annähernd konische Gestalt. In der Gegend des Vagusaustrittes zeigt es flache, grubenförmige Erweiterungen nach den Seiten. Der Vertikaldurchmesser nimmt von vorn nach hinten ziemlich rasch und gleichmäßig ab. Der Querschnitt erscheint im vorderen Teil annähernd kreisförmig, nur dorsal schwach abgeplattet, in der Gegend des Vagusaustrittes etwa oval, weiter hinten wieder kreisförmig, aber allmählich in ein Fünfeck übergehend, dessen Spitze dorsal gerichtet ist. Durch den schrägen Abfall des Occipitalpfeilers nach hinten kommt das Foramen occipitale magnum in eine Ebene zu liegen, die schräg von hinten unten nach vorn oben aufsteigt.

**Ersatzknochen.** Die Verknöcherung der Occipitalregion ist, wie auch von Traquair angegeben, eine völlig einheitliche und im vorliegenden Stadium bereits fast die gesamte Region umfassende. Sie ist, wie schon im einzelnen erwähnt, auf der Innenseite des Schädels im ganzen weniger weit vorgeschritten als außen. Den Knorpel der Parachordalia sowie den der Dachplatte umgibt das Os occipitale als feine perichondrale Lamelle; im mittleren und hinteren Teil der Schädelseitenwand, im ganzen caudalen, die Chorda umgreifenden Gebiet wie im ventralen, den Aortenkanal einschließenden Abschnitt bildet es das schon beschriebene feine Balkenwerk mit zahlreichen Markräumen. Am weitesten rostral vorgeschritten ist die Verknöcherung an der Unterseite des Schädels, auf der vorspringenden Leiste, welche die lateralen Äste der dorsalen Aorta unmittelbar rostral von ihrem Ursprung voneinander trennt.

**Nerven.** Als Nerven der Occipitalregion sind der Vagus und die Occipitalnerven zu nennen, von denen im vorliegenden Stadium drei ventrale und zwei dorsale Wurzeln vorhanden sind. Die Verhältnisse gleichen also den für das erwachsene Tier beschriebenen (Fürbringer  $z^v$ ,  $a^v$  und  $a^d$ ,  $2^v$  und  $2^d$ ). Von diesen treten, wie erwähnt, die ventralen Wurzeln des ersten und zweiten Nerven durch den caudalen Teil des Os occipitale, auf der Grenze von Boden und Seitenwand. Eine dorsale Wurzel für den ersten Nerven war nicht mehr nachzuweisen. Die dorsale Wurzel des zweiten Nerven tritt über den freien Hinterrand des Occipitalpfeilers. Die Wurzeln des dritten Nerven durchsetzen im entsprechenden Niveau den vorderen Teil des frei der Occipitalregion aufsitzenden Wirbelbogens.

## 2. Labyrinthregion.

Als Regio otica wird in der Regel der chordale Teil des Schädels bezeichnet, der zwischen dem Foramen vagi und dem Foramen prooti-



cum s. Foramen trigemini liegt. Diese Einteilung soll auch hier beibehalten werden. Die Chorda konnte in den vorliegenden Stadien zwar nur bis etwa zur Mitte der Region verfolgt werden, es spricht indes alles dafür, daß sie früher mindestens bis zur hinteren Grenze der *Fenestra basicranialis anterior* reichte. Der Schädel ist im Bereich dieser Region fast vollkommen knorpelig, als einzige Verknöcherungen sind das *O pisthoticum* auf der hinteren Ohrkapselkuppe und das *Sphenoticum* an der vorderen Labyrinthgrenze zu nennen.

Bei der Formbeschreibung der *Regio otica* unterscheidet man zweckmäßig den Boden des Schädels, dessen Dach und die Ohrkapseln, welche die Seitenwände bilden.

**Boden.** Der mittlere Schädelboden wird im Bereich der ganzen Region von einer einheitlichen Knorpelplatte gebildet, die in transversaler Richtung leicht, in sagittaler ziemlich erheblich konkav nach dem *Cavum cranii* zu gebogen ist. In der Medianebene liegt dieser Knorpelplatte eingebettet die Chorda, resp. deren in Rückbildung begriffener Überrest, die inhaltsleer gewordene Chordascheide. Im vorliegenden Stadium (76 mm) waren die Residuen der Chorda bis etwa zur Mitte der Region zu verfolgen, weiter vorn ließen die verschmolzenen *Parachordalia* keine Spur des früheren Chordaverlaufes mehr erkennen. Tiere von 55 und 99 mm Länge zeigten im wesentlichen die gleichen Verhältnisse; die in Rückbildung begriffene Chorda war in allen Fällen bis annähernd zur Mitte der Region zu verfolgen.

Zweckmäßig wird bei der Beschreibung des Bodens der vordere Teil desselben, der sein Gepräge durch den zur Aufnahme des *Saccus vasculosus* bestimmten Raum erhält, vom hinteren Abschnitt getrennt. Dieser hintere Abschnitt, der nach vorn bis fast zur Höhe des *Facialisaustrittes* gerechnet werden muß, zeigt in den Partien nahe der Medianlinie ein eigentümliches Verhalten. Bereits im vorderen Bereich der kleinen *Fenestra basicranialis posterior* wird die Chorda von der direkten Begrenzung des *Cavum cranii* ausgeschlossen durch einen feinen Knorpelstreifen, der ihr dorsal aufliegt und vorn in den Knorpel der Bodenplatte übergeht. Während ihres ganzen weiteren Verlaufes nach vorn bleibt die Chorda vollständig in Knorpel eingeschlossen. Aber dieser perichordale Knorpel zeigt dem der übrigen Bodenplatte gegenüber gewisse Strukturunterschiede, und es tritt auf der Grenze beider ein eigentümlich zelliges Knorpelgewebe auf, so daß der perichordale Knorpel als rundlicher Stab bis zur Höhe des *Foramen faciale* verfolgt werden kann, in ein Gebiet, wo von Chordaresten im Knorpel schon nichts mehr zu erkennen ist. Die gleichen Verhältnisse zeigte ein Tier von 90 mm Länge, während in einem jüngeren Stadium (55 mm) der perichordale Knorpelstab rostral vom vorderen Chordaende von den Bodenplatten jederseits durch eine membranös geschlossene Knorpellücke getrennt war. Diese

Spalten reichten bis nahe an die große mediane Fenestration des Daches des Cavum sacci vasculosi, die dieses Tier aufwies, hingen aber nicht mit ihr zusammen. Dorsal lagen diesen Spalten die an der Hirnbasis entlang ziehenden Arteriae basales dicht auf, ohne indes einen Ast durch die Öffnung zu schicken. Dieses jüngste Stadium unterschied sich von dem älteren auch wesentlich dadurch, daß die Chorda während eines großen Teiles ihres Verlaufes, vom Niveau des Foramen glossopharyngei bis fast zu ihrem Vorderende, dorsal nicht von Knorpel gedeckt, sondern frei am Boden des Cavum cranii sichtbar war.

Der vordere Abschnitt des Schädelbodens der Labyrinthregion erhält sein Gepräge durch die Beziehungen zur Hypophyse und dem Saccus vasculosus. Von der Höhe des Foramen faciale an rostralwärts beginnt der Boden des Cavum cranii sich stärker nach dorsal aufzubiegen. Gleichzeitig erstrecken sich von den Seiten her zwei Knorpelplatten nach ventral. Diese liegen anfangs ziemlich nahe der Mittellinie, weichen aber je weiter rostral, desto mehr auseinander und gehen endlich kontinuierlich in die Schädelseitenwand der Orbitotemporalregion über. Auf diese Weise wird im vordersten Bereich der Labyrinthregion eine zur Aufnahme von Hypophyse und Saccus vasculosus dienende Höhle geschaffen — Cavum sacci vasculosi, — die vorn in ganzer Breite mit dem Cavum cranii in Verbindung steht. Dorsal ist sie durch den vordersten, aufgebogenen Teil des Schädelbodens abgeschlossen, dessen Knorpel rostralwärts in eine straffe Bindegewebsmembran übergeht, die noch eine Strecke weit zwischen Infundibularteil und der Basis des Mittelhirns nachweisbar ist. Die breite ventrale Lücke wird vom Parabasale geschlossen, das nur eine feine Öffnung besitzt, durch welche ein offener Kanal vom Binnenraum der Hypophyse in die Mundhöhle führt. Auch die Seitenwand des Cavum sacci vasculosi weist eine Öffnung auf und zwar nahe der vorderen Grenze der Höhle und diese Öffnung verbindet das Cavum sacci vasculosi mit dem als Trigemino-facialiskammer zu beschreibenden Raum an der Außenseite des Schädels. Durch dieses Foramen, daß die Hypophysenhöhle mit der Orbita verbindet, empfängt die Vena jugularis interna einen Zweig aus dem Hypophysenkörper (Allis). Endlich ist das Dach der Höhle im hinteren Teil jederseits von einem Foramen durchbohrt. Diese dorsalen Foramina sind membranös geschlossen und ohne jede funktionelle Bedeutung. Sie sind die Reste einer in jüngeren Stadien beträchtlich ausgedehnten, einheitlichen Knorpellücke, die bei einer Körperlänge von 55 mm noch die gesamten kaudalen zwei Drittel des Daches der Höhle einnahm. Bei dem Tier von 90 mm Länge war nur noch auf der rechten Seite ein kleines Foramen vorhanden. Während in diesem Stadium der vordere Rand der Dachplatte bereits vom Sphenoid aus zu verknöchern begann, war das Dach des Cavum sacci

vasculosi bei dem jüngsten Tiere noch größtenteils membranös, nur rostral schloß es mit einem derben Knorpelstab ab. Der Saccus vasculosus selbst lag hier mit seinem kaudalen Anteil im Niveau der Schädelbasis der Labyrinthregion, er drängte die ihm rostral anliegende Bindegewebsmembran längst nicht so weit dorsal empor wie das in den späteren Stadien mit dem Knorpel der Fall ist. Das ganze Cavum sacci vasculosi war also im mittleren und hinteren Teil wesentlich flacher, der Saccus vasculosus selbst schwächer entwickelt.

Seitenwand. Die Ohrkapsel bildet jederseits eine lateral weit vorspringende Ausbauchung des Schädels, die ihr besonderes Relief nur zum Teil durch das eingeschlossene Sinnesorgan erhält. Nach dem Cavum cerebrale zu ist sie in breiter Ausdehnung offen.

Bei Betrachtung des Schädels von außen fällt zunächst die nach ventrolateral vorspringende, fast halbkugelige Vorwölbung der *Bulla acustica saccularis* auf, die den unteren Teil des Sacculus umschließt. Sie ist von ventrorostral nach dorsokaudal etwas oval ausgezogen und nimmt reichlich die hintere Hälfte der Region ein. Vom Boden des Cavum cerebrale setzt sie sich scharf ab; in dieser Grenzlinie entlang läuft die Carotis, bezw. weiter kaudal die Aorta dorsalis lateralis, nahe ihrem Ursprung aus der ungeteilten, dorsalen Aorta noch gestützt durch die bei Beschreibung der Occipitalregion erwähnte, mediane Knorpelleiste am Schädelboden, die vom Os occipitale aus verknöchert. Die Carotisrinne (resp. Aortenrinne) wird durch den aufsteigenden Querflügel des Parabasale zum Carotiskanal (bzw. lateralen Aortenkanal) vervollständigt. Nahe ihrem caudalen Ende besitzt die *Bulla acustica saccularis* eine feine Öffnung, durch die der Glossopharyngeus den Schädel verläßt. Dieses Foramen glossopharyngei liegt wesentlich mehr ventral als die Unterwand des Foramen vagi. Es bezeichnet ziemlich genau den Hinterrand der *Bulla acustica* bzw. deren Übergang in die nach hinten oben aufsteigende hintere Kuppe der Ohrkapsel, die den hinteren Bogengang einschließt. Etwas nach vorn und dorsal vom Foramen glossopharyngei trägt die *Bulla acustica* die Anlagerungsstelle für das Pharyngobranchiale inferius des ersten Kiemenbogens. Gegen den dorsalen Teil der Ohrkapselseitenwand wird die *Bulla acustica* abgegrenzt durch die vorn tiefe, nach hinten seichter werdende Rinne, in der die Vena jugularis entlang läuft. Oberhalb dieser Rinne springt die Ohrkapselseitenwand stark dorsolateral vor und bildet zusammen mit dem Dach der Region eine scharfe Leiste, *Crista parotica*. Sie liegt auf der Außenwand des Cavum semicirculare laterale, ohne mit dieser Bildung in ursächlichem Zusammenhang zu stehen. Zwischen Jugularisrinne und *Crista parotica* befindet sich noch eine weniger scharf vorspringende Leiste, die sich bis zum hinteren Ende der Ohrkapsel erstreckt, sie dient dem *Musculus retractor hyomandibulae* zum Ansatz.

Die hintere Kuppe der Ohrkapsel trägt in ihrem oberen Teil eine hufeisenförmige Ersatzverknöcherung, das *Opisthoticum*. An der vorderen Grenze dieses Knochens wird die *Crista parotica* von einem feinen Kanal durchbohrt, durch den der *Ramus dorsalis glossopharyngei* auf das Schädeldach tritt, um hier zu seinem Versorgungsgebiet, dem das Parietale durchziehenden Schleimkanal, zu gelangen.

Rostral von der *Crista parotica* liegt an der Seitenwand der Ohrkapsel, bis zur Dachgrenze hinaufreichend, die Anlagerungsstelle für die Hyomandibel. Die Gelenkfläche für die Hyomandibel ist relativ klein, hauptsächlich in sagittaler Richtung ausgezogen, in der vertikalen, zumal im hinteren Teil, äußerst schmal. Nach vorn und oben ist die Gelenkpfanne von einem bogenförmigen Knorpelwall begrenzt. Direkt unterhalb des Hyomandibulargelenkes zieht dicht dem Knorpel anliegend ein Zweig der *Vena jugularis* nach hinten. Die vordere Grenze des Gelenkes liegt annähernd in der gleichen Vertikalebene mit dem Vorderende der *Bulla acustica* und der hinteren Grenze des *Cavum sacci vasculosi*. Rostral vom Hyomandibulargelenk biegt die Schädelseitenwand entsprechend dem Verlauf des lateralen Bogenganges nach medial ein; so entsteht zwischen Hyomandibulargelenk und vorderer Ohrkapselkuppe eine Delle, hinter der die Gelenkregion mit scharfer Kante lateral ausläßt. Äußerlich legt sich hier der Spritzlochkanal, der weiter hinten lateral von der Hyomandibel und durchweg lateral vom aufsteigenden Seitenflügel des *Parabasale* in die Höhe zieht, dem Knorpelschädel dicht an. Vor der Delle springt die obere Seitenkante des Schädels wieder stärker lateral vor, dem Verlaufe des vorderen Bogenganges entsprechend. Diese vordere Kuppe der Ohrkapsel ist zum Teil perichondral verknöchert und geht nach vorn kontinuierlich in den supraorbitalen Knorpelbalken über. Die ventrale Seite der vorderen Ohrkapselkuppe bildet eine Art Dach über der *Trigeminofacialiskammer*, die dem Hauptteil der Seitenwand des vorderen Ohrkapselgebietes von außen anliegt.

*Trigeminofacialiskammer*. Die *Trigeminofacialiskammer* stellt am Schädel eine nach der *Orbita* breit offene Höhle dar, deren transversaler Durchmesser gering ist. Der vertikale Durchmesser nimmt von hinten nach vorn rasch an Größe zu. Der Querschnitt des Raumes bildet ein Dreieck, dessen spitzester Winkel medioventral gerichtet ist. Die mediale Wand besteht aus dem vordersten Teil der Schädelseitenwand der Labyrinthregion resp. der sich mit dieser verbindenden Seitenwand der hinteren *Orbitotemporalregion*; lateral und nach abwärts schließt der aufsteigende Seitenflügel des *Parabasale* den Raum ab. Nach hinten setzt dieser breite, vordere Teil der Kammer sich in einen Knorpelkanal fort, der dorsocaudal aufsteigt. Die Öffnungen dieses Kanales, die beide außen am Schädel liegen, schauen also nach vorn

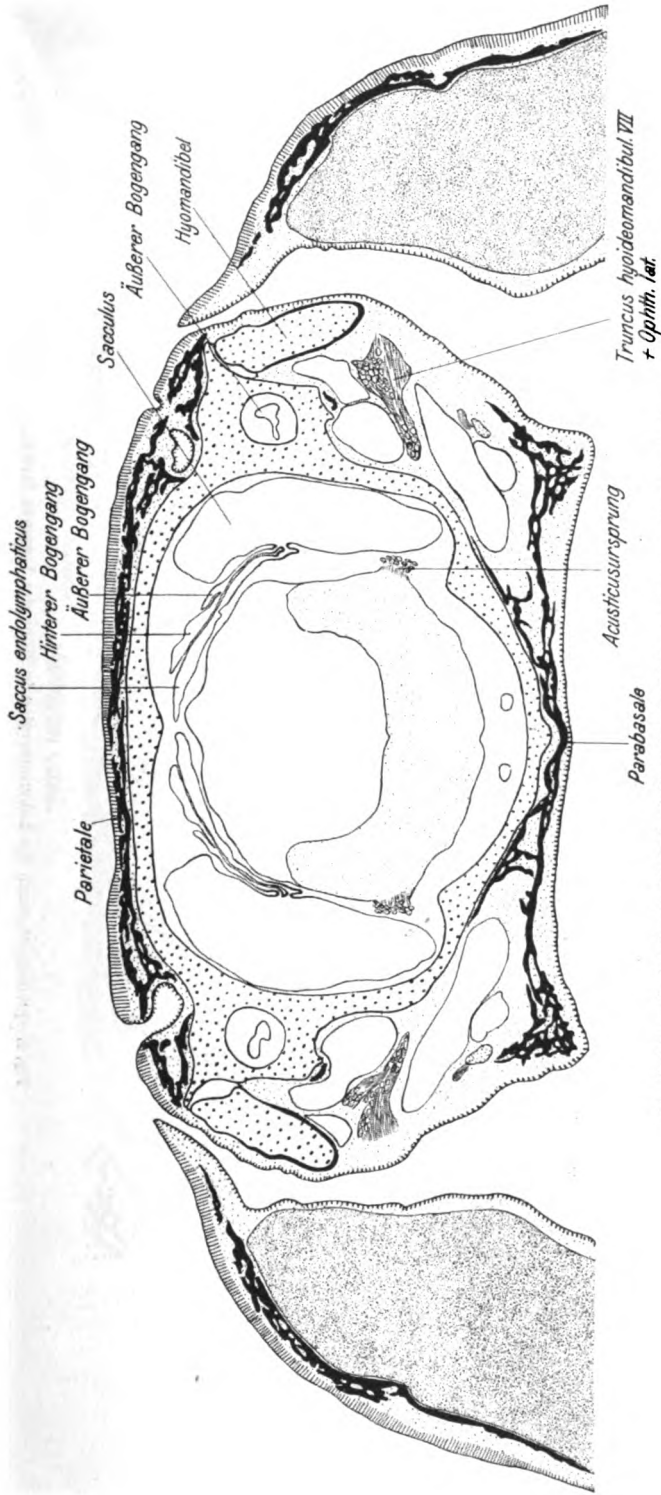


Fig. 8. Querschnitt durch die Labyrinthregion in Höhe des Hyomandibulargelenkes.

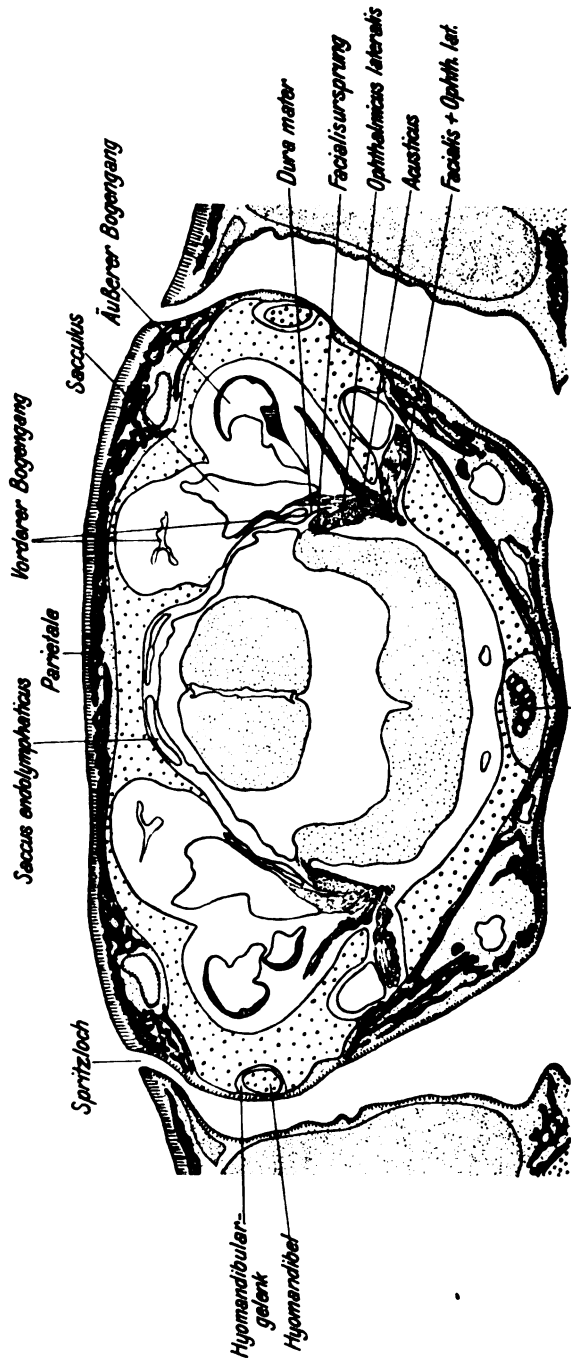


Fig. 9. Querschnitt durch die Labyrinthregion in Höhe des Foramen faciale.  
*Sacculus vesiculosus*

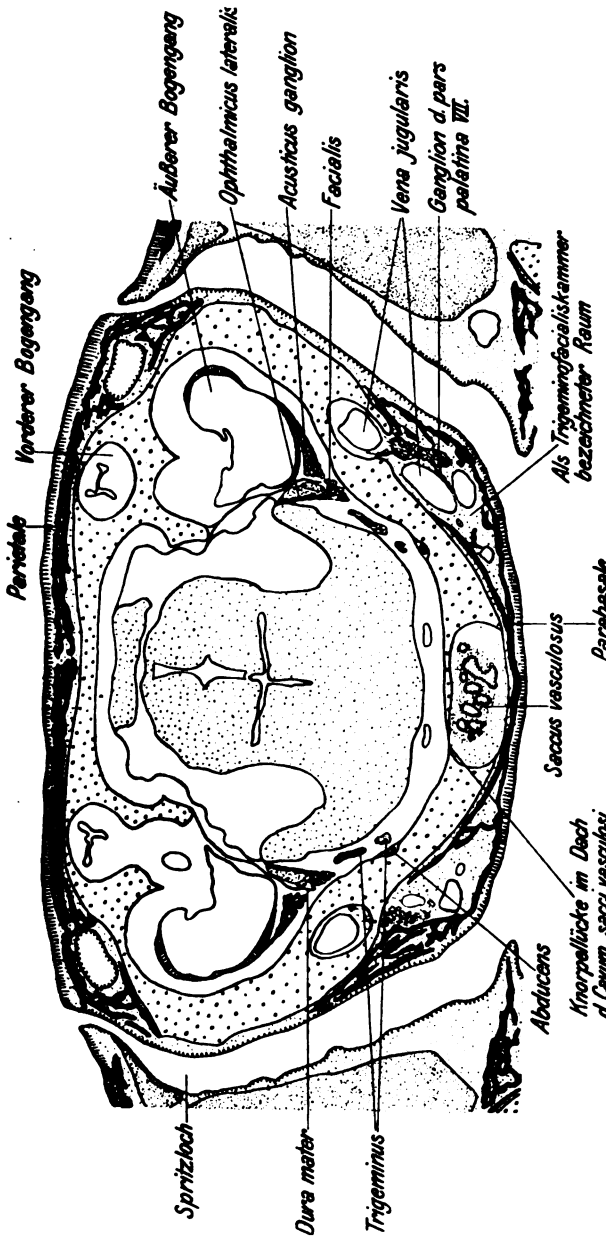


Fig. 10. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion, wenig rostral vom Foramen faciale.

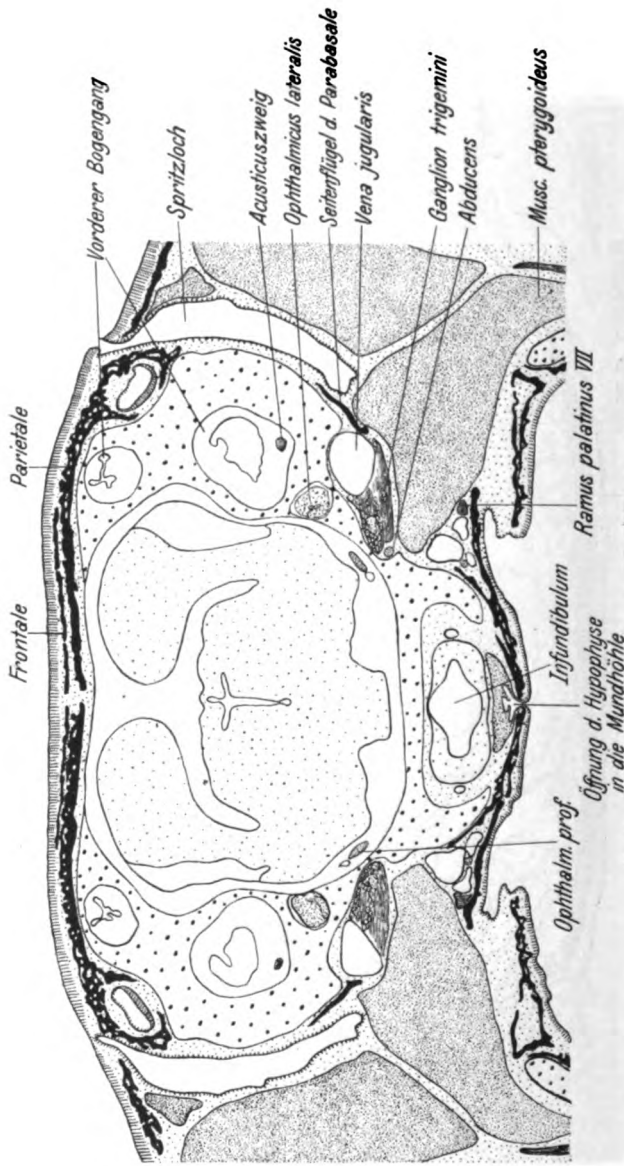


Fig. 11. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion.



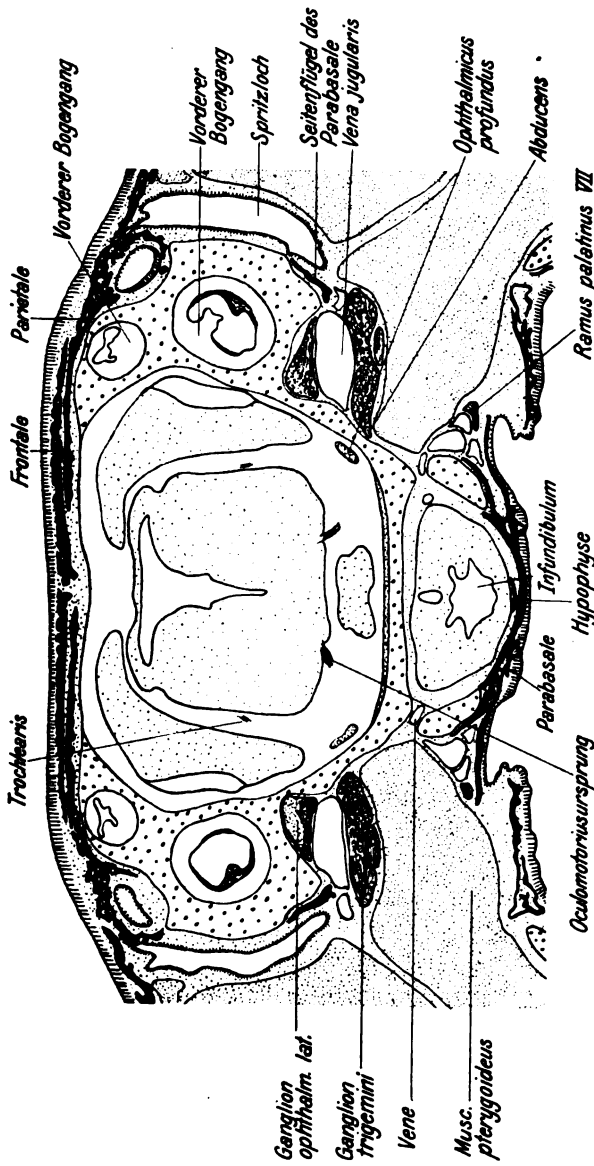


Fig. 12. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion, nur wenig rostral vom vorangehenden.

unten resp. hinten oben. Seine laterale Begrenzung bildet eine kleine Knorpelspange, die sich ventrorostral vor dem Hyomandibulargelenk von der Ohrkapselkuppe schräg nach hinten unten hinüberspannt zu dem unmittelbar vor dem vorderen Ende der Bulla acustica gelegenen Gebiet. Der Hinterrand dieser Spange liegt im Niveau des Foramen faciale, dieses wird aber völlig in die Knanalbildung einbezogen dadurch, daß der aufsteigende Seitenfortsatz des Parabasale, der, wie schon bemerkt, die Seitenwand des vorderen Teils der Trigemino-facialiskammer bildet, der auch die besprochene Knorpelspange lateral deckt, nun nach hinten die Rinne, in der die Vena jugularis und das Ganglion facialis liegen, bis unmittelbar unter das Hyomandibulargelenk zum Kanal vervollständigt. — Das Cavum cerebrale öffnet sich in die Trigemino-facialiskammer mit drei Foramina, durch die die Nervi Trigemini, Abducens, Facialis und Ophthalmicus lateralis den Schädel verlassen. Hierzu kommt als vierte Öffnung das Venenloch, welches aus dem Cavum sacculi vasculosi in den vordersten, unteren Teil der Trigemino-facialiskammer führt. Am meisten caudal gelegen ist das Foramen faciale. Es befindet sich unmittelbar vor der vorderen Grenze der Bulla acustica, und der Facialis muß, um in den vorderen Teil der Trigemino-facialiskammer zu gelangen, erst noch den beschriebenen Knorpelkanal in der Schädel-seitenwand durchlaufen. Übrigens liegt ein beträchtlicher Teil des Facialisganglions weder in diesem Kanal noch in der Trigemino-facialiskammer, sondern caudal vom Foramen faciale unterhalb des Hyomandibulargelenkes. Durch den Kanal nach vorn läuft lediglich die Pars palatina facialis. Im vorderen Teil der Kammer, nahe dem Boden, befindet sich sodann die große, gemeinsame Öffnung für den Hauptstamm des Trigemini und den Abducens. Dicht darüber, ein wenig weiter vorn, durchsetzt ein kurzer Kanal den Schädelknorpel in ventrolateraler Richtung, durch diesen verläßt der Ophthalmicus lateralis zusammen mit Facialisfasern den Schädel. Das Ganglion des Ophthalmicus lateralis liegt dicht unter dem Dach der Kammer, das, wie erwähnt, von der vorderen Ohrkapselkuppe gebildet wird. Von diesem Ganglion aus zieht der Ramus oticus des Ophthalmicus lateralis zu seinem Schleimkanalgebiet auf dem Schädeldach, indem er das Dach der Trigemino-facialiskammer durchbohrt, lateral vom häutigen Bogengang das Cavum semicirculare anterius durchzieht, auch dessen Dach durchbohrt und so an die obere Fläche des Schädels gelangt.

Ohrkapsel von innen. Bei Betrachtung der Ohrkapsel von innen her ist zunächst das fast vollständige Fehlen einer Knorpelwand zwischen Cavum cerebrale und Labyrinthgebiet charakteristisch. Eine solche besteht nur eine kurze Strecke weit im caudalen Teil der Region, im Gebiet der Ampulla posterior, sowie unvollständig als mediale Wand des Cavum semicirculare anterius. Die caudale Lamelle der

medianen Ohrkapselwand verbindet, vom Foramen vagi beginnend, Boden und Dach der Labyrinthregion; sie ist im ganzen in vertikaler Richtung gebogen, wobei die Konkavität dem Cavum cerebrale zugewandt ist. Ihre Ebene ist nicht genau sagittal, sondern von medio-rostral nach laterocaudal gerichtet. Der vordere Rand ist bogenförmig ausgekerbt. Die Lamelle trennt die Ampulla posterior sowie den caudalen Teil des Cavum semicirculare laterale vom Hirnraum. Die vordere Grenzlamelle ist nur eine vom Dach der Ohrkapsel herabhängende Kullisse, die selbst an ihrem tiefsten Punkt, der Verbindung mit der Schädelseitenwand, nicht bis zur Hälfte der vertikalen Ausdehnung des Schädelraumes herabreicht. Sie steht in einer von medio-caudal nach latero-rostral gerichteten Ebene und ist im ganzen leicht gebogen, mit der Konkavität nach dem Cavum cerebrale zu. Am Schädeldach reicht sie nicht, wie die caudale Lamelle, bis zur Medianlinie. Ihr unterer Rand bildet eine scharfe, ziemlich steil nach hinten aufsteigende Kante. Sie trennt das Cavum semicirculare anterius vom Hirnraum. Über ihre mediale Kante schiebt sich oben am Schädeldach der Saccus endolymphaticus in den Hirnraum herein nach vorn, er liegt dann dicht unter dem Tectum synoticum, vom Recessus lateralis ventriculi quarti getrennt durch die Dura. Gegen den Boden des Cavum cerebrale setzt sich die Bulla acustica saccularis mit einer scharfen Kante ab und bildet dann die starke ventrale und laterale Ausbauchung, die auch außen am Schädel erkennbar ist. An diesen Raum, der in seinen lateralen und ventralen Teilen den Sacculus, im medialen, oberen Abschnitt den Utriculus beherbergt, schließen sich die Cava semicircularia an, durch die üblichen drei Septa von ihm getrennt. Die Septa sind ziemlich breite, solide Knorpelplatten, namentlich das Septum laterale besitzt eine beträchtliche sagittale Ausdehnung. Hinteres und seitliches Septum verschmelzen in dem dorsal und caudal vom Sacculus zwischen hinterem und seitlichem Bogengang gelegenen Gebiet zu einer einheitlichen Knorpelmasse. Das vordere Septum steht mit dieser Masse in keinem Zusammenhang. Es spannt sich vom dorsalen Teil der vorderen Ohrkapselseitenwand wenig schräg nach vorn, unten, innen zur Hirnschädelseitenwand hinüber. Seine freien Ränder schauen dabei im wesentlichen nach oben und unten. Nach der Ampulle des seitlichen Bogenganges zu springt es mit einer scharfen, nach unten gerichteten Kante vor. Das Septum laterale schaut mit seinen freien Rändern nach vorn und hinten; die des hinteren Septums sind nach vorn oben und hinten unten gerichtet.

Lage des Labyrinthes. Die häutigen Bogengänge schlingen sich um diese Septen herum. Der hintere Bogengang beginnt unten, am Boden des hinteren Ohrkapselgebietes mit der Ampulla posterior, er steigt steil dorsolateral auf, äußerlich am Schädel durch die hintere Kuppe der Ohrkapsel markiert, biegt dann nach vorn um und zieht,

am Schädeldach als seichte Vorbuchtung eben zu erkennen, nach vorn um in den Recessus superior utriculi zu münden. Die Ampulle des seitlichen Bogenganges liegt im vorderen Ohrkapselgebiet in Höhe des Foramen faciale. Der Bogengang zieht von dort, mäßig nach außen ausladend, nach hinten, biegt, wenig mediorostral von der Umbiegungsstelle des hinteren Bogenganges und von diesem durch Knorpel nicht getrennt, nach medial um und zieht nun, zunächst medial vom Sacculus, dann zwischen Sacculus und Utriculus gelegen, nach vorn und mündet breit in den mittleren Teil des Utriculus an dessen lateraler Seite. Die Ampulle des vorderen Bogenganges setzt sich gegen die Ampulla lateralis kaum ab. Sie liegt in einer vorderen, unteren Nische der Ohrkapsel, die vom Cavum cerebrale durch die vordere, mediale Ohrkapselwand getrennt ist. Der Bogengang steigt von der Ampulle dorsorostral auf und biegt dann nach hinten um; die Umbiegungsstelle markiert sich am Schädeldach als leichte Prominenz, auch der weitere Verlauf des Kanals nach hinten ist am Schädeldach außen als schwache Vorwölbung zu erkennen. Der Bogengang mündet gegenüber dem hinteren Bogengang in den Recessus superior utriculi. Der Sacculus, der, wie erwähnt, direkt medial vom Bogengangsgebiet liegt, schmiegt sich dorsal, lateral und ventral dem Knorpel der Septa und der Ohrkapsel-seitenwand überall dicht an. Seine mediale Wand sowie das ganze Utriculusgebiet sind die einzigen Teile des häutigen Labyrinthes, die keine Beziehung zum Knorpelschädel gewinnen. Über die Lage des Ductus endolymphaticus wurde schon weiter oben das Nötige gesagt.

Dach. Am Dach der Labyrinthregion kann man bei der Beschreibung zweckmäßig das Dach der Ohrkapseln von dem dazwischen gelegenen Dach des Cavum cerebrale, dem Tectum synoticum, trennen. Äußerlich stellen beide Teile eine zusammenhängende, solide Knorpelplatte dar, die im ganzen dorsal leicht vorgewölbt, nach den Seiten wenig abfällt und im hinteren Teil mit scharfem Rande, der Crista parotica, nach vorn vom Hyomandibulargelenk aber allmählich in die Seitenwand der Region übergeht. Das Dach der Ohrkapsel erhält sein äußeres Relief im wesentlichen durch den parietalen Schleimkanal. Dieser liegt von seiner Einmündung in die hintere Commissur an dem primordialen Schädeldach direkt auf, in einer Rinne von wechselnder Tiefe dem Knorpel eingelagert. Das Parietale bildet nur das Dach des Kanals. Nur unmittelbar vor dem Hyomandibulargelenk umgreift das Parietale für eine ganz kurze Strecke den Schleimkanal vollständig. Im vorderen Bereich der Region übernimmt allmählich mehr und mehr das Frontale die Überdachung des Schleimkanals. Das Dach der Ohrkapseln bildet für den größten Teil der Region zugleich das Dach des Hirnraumes, da die Ohrkapseln dem Hirnschädel

nicht seitlich ansitzen, sondern ihm nach der Mitte zu geneigt aufgelagert sind.

In der Nähe des Hyomandibulargelenkes nähern sich die Ohrkapseln beider Seiten so sehr der Mittellinie, daß von einem dazwischenliegenden *Tectum synoticum* kaum noch die Rede sein kann, wenn man nicht die ventral nach dem *Cavum cerebrale* vorspringende Leiste, in der das Ohrkapseldach beider Seiten verschmilzt, dafür ansprechen will. Nach hinten zu ist das Dach des Hirnraumes deutlicher von dem des Labyrinthgebietes abzugrenzen; es ist eine mächtige Knorpelplatte, die kontinuierlich in den als Occipitalbogen beschriebenen Dachknorpel der Occipitalregion übergeht. Der vordere Abschnitt des *Tectum synoticum* ist eine wesentlich dünnere Knorpelplatte, die in Höhe des Foramen trigemini den hinteren Rand der großen Fontanelle bildet, die sich von hier bis fast zum rostralen Ende der Orbitotemporalregion erstreckt.

**Häutiges Labyrinth.** Das häutige Labyrinth besteht aus dem Utriculus mit den drei Bogengängen, dem Sacculus und dem Ductus endolymphaticus. Die oberen Schenkel der Bogengänge entspringen dem *Recessus superior* des Utriculus, der untere Schenkel des äußeren Bogenganges mündet nahe dem des vorderen in den *Recessus anterior utriculi*. Der Sacculus liegt in breiter Ausdehnung in dem vom lateralen Bogengang umschlossenen Raume, dabei trennt ihn die Knorpelwand des *Septum laterale* durchgehends vom lateralen Bogengang. Er reicht nach oben fast bis zum oberen Rande des *Recessus superior utriculi*. Nach unten überragt er das Niveau der Bogengänge fast um ein Drittel der gesamten vertikalen Ausdehnung des Labyrinthes. Eine *Lagena* ist nicht vom Gebiet des Sacculus abgesetzt, und der *Nervus glossopharyngeus* verläuft ventral vom ganzen Sacculusgebiet. Der Ductus endolymphaticus ist ein Blindsack, der an der medialen Seite des Sacculus entspringend, sich dicht unter dem knorpeligen Schädeldach bis zur Mittellinie hinzieht, wo er den Ductus endolymphaticus der anderen Seite fast berührt. Er steht sowohl mit dem Sacculus als dem Utriculus in gesonderter offener Verbindung, außerdem besteht eine feine Öffnung zwischen Sacculus und Utriculus direkt. Alle drei Verbindungen, Ductus utriculosaccularis, Ductus sacculoendolymphaticus und Ductus utriculoendolymphaticus, liegen sehr dicht beieinander und sind von sehr geringen Dimensionen. Am Ductus utriculoendolymphaticus liegt die kleine *Macula acustica neglecta*. Übrigens weist das Labyrinth die typischen *Maculae acusticae* auf, die *Macula lagenae* ist von der *Macula saccularis* deutlich getrennt.

**Ersatzknochen.** Die Labyrinthregion besitzt zwei Ersatzverknöcherungen: *Opisthoticum* und *Sphenoticum*. Über das *Opisthoticum* ist dem bereits Gesagten nichts wesentliches zuzufügen.

Das *Sphenoticum* ist die Verknöcherung der vorderen Kuppe der

Ohrkapsel, erstreckt sich aber weit nach vorn auf die Supraorbitalspange, die es in ihrem mittleren Drittel völlig umgreift. Es besteht aus einer perichondralen Knochenlamelle, die dem intakten Knorpel anliegt; am dorsolateralen Rande bildet der Knorpel einzelne, kleine Markräume umschließende Zacken, die unregelmäßig gegen das Bindegewebe vorspringen. Dem Knochen resp. Knorpel dieser Gegend liegt der Hauptseitenkanal dorsal direkt auf, vom Frontale zugedeckt. Er gibt hier den Supraorbitalkanal ab, der im Postfrontale hinter dem Auge abwärts zieht. Das Postfrontale ist mit dem Sphenoticum so verwachsen, daß eine scharfe Trennung beider Komponenten nicht durchführbar ist.

### 3. Orbitotemporalregion.

Die Orbitotemporalregion erhält ihr charakteristisches Gepräge durch die ausgesprochene Platybasie des Schädels. Das Cavum cerebrale der Labyrinthregion setzt sich ohne jede Einschränkung seiner Dimensionen nach vorn zu fort, namentlich der horizontale Durchmesser erscheint nirgends wesentlich verringert. Der vertikale Durchmesser nimmt nach vorn zu allmählich an Größe ab, entsprechend der Form des Gehirns, das im vorderen Teil der Region ja nur noch aus den Lobi olfactorii besteht. Für die ganze Region gilt, daß die horizontalen Durchmesser im dorsalen Abschnitt größer sind als im ventralen; die Schädelseitenwände stehen leicht nach außen geneigt.

Bei der Formbeschreibung sollen, wie im Vorhergehenden, Dach, Seitenwände und Boden der Region unterschieden werden, dazu kommt die Vorderwand als Abgrenzung gegen die Ethmoidalregion. Dabei sei im voraus bemerkt, daß Dach, Boden und Vorderwand weitgehende Fenestrationen aufweisen, so daß die Seitenwände als der wesentlichste Teil des Schädels in dieser Region anzusehen sind.

Bevor diese Teile nun im einzelnen genauer geschildert werden, sei kurz die Bildung der Orbita beschrieben. Diese bildet am Primordialschädel eine im Verhältnis zu der außerordentlich großen sagittalen Ausdehnung flache Grube, deren Vorder- und Hinterwand die seitlich weit vorspringende Nasen- resp. Ohrkapsel bildet. Ein namentlich im hinteren Abschnitt der Orbitotemporalregion weit ausladendes, supraorbitales Dach entsteht durch eine besondere Bildung des dorsalen Randes der Schädelseitenwand. Einen Boden besitzt die Orbita am Primordialschädel nicht.

Auf der hinteren Grenze der Region finden gewisse Verschiebungen der Labyrinthregion gegenüber statt. So greift am Boden die Schädelhöhle der Orbitotemporalregion bis zur Höhe des Facialisaustrittes in das Gebiet der Labyrinthregion über mit der Bildung des Cavum sacci vasculosi, während im dorsalen Teil die Ohrkapsel sich mit ihrer

vorderen, den *Canalis semicircularis anterior* beherbergenden Kuppe lateral weit an der Seitenwand der Orbitotemporalregion vorbei nach vorn schiebt. Die daraus resultierenden besonderen Formverhältnisse sind an entsprechender Stelle genauer geschildert.

**Seitenwand.** Die Seitenwände der Orbitotemporalregion sind breite, solide Platten, die Dach und Boden der Region, soweit diese vorhanden sind, verbinden. Wie schon erwähnt, sind sie im ganzen leicht nach außen geneigt. Hinten geht die Seitenwand überall kontinuierlich in den Knorpel der Labyrinthregion über; vorn endet sie in großer Ausdehnung frei mit leicht eingekerbtem Rand als hintere Begrenzung einer membranös geschlossenen Lücke, die die Seitenwand der Orbitotemporalregion von der Nasenkapsel trennt. Der gleich näher zu beschreibende, dorsale Randbalken der Seitenwand sowie die Bodenplatte, die sich beide breit mit der Nasenkapsel verbinden, geben dabei dem Schädel die nötige Versteifung. Der mittlere Teil der Seitenwand ist in großer Ausdehnung einheitlich verknöchert, dieser Knochen wird am besten mit Traquair als Sphenoid bezeichnet.

**Supraorbitalleiste.** Da im hinteren Gebiet der Region weder Boden noch Dach vorhanden sind, endet die Seitenwand hier oben und unten mit freiem Rande. Der obere Rand verdickt sich im vorderen Orbitalgebiet wesentlich und sendet einen ziemlich kräftigen, leistenartigen Fortsatz in dorsolateraler Richtung aus. Vorn steht diese Knorpelleiste mit der Nasenkapsel in Verbindung. Von der Höhe des Foramen opticum an nach hinten entfernt sie sich immer mehr von der eigentlichen Seitenwand, so daß zwischen beiden eine breite Lücke im supraorbitalen Dach entsteht. Die Leiste geht endlich in den Knorpel der vorderen Ohrkapselkuppe über, deren perichondrale Verknöcherung, das Sphenotium, weit nach vorn auf die Leiste übergreift. An der unteren und inneren Seite der Supraorbitalspange setzt in ganzer Ausdehnung der *Musculus temporalis an*; seine Hauptmasse aber sucht, durch die Lücke durchtretend, die Fixierung am *Os frontale*, dessen mächtige Platten für die ganze Orbitotemporalregion ein solides Schädeldach bilden. Außer dem *Temporalis* ziehen verschiedene gröbere und feinere Nervenzweige durch die Supraorbitallücke zu ihrem, teils sensiblen, teils sensorischen Versorgungsgebiet auf dem Schädeldach. Ein kräftiger Sinnesnerv durchbohrt den hinteren, knöchernen Teil der Supraorbitalspange. Rostral von der Supraorbitallücke weist das nach vorn immer schmaler werdende supraorbitale Dach noch drei Nervendurchtrittsöffnungen auf.

Dabei erscheint der dorsale Rand der Schädelseitenwand verdickt und ein wenig nach innen gebogen.

Der ventrale Rand endet zugespitzt und bildet im hintersten Teile die Seitenwand des *Cavum sacci vasculosi*.

**Foramina.** Die Schädelseitenwand der Orbitotemporalregion be-

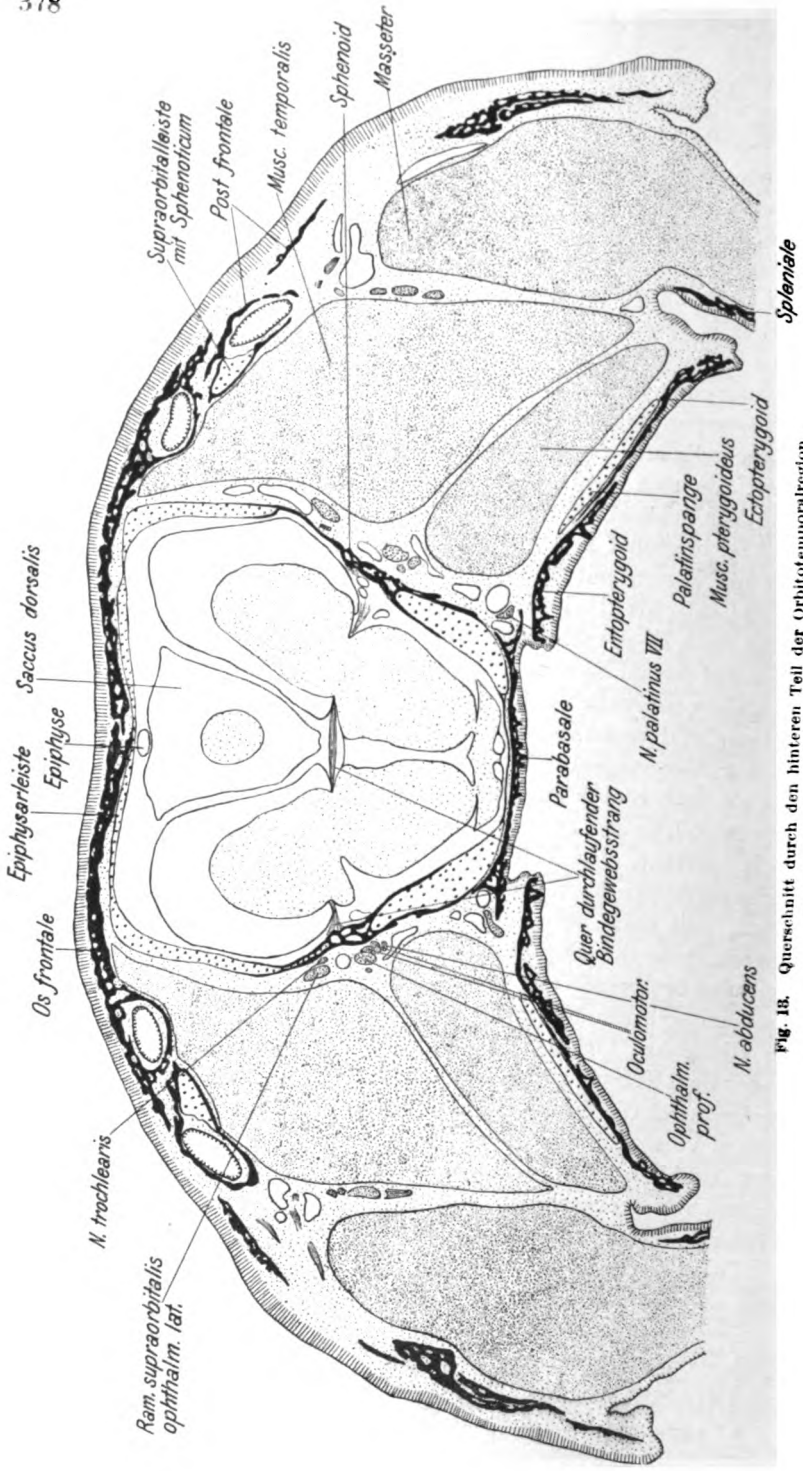


Fig. 18. Querschnitt durch den hinteren Teil der Orbitotemporalregion.



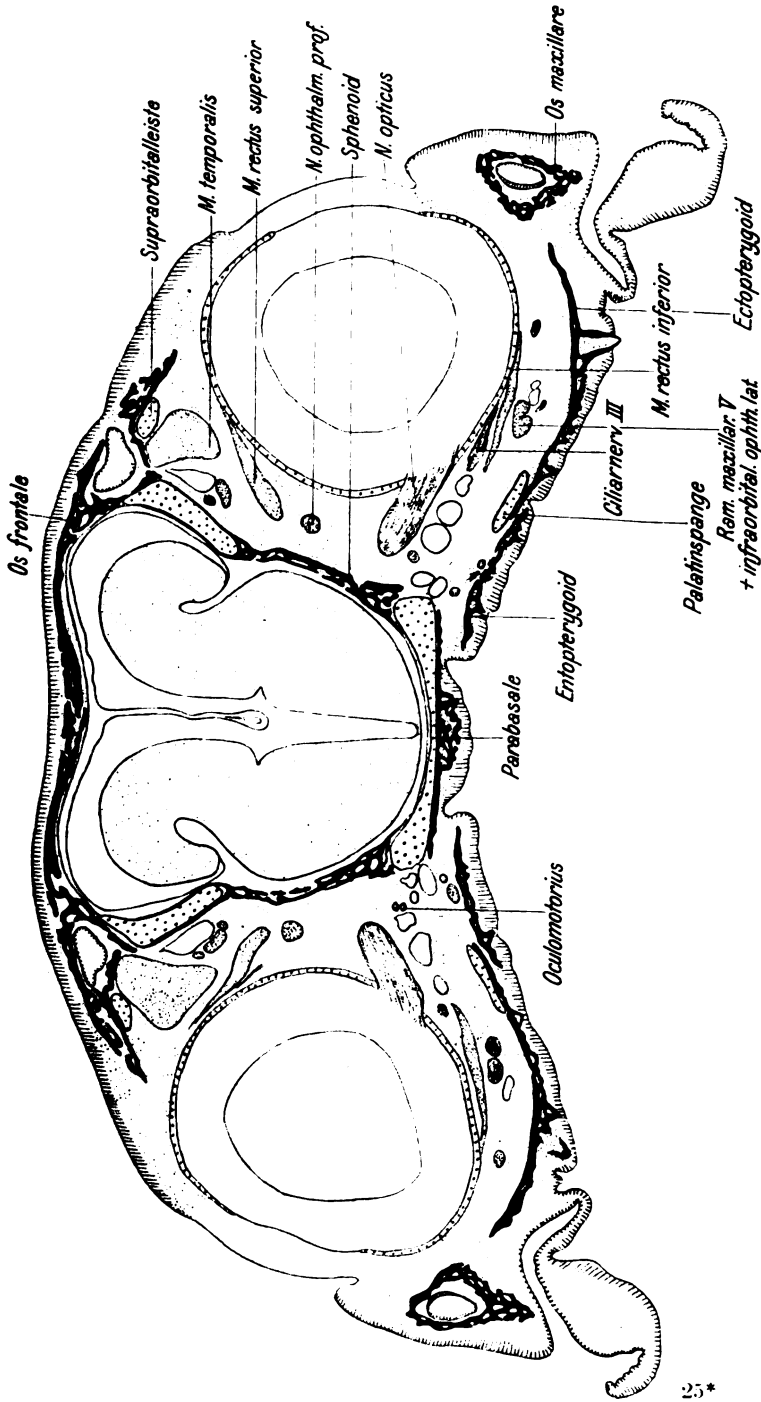


Fig. 14. Querschnitt durch den mittleren Teil der Orbitotenporatregion.

sitzt sieben Öffnungen. Ventrorostral vom Foramen trigemini befindet sich eine Öffnung im Knorpel, welche Cavum sacci vasculosi und Orbita verbindet. Durch dieses Loch nimmt die Vena jugularis interna einen Zweig aus dem Hypophysenkörper auf (Allis). Weiter vorn oben liegt die große gemeinsame Durchtrittsöffnung für den Ophthalmicus profundus und den Oculomotorius. Sie ist ganz vom Sphenoidknochen eingeschlossen. Senkrecht darüber im Knorpel liegt eine kleinere Öffnung, durch die eine Vene tritt. Im gleichen Horizontalniveau wie diese Vene, aber wesentlich weiter vorn, durchbohrt der Trochlearis den Sphenoidknochen. Senkrecht über dem, der Feinheit des Nerven entsprechend sehr kleinen Foramen trochleare gewinnt der Sinusraum zwischen Mittelhirn und der großen Seitentasche des dritten Ventrikels durch eine ziemlich große Öffnung seinen Abfluß in die außen am Schädel ziehende Vena jugularis externa (Allis). Dieses Loch ist unten durch den eingekerbten Rand des Sphenoides, oben von Knorpel begrenzt. Sowohl die Venen wie die ausgetretenen Nerven, resp. deren Ganglienmassen liegen der Schädelwand außen dicht an und werden seitlich gedeckt durch die Massen des Musculus temporalis und Musculus pterygoideus, die den größten Teil des hinteren Orbitaabschnittes ausfüllen. Die genannten Muskeln bilden auch den vorderen Abschluß der Trigemino-facialiskammer. Ziemlich genau in der Mitte der Orbitotemporalregion liegt das schlitzförmige Foramen opticum. Seinen dorsalen Rand bildet die Unterkante des Sphenoidknochens, zur ventralen Begrenzung dient die wulstig verdickte Seitenkante der Bodenplatte des Cavum cranii. Bei dem jüngsten der untersuchten Tiere stand das Foramen opticum mit der großen prä-sphenoidalen Lücke der Schädelseitenwand in direkter Verbindung, sein vorderer Abschluß war nur membranös. Dicht hinter und über dem Foramen opticum durchsetzt eine Öffnung den Sphenoidknochen und ermöglicht dem cerebralen Zweig der Carotis interna den Eintritt ins Innere des Schädels. Auch im Stadium von 90 mm war diese Gefäßöffnung vom Foramen opticum durch eine Knochenlamelle getrennt, bei einem Tier von 55 mm Länge war dagegen die Trennung beider Foramina nur eine membranöse.

Unmittelbar hinter dem Carotisforamen entspringt von der medialen Wand des Sphenoids ein straffer, bindegewebiger Strang, der sich horizontal durch das Cavum cranii bis zur entsprechenden Stelle der gegenüberliegenden Seitenwand zieht. Er liegt in den caudalen Teil des Velum transversum eingeschlossen, auf dem Dache des Zwischenhirnes, hart am Ependym. Seine Bedeutung ist nicht klar.

Außen am Schädel liegt an dem wulstig verdickten Knorpelrand der Bodenplatte im hinteren Abschnitt des Foramen opticum der Ursprung des gemeinsamen Sehnenstranges für die Musculi recti inferior.

superior und lateralis. Nach vorn zu verbindet sich, wie schon erwähnt, nur der dorsale Randwulst der Seitenwand knorpelig mit der Nasenkapsel. Ventral von diesem schmalen Supraorbitaldach ist die Verbindung nur eine membranöse. Am Schädel besteht hier also eine große präsphenoïdale Öffnung, deren Oval im wesentlichen vertikal ausgezogen erscheint. Vorn begrenzt sie der kaudal ein wenig vorspringende Knorpelrand der hinteren Nasenkapselwand, hinten der leicht bogig eingekerbte, freie Knochenrand des Sphenoids. Den schmalen dorsalen Rand bildet die untere Kante des supraorbitalen Dachstreifens, den wesentlich breiteren ventralen der freie Knorpelrand der Bodenplatte. Die größere Ausdehnung des freien unteren Randes der Lücke ist durch den Ursprung des *Musculus rectus internus* an dieser Stelle bedingt. Die Fasern des genannten Muskels heften sich an der Dorsalseite der Bodenplatte nicht weit vom Rande an, und der Muskel liegt mit seinem Anfangsteil in einer kleinen Rinne, die nach vorn zu offen ist und so eine spaltartige Verlängerung der Präsphenoïdallücke nach hinten darstellt. Die Wände dieser Rinne bildet ventral der ein wenig ausgehöhlte Knorpel der Bodenplatte, dorsal die frei nach medial vorspringende vordere, untere Spitze des Sphenoids. Ähnliche Verhältnisse zeigten die Tiere von 90 und 55 mm Länge; die Verknöcherung der die Präsphenoïdallücke schließenden Membran war bei dem ältesten Tier etwas mehr, bei dem jüngeren weniger weit vorgeschritten; das Foramen opticum war, wie bemerkt, noch nicht in allen Fällen von der Präsphenoïdallücke durch Knochen getrennt.

**Boden.** Der Boden der Orbitotemporalregion weist in seiner hinteren Hälfte eine große Öffnung auf, *Fenestra basiscranialis anterior*. Sie ist von lanzettförmiger Gestalt, beginnt auf der Grenze von Labyrinthregion und Orbitotemporalregion und endet vorn in der Höhe des Foramen opticum. In der Gegend unmittelbar hinter dem Foramen opticum beginnt der Knorpel des ventralen Teils der Seitenwand nach medial umzubiegen, und bereits im Niveau des hinteren Abschnittes der Opticusöffnung haben die Knorpelplatten beider Seiten sich in der Mittellinie vereinigt. Während ihres ganzen weiteren Verlaufes nach vorn behält die Bodenplatte die gleiche, einfache Gestalt einer mäßig dicken, horizontalen Lamelle mit dorsal aufgewulsteten Seitenrändern bei. Zwischen Foramen opticum und Präsphenoïdallücke ist dieser wulstige Seitenrand in die verbreiterte untere Kante des Sphenoids eingefalzt. Im vordersten Bereich der Präsphenoïdallücke verdickt sich der Knorpel der Bodenplatte beträchtlich im vertikalen Durchmesser, namentlich im medianen Teil, und geht kontinuierlich in die hintere und untere Wand der Nasenkapsel über.

**Dach.** Von einem primordiales Schädeldach ist in der Orbitotemporalregion nur sehr wenig vorhanden. Fast das ganze Gebiet

wird von einer ausgedehnten Fontanelle eingenommen, die nur durch die schmale Epiphysarleiste in einen kleineren caudalen und einen größeren rostralen Abschnitt zerlegt erscheint. Der hintere Teil reicht bis in die Labyrinthregion hinein: das Tectum synoticum bildet dort seine hintere, der zugespitzte medial vorspringende Rand der vorderen Ohrkapselkuppe seine seitliche Begrenzung.

Die Epiphysarleiste geht vom oberen Rande der Schädelseitenwand aus. Sie ist im seitlichen Teil sehr schmal und zart, verbreitert sich aber nach der Mitte zu wesentlich. Am vorderen Rande befindet sich in der Mitte eine tiefe Einbuchtung, an deren Seiten der Knorpel in zwei feinen Zungen jederseits von der Epiphyse vorspringt. Diese vorderen Vorsprünge waren besonders bei dem 55 mm langen Exemplar weit ausgezogen. Das älteste Tier (90 mm) unterschied sich von dem jüngeren wesentlich dadurch, daß die Knorpelverbindung mit der Schädelseitenwand nicht erhalten war, es bestand hier also nicht eigentlich eine Epiphysarleiste, sondern nur noch eine mittlere Epiphysarplatte. Die Epiphyse lag dem Knorpel in allen Fällen so an, daß sie, in der Medianebene fast senkrecht aufsteigend, den Hinterrand der Knorpelspanne erreichte. Dann bog sie um, von Knorpel gedeckt, lag vorn in der beschriebenen Einbuchtung dicht unter der straffen Membran, die die Knorpelzungen beider Seiten verbindet.

Ein eigentliches Dach besteht nur im vordersten Teil der Orbitotemporalregion. Vom Hinterrande der Präsphenoïdallücke an sendet der obere Randbalken der Seitenwand einen medialen Fortsatz aus, der sich bald mit dem der anderen Seite zu einer soliden Dachplatte über dem vordersten Abschnitt des Cavum cerebrale verbindet. Nach vorn geht das Dach der Orbitotemporalregion kontinuierlich in das der Nasenkapsel über. Vom Vorderende der Supraorbitallücke an setzt sich das Supraorbitaldach gegen die eigentliche Seitenwand mit einer seichten Rinne ab. Diese Rinne setzt sich zwischen Supraorbitaldach und Dach des Hirnraumes nach vorn bis auf die Nasenkapsel fort. In der Rinne ruht der frontale Schleimkanal, ganz in Knochen eingeschlossen. Sowohl die Fontanellen wie das schmale vordere Dach der Region werden dorsal gedeckt von den mächtigen Platten des paarigen Os frontale, das sich bis auf die Nasenkapsel erstreckt.

Der vordere Abschluß des Cavum cerebrale gegen die Nasenkapsel ist am Schädel nur ein unvollständiger, da das Foramen olfactorium wegen der außerordentlichen Dicke des Riechnerven so groß ist, daß es fast das ganze Gebiet der Vorderwand der Orbitotemporalregion einnimmt. Die beiden Foramina olfactoria sind durch den hinteren Rand des knorpeligen Nasenseptums geschieden, der zur Bodenplatte nicht senkrecht, sondern in einer nach vorn geneigten Ebene steht. Sowohl vom Septum wie von der Bodenplatte und dem Dach

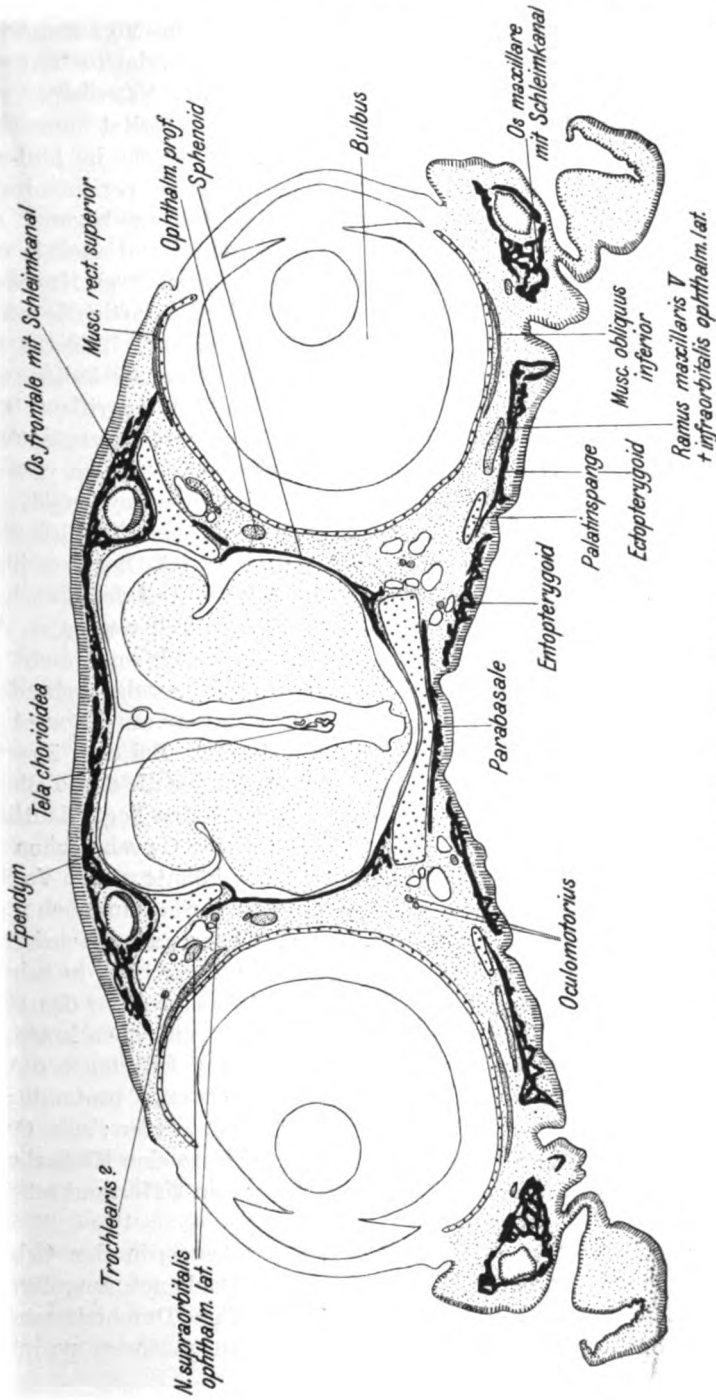


Fig. 15. Querschnitt durch den vorderen Teil der Orbitotemporalregion.

aus springt der Knorpel kulissenartig vor und engt das Foramen olfactorium ein wenig ein. Im ganzen wölbt sich der vorderste Teil des Cavum cerebrale leicht nach vorn in das obere Gebiet der Nasenkapsel vor.

**Ersatzknochen.** Die Orbitotemporalregion besitzt nur eine perichondrale Verknöcherung, das Sphenoid. Es besteht im hinteren Abschnitt aus einer inneren und einer äußeren perichondralen Lamelle. Von der Höhe des Foramen trochleare an beginnt der Knorpel zu schwinden, zunächst in den mittleren, dann auch in den unteren Partien; an seine Stelle tritt ein Gerüstwerk von Knochenbalken, welches, kleine Markräume umschließend, diploeartig die innere und äußere Knochenlamelle verbindet. Im dorsalen Teil bleibt der Knorpel bis zum vorderen Ende der Supracrithallücke erhalten und wird von den beiden Knochenlamellen perichondral umgriffen. Von hier an nach vorn scheint das Sphenoid eine rein membranöse Verknöcherung zu sein, der Knorpel ist in den oberen wie in den unteren Rand des Knochens eingefalzt, ohne direkt mit ihm zusammenzuhängen. Die Knochenplatte selbst verliert die Diploe und besteht schließlich nur aus einer einheitlichen, sehr dünnen Knochentafel. Bei dem jüngsten Tier (55 mm) waren Knorpelreste im mittleren Teil des Knochens bis zum Foramen opticum zu sehen, im vorderen Teil war es an den Rändern zu einem falzartigen Umgreifen des Knorpels noch nicht gekommen. Der obere Rand des Knochens war ein wenig verbreitert, der untere lief in eine scharfe Kante aus; beide waren vom Knorpel des Daches resp. Bodens breit bindegewebig getrennt. Bei dem ältesten Tier zeigt im Niveau des Vorderrandes des Sphenoides die derbe Bindegewebsmembran, welche innen auf dem Knorpelboden liegt, deutliche Anzeichen einer Verkalkung, ohne daß aber dieses Gewebe schon als echter Membranknochen angesprochen werden könnte. Die Verkalkungszone war undeutlich paarig, sie hing in diesem Stadium noch nicht lateral mit dem Sphenoid zusammen. Die von Traquair beschriebene Horizontallamelle am Hinterrande des Sphenoides war noch in keinem Falle vorhanden; den Vorderrand des Schädelbodens, der hier das Dach des Cavum sacci vasculosi bildet, deckte von vorn und oben kräftiges, straffes Bindegewebe. Das Sphenoid wird von drei Öffnungen durchbohrt, die als Foramen trochleare, Foramen ophthalmici profundi und oculomotorii und Foramen caroticum beschrieben wurden; sein Oberrand besitzt senkrecht über dem Foramen trochleare eine Einkerbung, die das dort gelegene Venenloch begrenzen hilft; sein Unterrand schließt das Foramen opticum dorsal ab.

**Hirnnerven.** Von den Hirnnerven verlassen in der Orbitotemporalregion der Ophthalmicus profundus, Oculomotorius, Trochlearis, Opticus und Olfactorius den Schädel. Ihre Durchtrittsstellen wurden schon genauer beschrieben. Außer ihnen gewinnen periphere

Zweige des *Ophthalmicus lateralis* und des *Trigeminus* nähere Beziehung zum Schädel, da sie die supraorbitale Dachleiste durchbohren müssen, um zu ihrem Versorgungsgebiet zu gelangen. Auch über ihre Durchtrittsöffnungen wurde an entsprechender Stelle das Nötige gesagt.

#### 4. Ethmoidalregion.

Der präcerebrale Teil des Schädels gelangt bei *Polypterus* infolge der außerordentlichen Größe des kompliziert gebauten Geruchsorgans zu beträchtlicher Entwicklung. Das im vorliegenden Stadium noch rein knorpelige Skelett der Nase stellt eine im Vergleich zur Höhe sehr breite Kapsel dar, deren weit vorspringende seitliche Kuppen die Orbita nach vorn abschließen. Der Binnenraum wird durch das knorpelige Nasenseptum in zwei völlig voneinander getrennte Höhlen zerlegt, die sich vorn jederseits mit einer sehr großen *Apertura nasi externa* nach außen öffnen. Vor der Nasenkapsel verlängert sich das Septum zu einer kurzen rostralen Bildung, der die vordere Quercommissur des Hauptseitenkanals eingelagert ist.

Bei der genaueren Beschreibung sind Dach, Boden, Vorder-, Rück- und Seitenwand zu unterscheiden, dazu kommt als besondere Bildung das Septum.

**Boden.** Betrachtet man die Nasenkapsel von außen, so stellt sich der Boden als eine breite, solide Knorpelplatte dar, die sich, den beiden Nasenhöhlen entsprechend, jederseits im ganzen ein wenig nach unten vorwölbt. Zwischen diesen beiden Vorwölbungen zieht in der Mittellinie eine flache Furche nach vorn bis in die Höhe des Hinterrandes der äußeren Nasenöffnungen. In dieser Furche ruht die vordere Spitze des *Parabasale*. Hinten geht der Boden der Nasenkapsel, wie schon früher erwähnt, ohne Grenze in die Bodenplatte der Orbitotemporalregion über. In diesem Gebiet, wenig vor dem Vorderrand der Präsphänoidealücke, entspringt am Übergang des Bodens in die Hinterwand der Nasenkapsel in einer grubigen Vertiefung des Knorpels der *Musculus obliquus inferior*. Unmittelbar rostral von dieser Stelle trägt der Boden die ausgehöhlte Gelenkfläche für die knorpelige *Palatinspange*. Im hinteren und seitlichen Teil geht die Bodenplatte scharf umbiegend in die senkrecht aufsteigende Hinter- resp. Seitenwand der Region über. Im vorderen Teil der Region wird sie rasch schmaler. Sie endet hier frei mit scharfem, ein wenig aufgebogenem Rande und bildet die untere Begrenzung der großen äußeren Nasenöffnung. Der mediane Teil setzt sich in die Rostrumbildung fort. Nahe dem Hinterrande der *Apertura nasi externa* liegt auf der Grenze zwischen Boden und Seitenwand eine Öffnung, durch welche ein Zweig des *Ramus infraorbitalis ophthalmici lateralis* in die Nasenhöhle eintritt (*Nasalis internus* Pollard), um, in einer feinen Rinne auf dem Boden der Höhle längs dem Unterrande

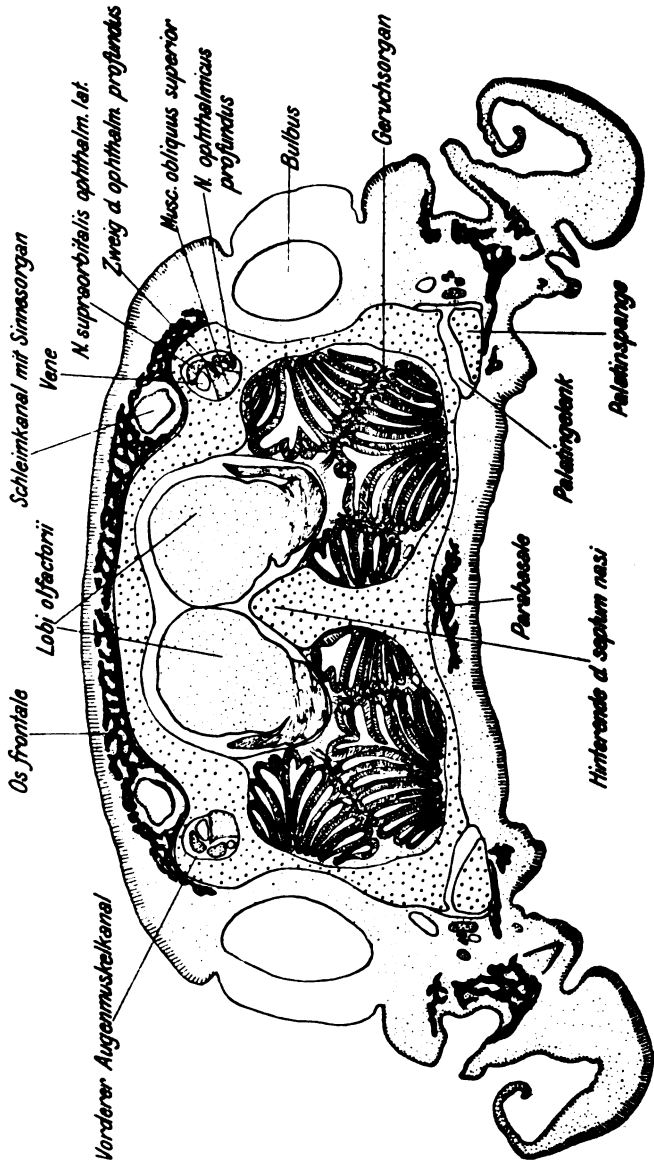


Fig. 16. Querschnitt durch den hinteren Teil der Nasenkapsel in Höhe des Palatingelenkes.



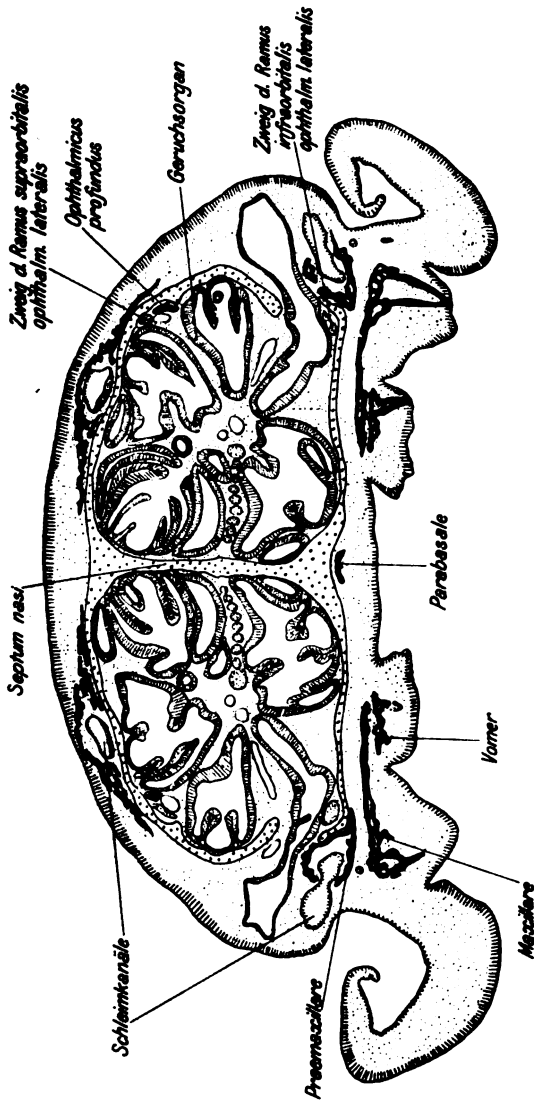


Fig. 17. Querschnitt durch den vorderen Teil der Nasenkapsel.

der äußeren Nasenöffnung nach vorn laufend, zum Teil durch den vorderen, unteren Winkel der *Apertura nasi externa*, zum Teil durch einen Knorpelkanal, der in die Querspalte des *Rostrums* führt, die Nasenhöhle wieder zu verlassen.

**Seitenwand.** Die Seitenwand verbindet, annähernd senkrecht aufsteigend und ein wenig nach der Seite ausgebaucht, Boden und Dach der Region. Nach hinten biegt sie ohne scharfe Grenze in die Hinterwand der Nasenkapsel um. Der vordere Rand ist tief ausgekerbt und hilft die äußere Nasenöffnung begrenzen.

**Dach.** Das Dach ist eine solide Knorpelplatte, die allmählich umbiegend in die Seitenwand übergeht; nach hinten hängt sie ohne Grenze mit dem Dach des vordersten Teils der Orbitotemporalregion zusammen. Im vorderen, seitlichen Teil endet das Dach frei und bildet so den oberen Rand der äußeren Nasenöffnung; dabei springt es lateral mit einer scharfen Ecke vor. Diese Ecke zerlegt den Oberrand der äußeren Nasenöffnung in einen größeren vorderen und einen kleineren seitlichen Teil. Der mittlere Teil der Dachplatte geht in ganzer Ausdehnung in das *Septum nasi* über. Vorn verbindet sich der nahe der Mittellinie gelegene Teil mit der schmalen Vorderwand der Region. Über das Dach nach vorn zieht jederseits eine im mittleren Teil sehr seichte, nach vorn und hinten etwas vertiefte Furche, die Fortsetzung der schon von der Labyrinthregion an auf dem Schädeldach zu verfolgenden Rinne, in welcher der Hauptseitenkanal ruht. Unmittelbar lateral neben dieser Furche befindet sich im hinteren Teil der Region eine große Öffnung. Durch diese treten die *Nervi Supraorbitalis ophthalmici lateralis* und *Ophthalmicus profundus* nebst der sie begleitenden Vene ins Innere der Nasenkapsel. Dort ziehen die beiden Nerven dicht nebeneinander unmittelbar unter dem Knorpeldach nach vorn und gelangen teils durch die äußere Nasenöffnung, teils durch mehrere feine, das Knorpeldach durchsetzende Öffnungen zu ihrem Endgebiet. Verfolgt man die Nerven von ihrem Eintritt in die Nasenkapsel nach rückwärts, so zeigt sich, daß sie unmittelbar caudal von ihrer Eintrittspforte in das Schädelinnere in einer kurzen tiefen Rinne auf dem Schädeldach liegen. Diese Rinne befindet sich dicht lateral neben der für den Seitenkanal bestimmten Furche. Nach hinten zu wird diese Furche vom Knorpel überbrückt und so in einen Kanal umgewandelt, der caudal rasch weiter wird und am oberen, seitlichen Winkel der Nasenkapselhinterwand frei in die Orbita mündet. Außer den erwähnten Nerven und ihrer Begleitvene birgt er den Ansatzteil des *Musculus obliquus superior*, dessen Fasern sich an der medialen Wand des Kanals anheften. Die beschriebene Bildung ist dieser Beziehung wegen als vorderer Augenmuskelkanal zu bezeichnen.

**Hinterwand.** Die Hinterwand der Nasenkapsel bildet in ihrem seitlich vorspringenden Teil die vordere Begrenzung der Orbita. Sie

ist im ventralen Abschnitt breiter als im dorsalen und weist außer der Mündung des Augenmuskelkanales keinerlei Besonderheiten auf. Ihr medialer Teil, der den vorderen Abschluß des Cavum cerebrale bildet und vom Foramen olfactorium durchsetzt wird, ist von dem seitlichen Teil durch eine scharfe, dorsal vorspringende Vertikallamelle getrennt. Diese begrenzt die Präsphänoïdallücke nach vorn zu und wurde schon bei deren Beschreibung besprochen. Ebenso ist über das Foramen olfactorium und seine Umgrenzung bereits das Wesentliche gesagt.

**Vorderwand.** Die Vorderwand der Nasenkapsel besteht aus einer schmalen, rostral vorgewölbten Knorpelplatte jederseits vom Septum und ist mit diesem verschmolzen. Sie verbindet den vorderen, medialen Teil von Dach und Boden und bildet die mediale Begrenzung der äußeren Nasenöffnung. Sie trägt dicht am Septum jederseits eine Öffnung, durch welche, wie schon erwähnt, ein Zweig des Ophthalmicus lateralis (*Nasalis internus*) in die Querspalte des Rostrums tritt.

**Septum.** Das Septum nasi teilt das Innere der Nasenkapsel in zwei völlig getrennte Nasenhöhlen. Es beginnt bereits im vordersten Bereich der Orbitotemporalregion, breit vom Boden aufsteigend. Sein verdickter hinterer Rand trennt die beiden Foramina olfactoria. Im weiteren Verlauf nach vorn ist das Septum im ganzen eine dünne Vertikallamelle, die sich nach unten nur wenig, nach oben ziemlich beträchtlich verdickt. Es springt als Rostrum vorn eine kurze Strecke weit vor die Nasenkapsel vor. Dieser Vorsprung ist nicht kompakt, sondern wird von einer tiefen Querrinne für die vordere Schleimkanalcommissur so durchsetzt, daß nur zwei schmale Knorpelplatten stehenbleiben, eine längere ventrale und eine kürzere dorsale. Beide sind vorn nicht miteinander vereinigt.

### 5. Hirnnerven.

Das Nervensystem von *Polypterus* ist zwar bereits mehrfach genau beschrieben worden; trotzdem erscheint es mir passend, an dieser Stelle nochmals eine Schilderung, im wesentlichen der Ursprungsverhältnisse und der Hauptverzweigungen der Hirnnerven, einzufügen. Der Versuch mag unzumutbar erscheinen angesichts des geringen untersuchten Materials und der nicht spezifischen Färbung. Wenn er trotzdem unternommen wird, so hat das verschiedene Gründe. Einmal müßten Einzelheiten, deren Erwähnung nicht zu umgehen ist, im Rahmen dieser Arbeit sonst unverständlich bleiben. Zudem war es bei dem vorliegenden Material immerhin möglich, einzelne Punkte, namentlich der Ursprungsverhältnisse, klarer zu stellen, als die Untersuchungstechnik der älteren Autoren das erlaubte. Was die Nomenklatur anbetrifft, so wurden durchweg die von Veit für *Lepidosteus* gebrauchten Bezeichnungen gewählt, ohne

daß dadurch für die vergleichend-anatomische Bedeutung der einzelnen Elemente irgend etwas präjudiziert werden sollte.

**N. olfactorius.** Der Olfactorius entspringt vom vorderen Ende der mächtigen Lobi olfactorii, durchbohrt unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Gehirn die Vorderwand des Cavum cerebrale und tritt in die Nasenkapsel ein, dort senkt er sich von dorsal in das Geruchsorgan ein und teilt sich dann in mehrere große Äste, die zu den Endverzweigungen führen.

**N. praeopticus.** Ein Nervus praeopticus war nicht aufzufinden.

**N. opticus.** Der Opticus verläßt das Gehirn am Boden des Zwischenhirns, unmittelbar vor dem Chiasma. Er zieht eine Strecke weit der Unterseite des Gehirns dicht angeschmiegt im Schädelraum nach vorn, tritt dann, von einem feinen Gefäß begleitet, durch das Foramen opticum in die Orbita, an deren Boden er noch eine kurze Strecke weiter nach vorn zieht, ehe er sich von hinten unten in den Bulbus einsenkt.

**N. oculomotorius.** Die Fasern des Oculomotorius treten unweit der Mittellinie aus der Basis des Mittelhirns. Der Nerv biegt sogleich nach rostral um und zieht, der Außenseite des Haubenteils dicht angeschmiegt, nach vorn. Während seines Verlaufes innerhalb des Schädels liegt er im gleichen Horizontalniveau mit dem Ophthalmicus profundus, medial von diesem und im hinteren Teil durch Blutgefäße von ihm getrennt. Er verläßt den Schädel dicht vor dem Ophthalmicus profundus durch die vordere Ecke ihrer gemeinsamen Austrittsöffnung im Sphenoid. Unmittelbar darauf anastomosiert er mit dem Ophthalmicus profundus, dessen Ganglienmasse ihn an die äußere Schädelwand anpreßt und lateral zudeckt. Bald teilt er sich in einen kleineren, dorsalen und einen größeren, ventralen Ast, die nahe beieinander weiter nach vorn ziehen. Der dorsale Ast, Ramus superior oculomotorii, senkt sich in den Musculus rectus superior, unweit von dessen Ursprung am Schädel. Der ventrale, Ramus inferior oculomotorii, zieht lateral um den caudalen Teil des genannten Muskels herum weiter ventrorostral, zwischen den Musculi Rectus superior, Rectus inferior und Rectus lateralis. Bald teilt er sich in zwei Zweige, von denen der lateral gelegene einen kurzen Ast zum Musculus Rectus inferior abgibt und dann zu einem kleinen Ganglion anschwillt, von dem ein relativ kräftiger Ciliarnerv auf dem Musculus Rectus inferior entlang zur Unterseite des Bulbus zieht. Der mediale Zweig läuft, die Unterseite des Opticus kreuzend, nach vorn weiter, teilt sich in zwei Teile, die kurz darauf wieder anastomosierend zusammenlaufen, sich dann abermals teilen und nun die Musculi Obliquus inferior und Rectus medialis versorgen.

**N. trochlearis.** Der Trochlearis entspringt vom Dach des

Mittelhirns da, wo über dem Mittelhirndach die Kleinhirnaussackungen von beiden Seiten in der Mittellinie sich aneinander zu legen beginnen. Gleich darauf kreuzt er sich mit dem Nerven der anderen Seite auf dem Dach des Mittelhirns. Dann zieht er zwischen Mittelhirn und Kleinhirn nach vorn und unten und kommt eine Strecke dorsorostral vom Oculomotoriusursprung unterhalb des Recessus lateralis cerebelli an der Außenseite des Gehirns zum Vorschein. Dem Mittel- resp. Zwischenhirn außen seitlich angeschmiegt, läuft er nach vorn weiter, bis er das Sphenoid durchbohrt und an die Außenseite des Schädels gelangt. Er liegt hier, nach vorn ansteigend, lateral vom Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis zugedeckt. Mit diesem Nerven verschmilzt er bald darauf so, daß eine Trennung nicht mehr durchführbar war. Auch die Endausbreitung am Musculus obliquus superior war infolgedessen nicht mit Sicherheit festzustellen.

*N. abducens*. Der Ursprung des Abducens war nicht mit voller Sicherheit festzustellen. Ein Nervenbündel, welches mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dafür angesprochen wurde, entspringt aus der Basis des Nachhirns, unweit der ventralen Mittellinie, ein wenig caudal vom Glossopharyngeusursprung. Dieser Nerv durchbohrt sogleich die Dura und zieht, dem Schädelknorpel eng angeschmiegt, nach vorn. Während dieses Verlaufes nach vorn war er eine Strecke weit in den vorliegenden Serien nicht aufzufinden. Sicher festgestellt werden konnte der Abducens erst hinter dem Trigemiusursprung. Er lag hier zwischen Dura und Schädelknorpel, in eine kleine Rinne des letzteren eingebettet, ventral vom Trigemius. Den Schädel verläßt er durch das Foramen prooticum, rostral vom Trigemius. Nahe der Schädelwand zieht er nun nach vorn, zunächst medioventral vom Trigemiusganglion, dann ventral von den Nervi Ophthalmicus profundus und Ramus inferior oculomotorii. Mit letzterem entfernt er sich von der Schädelwand und tritt in den Musculus Rectus lateralis nahe dessen Ursprung. Anastomosen zu anderen Nerven konnten nirgends festgestellt werden.

*N. ophthalmicus profundus*. Der Ophthalmicus profundus entspringt, vom Trigemius durch die Dura getrennt, ventrolateral aus dem Vorderende der Hinterhirnbasis. Er durchbohrt sogleich die Dura und zieht zwischen Dura und Schädelknorpel bis zu seiner Durchtrittsöffnung im Sphenoid. Unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Schädel bildet er ein großes Ganglion, das von den Ganglien des Trigemiofacialiskomplexes durch die Vena jugularis getrennt wird. Der ventrale Teil des Ganglions anastomosiert mit dem Oculomotorius, der ihm ventromedial dicht anliegt. Wenig weiter rostral geht vom dorsalen Teil des Ganglions eine mächtige Anastomose zum Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis. Darauf spaltet er mehrere kleine Äste ab, die medial vom Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis

dorsal zu ziehen. Einer dieser Äste, dem sympathische Elemente von der Vena jugularis beigefügt zu sein scheinen, verschmilzt völlig mit dem Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis. Der Hauptteil des Ophthalmicus profundus läuft in der Orbita nach vorn. Dabei liegt er zunächst dorsolateral vom Oculomotorius, dann an der lateralen, später der ventralen Fläche des Musculus Rectus superior. In Höhe des Foramen opticum gibt er einen Ramus ciliaris ab, der, sich wieder teilend und von sympathischen Elementen nicht trennbar, dicht ventral unter dem Rectus superior zum Bulbus zieht. Der Ophthalmicus profundus selbst läuft zwischen Bulbus und Sphenoid weiter, langsam dorsorostral aufsteigend bis unter das Dach der Orbita. Ein feiner Ast durchbohrt das Supraorbitaldach und zieht durch den Schleimkanal im Os frontale zur Haut; er ist rein sensibel. Ventral vom Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis tritt der Hauptnerv mit diesem, einem Gefäß und dem Musculus obliquus superior in den vorderen Augenmuskelkanal. Hier liegt er zunächst ventral vom Muskel, während der Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis dorsal liegt. Er gelangt, sich um den lateralen Rand des Muskels schlingend, an dessen dorsale Seite und anastomosiert hier mit dem Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis. Vorher sendet er quer durch den Muskel einen feinen sensiblen Zweig, der, Knorpel und Knochen durchbohrend, in den Schleimkanal des Frontale und von hier zu seinem Versorgungsgebiet gelangt. Ophthalmicus profundus und Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis treten dann gemeinsam aus dem Augenmuskelkanal auf die Schädeloberfläche und von dort in die Nasenkapsel, an deren Dach entlang sie nach vorn ziehen, um teils durch die äußere Nasenöffnung, teils das Knorpeldach der Nasenkapsel durchbohrend zu ihren Endgebieten zu gelangen.

N. trigeminus. Der Trigeminus entspringt ventrolateral aus der Basis des Hinterhirns mit einer feineren ventralen und einer mächtigeren dorsalen Wurzel. Beide Stämme sind im Schädel sowie beim Durchtritt durch das Foramen prooticum deutlich getrennt. Sofort nach ihrem Austritt gehen sie in das große gemeinsame Ganglion trigemini über. Dieses nimmt in seinem caudalen Teil einen kräftigen Ramus anastomoticus von der Pars palatina facialis auf. Von den dorsomedial gelegenen Ganglienmassen des Ophthalmicus lateralis bleibt es zunächst durch die Vena jugularis getrennt. Weiter rostral treten beide Ganglienkompexe in Beziehung zueinander. Dabei war es an dem vorliegenden Material nicht festzustellen, ob nur eine Durchflechtung der Fasern beider Nerven oder eine wirkliche Anastomose und Faseraustausch vorliegt. In diesem Fall wäre anzunehmen, daß die Fasern, welche dem Ophthalmicus superficialis trigemini anderer Formen entsprechen, in den Supraorbitalteil des Ophthalmicus lateralis übergehen. Jedenfalls war ein selbständiger Ramus ophthalmicus superficialis tri-

gemi ni nicht vorhanden. Das Ganglion des Trigemini entsendet nach ventrolateral den mächtigen *Ramus mandibularis*, nach vorn den *Ramus maxillaris*, außerdem verschiedene kleinere motorische und sensible Zweige. Der *Ramus maxillaris* zieht mit dem *Ramus infraorbitalis ophthalmici lateralis* zusammen hinter dem *Bulbus* abwärts, dann an dessen Unterseite entlang und endlich längs der lateralen Kante der Palatinspange auf dem Ektopterygoid nach vorn. Noch unter dem *Bulbus* verschmelzen beide Nerven miteinander und sind im weiteren peripheren Verlauf nicht mehr zu trennen.

*N. facialis*. Der *Facialis* entspringt dorsolateral aus der Basis des Hinterhirns. Seine Fasern sind im Ursprunge sicher von denen des *Ophthalmicus lateralis* zu trennen, die unmittelbar caudal von ihm das Hirn verlassen. Sogleich nach ihrem Austritt aus dem Gehirn legen sich die Fasermassen beider Nerven dicht aneinander; der *Facialis* bildet dabei den kleineren, medialen Teil des Komplexes. Seine Fasern ziehen mit der Hauptmasse der *Ophthalmicus lateralis*-Fasern ventrolateral über den vorderen Abschnitt des *Acusticusganglions*. Es war bei den vorliegenden Serien nicht möglich, *Facialis* und *Ophthalmicus lateralis* so voneinander zu trennen, daß ein Faseraustausch zwischen beiden Nerven ausgeschlossen werden könnte. Ein Teil der *Facialisfasern*, dem sicher keine *Lateraliselemente* beigemischt sind, geht bereits innerhalb des Schädels in sein Ganglion über; es ist dies die *Pars palatina facialis*. Rostral von dem übrigen *Facialis*- und *Ophthalmicus lateralis*-Bündel durch das *Foramen faciale* tretend, gelangt dieser Teil in den Knorpelkanal der *Trigemino-facialiskammer*, wo er unmittelbar ventral von der *Vena jugularis* liegt. Im vorderen Teil der *Trigemino-facialiskammer* angekommen, schwillt er zu einem mächtigen Ganglion an, welches eine *Anastomose* zum *Trigeminus* besitzt. Der *Nervus palatinus facialis* zieht von hier auf der seitlich vorspringenden Leiste des *Parabasale*, später auf der Dorsalseite des Ektopterygoids nach vorn zu seinem Endgebiet. Der übrige Teil des *Facialis*, der als *Truncus hyoideomandibularis* bezeichnet werden muß, war, wie gesagt, vom *Ophthalmicus lateralis* nicht sicher abzutrennen. Gemeinsam mit dessen hinterem Ast verläßt er den Schädel durch das *Foramen faciale* und schwillt gleich darauf ganglionös an. Von diesem Ganglion, das sich bis unter das *Hyomandibulargelenk* erstreckt, steigt ein dorsaler Ast, der *Ramus hyoideus facialis*, hinter dem Gelenk in die Höhe, schlingt sich über den *Processus opercularis hyomandibulae* und zieht dann hinter der *Hyomandibel* im Kiemendeckel abwärts. Dorsal vom *Opercularfortsatz* anastomosiert er mit einem rückläufigen Aste des *Vagus*; ventral vom *Operculargelenk* entsendet er den *Ramus opercularis*, der in der gewöhnlichen Weise im Kiemendeckel nach hinten läuft. Der ventrale Teil des *Truncus hyoideomandibularis* zieht

mit dem *Ramus mandibularis ophthalmici lateralis* zunächst caudal und nimmt einen Verbindungszweig vom *Glossopharyngeus* auf. Dann zieht er, noch immer vom *Ophthalmicus lateralis* nicht abgetrennt, am inneren Rande der Hyomandibel abwärts, versorgt einen Teil der Hinterwand des *Canalis spiracularis* mit sensiblen Elementen und trennt sich vom *Ophthalmicus lateralis* erst da, wo dieser durch eine Incisur des vorderen, unteren Teils der Hyomandibel an deren Außenseite tritt, um als *Nervus mandibularis externus* weiter zu laufen. Der *Facialis* läuft als *Nervus mandibularis internus* diesem Teil des *Ophthalmicus lateralis* fast parallel, an der Innenseite der Unterkiefers, in dessen sensible Versorgung er sich mit dem *Nervus mandibularis trigemini* teilt.

*N. ophthalmicus lateralis.* Der *Ophthalmicus lateralis* entspringt unmittelbar ventrocaudal vom *Facialis* aus der Hinterhirnbasis. Die Masse seiner Ursprungsfasern überwiegt die des *Facialis* bei weitem. Sie bildet den großen lateralen Anteil des zwischen Hirn und *Sacculus labyrinthi* unter der *Dura* gelegenen Faserkomplexes beider Nerven. Vom Ganglion des *Acusticus* ist der *Ophthalmicus lateralis* durch die *Dura* getrennt, weiter hinten jedoch scheint eine innigere Beziehung zwischen dem *Ophthalmicus lateralis* und den Ursprungsfasern des *Acusticus* stattzuhaben; jedenfalls sind die Elemente beider Nerven bei dem vorliegenden Material nicht mit Sicherheit voneinander zu scheiden. Die nach dem Austritt aus dem Gehirn medial gelegene Masse der *Ophthalmicus lateralis*-Fasern zieht in der schon beim *Facialis* beschriebenen Weise über das *Acusticusganglion* durch das *Foramen faciale* an die Außenseite des Schädels, wird hier ganglionös und versorgt als *Ramus mandibularis externus ophthalmici lateralis* die Sinnesorgane des *Operculo-Mandibularkanales* (*Traquair*). Der laterale Wurzelanteil liegt zunächst noch eine Strecke weit nach vorn zwischen Hirn und *Dura*, dorsal von dem ganglionösen *Facialisrest*, der nach Abspaltung der *Pars palatina* im Schädel verblieben ist. Mit diesem zusammen, aber noch gut von ihm abtrennbar, durchbricht er die *Dura* und tritt durch einen kurzen Knorpelkanal in die *Trigeminofacialiskammer*, wo er dorsal von der *Vena jugularis* und durch diese vom *Trigeminus* geschieden liegt. Hier schwillt er zu einem großen Ganglion an, und dabei geht die Grenze gegen den kleinen *Facialisrest* verloren. Es ist anzunehmen, wenn auch nicht sicher nachzuweisen, daß dieser in den sensiblen *Ramus dorsalis* übergeht, der durch den hinteren Winkel der *Supraorbitallücke* aufsteigt. Noch im Bereich der *Trigeminofacialiskammer* verläßt der *Ramus oticus* das Ganglion des *Ophthalmicus lateralis*, um durch das *Cavum semicirculare anterius* senkrecht in die Höhe ziehend den Hauptseitenkanal auf dem Schädeldach zu erreichen. Unmittelbar rostral von seiner Abgangsstelle aus dem dorsalen Teil des Ganglions befindet sich an dessen ventraler Seite



die schon beim Trigemini näher beschriebene Anastomose des *Ophthalmicus lateralis* mit dem Trigemini. In der Höhe des Foramen *ophthalmici profundi* teilt sich der *Ophthalmicus lateralis* in seine Endäste auf. In der Nähe der Schädelwand zieht der *Ramus supraorbitalis ophthalmici lateralis dorsomedial* vom Bulbus nach vorn. Mit dem *Ophthalmicus profundus* zusammen tritt er in den vorderen Augenmuskelkanal und teilt von da an im wesentlichen den schon beschriebenen Verlauf dieses Nerven. Auch über die verschiedenen Anastomosenbildungen beider Nerven wurde bereits das Nötige erwähnt. Der Stamm des *Infraorbitalis ophthalmici lateralis* zieht, begleitet vom *Maxillaris trigemini* und kleineren Trigeminiäzweigen, zunächst zwischen *Musculus Temporalis* und *Musculus Levator maxillae*, dann zwischen *Temporalis* und *Masseter* nach vorn und abwärts. Er teilt sich bald in den eigentlichen *Infraorbitalis* und *Ramus maxillaris ophthalmici lateralis*. In der Gegend des Bulbus angekommen, nehmen *Infraorbitalis ophthalmici lateralis* und *Maxillaris trigemini* ihren Weg hinter dem *Musculus Rectus lateralis* an der Unterseite des Bulbus nach vorn in der schon beim Trigemini beschriebenen Weise. Über die Beziehungen zur Nasenkapsel vergleiche das dort Gesagte. Der *Maxillaris ophthalmici lateralis* tritt sogleich hinter dem Bulbus nach außen zu seinem Endgebiet, das ist der caudale Teil des maxillaren Schleimkanales.

*N. Acusticus*. Der *Acusticus* entspringt unmittelbar ventrocaudal vom *Ophthalmicus lateralis* aus der Hinterhirnbasis. Er geht sogleich in sein großes, langgestrecktes Ganglion über, das sich der medialen Seite des unteren *Sacculusgebietes* dicht anschmiegt. Der größte Teil des Ganglions liegt extradural, nur ein vorderer, unterer Zipfel befindet sich innerhalb der Dura. Die medial von diesem Abschnitt liegenden Ursprungsfasern sind es, die vom *Ophthalmicus lateralis* nicht sicher getrennt werden konnten. Der Ganglienzipfel selbst schiebt sich unter den Fasern des *Ophthalmicus lateralis* und des *Facialis* noch ein Stück nach vorn. Vom Ganglion aus treten die Zweige des *Acusticus* dann an die einzelnen Teile des Labyrinthorganes heran.

*N. glossopharyngeus*. Der *Glossopharyngeus* entspringt der Hinterhirnbasis ventrolateral. Sogleich nach seinem Austritt aus dem Hirn anastomosiert er mit der vorderen *Vaguswurzel*, deren Ursprung sich direkt dorsal von dem des *Glossopharyngeus* befindet. Medial von dem zum hinteren Bogengang ziehenden *Acusticuszweig* tritt er in den hinteren Teil der Ohrkapsel und liegt dort zunächst caudal vom *Sacculusgebiet* am Boden der *Bulla acustica saccularis*, weiterhin am Boden des *Cavum semicirculare posterius*. Den erwähnten *Acusticuszweig* von unten kreuzend tritt er durch einen feinen Knorpelkanal hinter der *Bulla acustica saccularis*, ventrocaudal von der Anlagerungs-

stelle des ersten Kiemenbogens, an die Außenseite des Schädels, wo er sogleich ganglionös wird. Er biegt sofort dorsal um und schickt seinen *Ramus dorsalis* zwischen Schädelwand und *Vena jugularis* aufwärts. Dieser durchbohrt die hintere Ohrkapselkuppe an der Vordergrenze des *Opisthoticum*s und gelangt so auf das Schädeldach, wo er ein Sinnesorgan des Hauptseitenkanals mit sensorischen, die Gegend der Quercommissur mit sensiblen Fasern versorgt. Der ganglionöse Hauptteil des Nerven zieht auf der Oberseite des *Infrapharyngobranchiale I* dicht unter der *Vena jugularis* nach vorn. Dorsal von der Artikulationsstelle zwischen *Supra-* und *Infrapharyngobranchiale I* zweigt sich der *Ramus posttrematicus glossopharyngei* vom Ganglion ab, um an der Vorderseite des ersten Kiemenbogens abwärts zu ziehen. Dieser Zweig nimmt nahe seinem Ursprung einen Verbindungszweig vom ersten *Ramus praetrematicus vagi* auf. Er enthält sensible und motorische Fasern. An der Vorderwand der ersten Kiemenspalte löst sich der *Glossopharyngeus* in seine Endäste auf. Diese sind der *Ramus praetrematicus glossopharyngei*, *Rami pharyngei* und *Ramus palatinus*. Der *Ramus praetrematicus* läuft hinter *Hyomandibel* und *Opercularkopf*, dicht über der Arterie des *Zungenbeinbogens* in der Vorderwand der ersten Kiemenspalte zur Schleimhaut. Die feinen *Rami pharyngei* versorgen die Schleimhaut der *Pharynxtasche* medial hinter dem Spritzloch; der *Ramus palatinus* zieht unter der *Carotis* im *Carotiskanal* des *Parabasale* nach vorn und geht endlich in den *Ramus palatinus facialis* über. Der letzte Rest des *Glossopharyngeus* anastomosiert mit dem caudalen Zipfel des *Ganglion facialis (Pars mandibularis)*.

*N. vagus*. Der *Vagus* entspringt mit fünf deutlich voneinander getrennten Wurzeln lateral aus dem caudalen Teil der Hinterhirnbasis. Die große vordere Wurzel, die dem Lateralissystem zugehört, tritt direkt dorsal vom *Glossopharyngeus*ursprung aus dem Hirn und nimmt eine Anastomose von diesem Nerven auf. Die Lateralisfasern sind sowohl im Ursprungsgebiet wie im weiteren peripheren Verlauf von den Elementen des übrigen *Vagus* mit Sicherheit abtrennbar. Wurzel II und III sind sehr fein, ihre Fasern stellen das Hauptkontingent für die *Pars branchialis vagi*. Die voluminöse vierte Wurzel geht zum größten Teil in die *Pars dorsalis vagi* über, ihr kleinerer Teil verschmilzt früh mit der zarten fünften Wurzel zur *Pars intestinalis vagi*. Die genannten drei Teile des eigentlichen *Vagus* sind im wesentlichen gut gegeneinander abgrenzbar, doch besitzen sie zahlreiche Anastomosen; auch mußte die Deutung einzelner Elemente bei dem vorliegenden Material zuweilen unsicher bleiben. Nach ihrem Austritt aus dem Gehirn haben die Faserkomplexe der einzelnen Wurzeln folgende Anordnung: Am meisten lateral liegen die Lateraliselemente, d. h. die Wurzel I; diesen schließen sich medial die Dorsalisfasern, d. h.

Wurzel IV, an, sie sind bereits hier in eine Anzahl einzelner Bündel gespalten. Ventral vom Dorsalis befinden sich die Fasern der Wurzel III und ventrolateral von diesen die der Wurzel II. Beide vereinigen sich später zur Pars branchialis. Schon hier, innerhalb des Schädels, schließt sich ein kleiner Teil von Wurzel III untrennbar der Pars dorsalis an. Am meisten medial finden sich die Fasern der Wurzel V, die sehr bald mit einem ansehnlichen Teil der Pars dorsalis verschmelzen und dann als Pars intestinalis vom übrigen Nervenkomplex deutlich getrennt

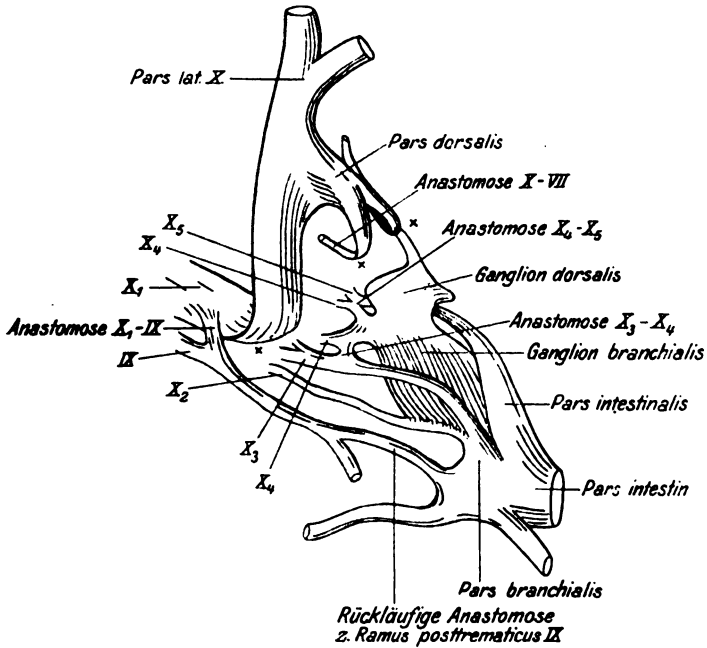


Fig. 18. Ursprungsverhältnisse und Anfangsverzweigungen des Nervus vagus. Laterale Ansicht.

bleiben. In der geschilderten Anordnung treten die Vagusteile durch die Dura und liegen nun dem hintersten Teile der caudalen Ohrkapselkuppe medial dicht an. Die Pars dorsalis wird jenseits der Dura so gleich ganglionös, die Pars branchialis sehr bald darauf. Beider Ganglienmassen sind im vorderen Teil durch den Lateralis so getrennt, daß das Dorsalisganglion dorsal, das Branchialisganglion ventral von diesem Nervenstamm liegt. In der Mitte verschmelzen sie zu einem einheitlichen Komplex, während sie im caudalen Teil wieder getrennt erscheinen, und zwar hier durch die Fasermassen der Pars intestinalis. Die innigen Beziehungen zwischen dorsalem und branchialem Vagus- teil werden noch verstärkt durch ein kräftiges Faserbündel, das von der

Pars branchialis, den Intestinalteil und das Dorsalganglion kreuzend, zum Ramus dorsalis zieht. In dieser Anordnung erreicht der Vaguskomplex das Foramen vagi und tritt an die Außenseite des Schädels, wo die einzelnen Stämme sich sogleich voneinander trennen, um gesondert ihren peripheren Lauf anzutreten. Die Pars dorsalis zieht durch den oberen, vorderen Schlitz des Foramen vagi aufwärts, ihr schließt sich ein Teil des Lateralis an, um zu den Sinnesorganen der Quercommissur und des ihr benachbarten Teils des Hauptseitenkanals zu gelangen. Dieser Teil des Lateralis besitzt sein eigenes Ganglion, doch waren seine Fasern von denen der Pars dorsalis vagi nicht immer zu scheiden. Diese selbst führt sowohl sensible wie motorische Elemente, mit denen sie den Recessus dorsalis spiraculi, die Gegend der Quercommissur und den Musculus Retractor hyomandibulae et opercularis versorgt. Außerdem besitzt sie eine rückläufige Anastomose zum Ramus hyoideus facialis. Der Hauptstamm des Lateralis wird nach seiner vollständigen Lösung vom übrigen Vagus ganglionös und teilt sich dann bald in einen stärkeren lateralen und einen feineren dorsalen Ast, die in der üblichen Weise caudal weiterlaufen. Die Pars intestinalis schickt einen kräftigen Ramus anastomoticus zur Pars branchialis, der sie sich bald darauf, ganglionös anschwellend, in ganzer Breite dorsal dicht anlegt, und mit der sie, wie es scheint, ganz verschmilzt. Ein selbständiger, mächtiger Ramus intestinalis ist erst nach Abgabe aller Nerven für das Kiemenbogengebiet wieder festzustellen. Die Pars branchialis, die also von der Pars intestinalis eine Strecke weit nicht zu trennen ist, versorgt mit Rami prae- und posttrematici die zweite bis vierte Kiemenpalte und mit feinen Rami pharyngei die Schleimhaut des Pharynx.

Spinooccipitalnerven. Der Vollständigkeit halber sei hier noch einmal kurz der Spinooccipitalnerven gedacht. Die Verhältnisse wichen bei den untersuchten Exemplaren im wesentlichen nicht von den für das erwachsene Tier beschriebenen ab. Es bestanden jederseits drei ventrale und zwei dorsale Wurzeln. Letztere werden sogleich nach ihrem Austritt aus dem Schädel ganglionös und nehmen Verbindungszweige von den entsprechenden ventralen Wurzeln auf. Nervus I besitzt nur eine ventrale Wurzel, Nervi II und III sowohl ventrale wie dorsale Wurzeln. Die ventrale Wurzel des Nervus II zeigte bei dem jüngsten Tier insofern eine Besonderheit, als sie mit zwei deutlich getrennten Wurzelbündeln aus dem Rückenmark entsprang. Diese Wurzeln bleiben während ihres Verlaufes innerhalb des Schädels getrennt, vereinigten sich im Durchschnitt durch das Os occipitale und waren dann nicht mehr voneinander unterscheidbar. Über die Beziehungen der Nerven zum Schädel wurde bereits das Wesentliche bei Beschreibung der Occipitalregion gesagt.

### Kritische Erörterung einiger Eigentümlichkeiten.

Der Schädel von Polypterus besitzt insofern besonderes Interesse, als er von dem der übrigen lebenden Knochenganoiden wesentlich verschieden ist. Er ist in dieser Fischgruppe mit sonst typisch kielbasischem Schädelbau der einzige Vertreter mit ausgesprochen plattbasischem Schädel. Nun muß nach Gaupp eine gewisse Tropibasie für primär gehalten werden, ja, Veit stellt den tropibasischen Schädel sogar neben den plattbasischen. Immerhin neigt heute noch die Mehrzahl der Autoren dazu, in dem plattbasischen Schädel den phylogenetisch älteren Typus zu sehen. Ob die Untersuchungen von Fuchs über die Schädelentwicklung von *Chelone imbricata* als eine neue Stütze dieser Anschauung betrachtet werden dürfen, ist zum mindesten fraglich, da ontogenetische Vorgänge zweifellos nicht ohne weiteres als Beweis für phylogenetische Verschiebungen herangezogen werden können. Es muß demnach noch offen bleiben, ob Polypterus als ältere, primitive Form seinen näheren Verwandten, *Amia* und *Lepidosteus*, gegenübergestellt werden darf, als eine Schädelform, deren Weiterentwicklung nicht in der Linie der Teleostier liegt, sondern die eher eine Mittelform darstellt zwischen gewissen Selachiern und den Amphibien, wie das von Pollard und Budgett angenommen wurde.

Occipitalregion. Wesentliches Interesse beansprucht der eigenartige Bau der Occipitalregion. Was zunächst die Frage nach der Zahl der hier dem Schädel assimilierten Wirbelelemente betrifft, so ist es klar, daß in den für die vorliegende Untersuchung verfügbaren Stadien die Verschmelzung der einzelnen Teile zu weit vorgeschritten ist, um ein sicheres Urteil hierüber zu gestatten. Indessen gibt der Vergleich mit Budgetts Abbildungen interessante Aufschlüsse über die Entstehung der Occipitalregion bei Polypterus. Das von Budgett beschriebene Stadium (30 mm) zeigt nämlich an die Ohrkapsel anschließend eine große Lücke, durch die nicht nur der Vagus, sondern auch der von uns als  $z^v$ , von Budgett als XI aufgeführte Nerv hindurchtreten. Der caudal vom diesen Nerven gelegene Skeletteil aber ist unverkennbar ein Wirbelbogen, dessen Knorpel sich, das Vagusloch überbrückend, bis weit in die Labyrinthregion hinein vom Ohrkapselknorpel getrennt verfolgen läßt. Diese Darstellung bestätigt die Vermutung, welche sich bei Betrachtung der im vorangehenden geschilderten Verhältnisse aufdrängt, daß nämlich das Dach der Occipitalregion einen modifizierten Wirbelbogen darstellt. (Vgl. auch die Fortsetzung des Ligament. longitud. superius bis in dieses Gebiet.) Den Schädelboden und zum Teil die Seitenwand dieser Gegend aber bilden bis zum Foramen  $z^v$  die Parachordalia, indem sie sekundär caudal auswachsen. Es steckt also im sogenannten Occipitalpfeiler bis zum Foramen  $z^v$  anscheinend

lediglich Parachordalknorpel, caudal von dieser Öffnung aber Wirbel-elemente, und zwar nur ein Wirbelbogen.

Die Assimilation dieses ersten Wirbels wird vermutlich infolge verschiedenartiger Einflüsse erfolgt sein. Mir scheint in dieser Hinsicht neben der Volumzunahme des Gehirns und der caudalen Ausdehnung des Parabasalknochens das Verhalten des Parachordalknorpels zur Aorta wesentlich. Die primordiale Bildung eines Aortenkanales im Os occipitale ist eine Eigentümlichkeit, die, soweit mir bekannt, bei keinem Fisch außer *Polypterus* beschrieben worden ist. Auch *Amia* hat bekanntlich einen Gefäßkanal im Occipitalknochen, aber durch diesen ziehen kleinere Gefäße zur dorsalen Längsmuskulatur. Ein knöcherner Aortenkanal im Hinterhaupt ist nach Sage mehl für die Gruppe der Cyprinoiden charakteristisch, aber auch diese Bildung kann mit dem Aortenkanal von *Polypterus* sicher nicht verglichen werden. Einmal besitzt *Polypterus* keinen Pharyngealfortsatz und auch weder starke untere Schlundzähne noch ein Webersches Gaumenorgan, wodurch diese Fortsatzbildung veranlaßt werden könnte (Sage mehl). Dann aber ist der Aortenkanal von *Polypterus* zweifellos knorpelig präformiert, während der der Cyprinoiden sehr wahrscheinlich durch Bindegewebsverknöcherung entsteht, wenigstens größtenteils, denn auch Nusbaum, dem zufolge der Pharyngealfortsatz aus den unteren Bogen des zweiten und dritten Wirbels entsteht (*Cyprinus carpio*), gibt an, daß die basale Knorpelanlage dieser Bogen sehr gering sei und ihre Verknöcherung größtenteils bindegewebig. Welches etwa bei *Polypterus* die mechanische Ursache dieser Kanalbildung sein könnte, ist mir bei dem vorliegenden Material nicht möglich gewesen, herauszufinden. Da sie aber bereits frühzeitig, und zwar vom caudalen Ende aus, entsteht (Budgett), so muß dadurch die Chorda in dieser Gegend bereits vor der Entwicklung von Wirbelkörpern derartig immobilisiert werden, daß die Einbeziehung der betreffenden Wirbelkörper in das Os occipitale fast selbstverständlich erscheint.

Die Figur 12 Pollards entspricht nicht den tatsächlichen Verhältnissen, ebensowenig wie die Angabe von Bridge. Der Aortenkanal wird ventral nirgends vom Parabasale geschlossen; dieses liegt dem Occipitalknochen in dieser Gegend lateroventral flügel-förmig an, und die Flügel beider Seiten sind in der ventralen Mittellinie durch eine Bindegewebsfuge getrennt, die, je weiter caudal, um so breiter wird, so daß die Enden des Parabasale sich nach hinten an den Seiten des Os occipitale in die Höhe ziehen. Dagegen decken sich meine Befunde mit den von Pollard in Fig. 24 und 25 dargestellten Verhältnisse. In der Höhe des Vagusaustrittes (Pollard, Fig. 23) bestehen allerdings wieder wesentliche Unterschiede zwischen Pollards Darstellung und meinem Befund, die aber vielleicht durch

den Altersunterschied der untersuchten Tiere erklärt werden. Pollards Abb. zeigt hier weder die Chorda, die bei den von mir untersuchten Exemplaren hier noch deutlich vorhanden war, noch die Knorpellücke der Basalplatte jederseits der Chorda, noch endlich den Knorpelstreifen, der dem Occipitalknochen hier median direkt unter der Chorda aufliegt. (Bei dem Tier von 55 mm Länge fehlte die deutliche Ausbildung der Knorpellücke.) Der Ansicht Allis', daß der den Aortenkanal einschließende Knochen „has every appearance of being wholly and purely of membrane origin“ und „would seem not to have been preformed in cartilage“, kann ich mich nicht anschließen. In dem jüngsten von mir untersuchten Stadium von 55 mm Länge zeigt der Parachordalknorpel noch deutlich ein flügelartiges Herabwachsen an der Seitenwandung der Aorta, wenn auch diese Knorpelflügel bereits weitgehend in Rückbildung begriffen und zum Teil schon durch Knochenstangen ersetzt sind. Median unter der Aorta liegt die caudale Verlängerung der vor der Bifurkation verschmolzenen Parachordalia, ebenfalls in Verknöcherung und Rückbildung begriffen. Die von dieser Knorpelleiste ausgehenden Knochenstangen wachsen denen an der Seitenwand des Aortenkanales entgegen und sind in den späteren Stadien völlig mit ihnen verschmolzen. Entgegen der Auffassung von Allis scheint mir demnach die Angabe von Budgett über eine Larve von 30 mm Länge durchaus dem zu entsprechen, was man für ein so junges Stadium erwarten würde. Budgett sagt: „Posteriorly the two lateral masses of cartilage“ (Parachordalia) „send wings ventrally, which meet and fuse below the dorsal aorta, enclosing it in a short canal which is roofed by the notochord itself.“

Gegebenaur hat nach Untersuchung von ausgewachsenen Polypteri die Ansicht geäußert, daß auf der Kopf-Rumpf-Grenze dieses Fisches ein ganzer Wirbelkörper zugrunde gegangen bzw. in der Entwicklung unterdrückt sei. Nach Gegebenaurs Beschreibung sitzt der zur Occipitalregion gehörige freie Wirbelbogen nicht eigentlich auf dem Os occipitale, sondern „ist mehr zwischen dem Occipitale laterale und dem folgenden Wirbel eingefügt“. Er besitzt ferner „eine kurze Fortsetzung unterhalb des Rückgratskanals, die dem Bogen eine nicht ganz vollständige Ringform gibt“. Auch Pollards Figur eines halberwachsenen Tieres von 21 cm Länge zeigt den Bogen an der von Gegebenaur beschriebenen Stelle (Pollard, Fig. 12). Bei den von mir untersuchten Exemplaren saß der Bogen größtenteils im Bereich des Os occipitale selbst, mit seinem caudalen Ende aber auf der Grenze zwischen Schädel und erstem freien Wirbel, und zwar reichte der Occipitalknochen ventral von der Chorda wesentlich weiter caudal vor als im dorsalen Teil. Hier hörte der Knochen bereits etwa in der Mitte der

Anlagerungsstelle des freien Bogens an die Chorda auf; anscheinend war dieses Zurückbleiben eben durch die Anlagerung des freien Bogens selbst bedingt. Am ausgesprochensten war dieser sozusagen intervertebrale Sitz des freien Wirbelbogens bei dem jüngsten der untersuchten Tiere. Irgendeine Andeutung eines zu diesem Bogen gehörigen Körpers war nicht vorhanden. Es fragt sich nun, ob jener hinterste, wirbelkörperliche Teil des Os occipitale, dem der freie Occipitalbogen auf- bzw. ansitzt, nicht doch den ursprünglich zu diesem Bogen gehörigen Körper darstellt. Ich halte das für sehr unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß der freie Bogen mit dem in Rede stehenden Teil des Schädelbodens keinerlei direkten Zusammenhang hat, vielmehr durchweg bindegewebig von ihm getrennt bleibt, während im Bereich der ausgebildeten Wirbelsäule Bogen und Körper jedes Wirbels eine zusammenhängende Knochenmasse bilden. Anzunehmen, daß der Bogen sich sekundär von seinem Körper getrennt habe, liegt keinerlei Anlaß vor, ja, eine solche Trennung wäre in diesem Gebiet der Immobilisierungs- und Verschmelzungsvorgänge kaum zu verstehen. Zudem zeigen die Wirbelkörper, welche sich dem Schädel sekundär anschließen, eine stärkere Reduktionstendenz als die Bogen. Das zeigen nicht nur die hier geschilderten Befunde, es geht auch sehr deutlich aus Budgetts Figur einer 30 mm langen Polypteruslarve hervor. Obwohl eine genauere Beschreibung der Occipitalregion bei Budgett leider fehlt, zeigt doch seine Fig. 4 deutlich das Fehlen der bereits ein Segment weiter caudal vorhandenen knorpeligen Andeutung des späteren Wirbelkörpers, nämlich der lateralen und ventralen Fortsätze, im Bereich des typisch ausgebildeten ersten Wirbelbogens. An der Wirbelkörpurnatur des hintersten Occipitalbodenteils kann wohl kaum gezweifelt werden, andererseits ist die Zusammengehörigkeit desselben mit dem freien Occipitalbogen aber unwahrscheinlich. Mit Rücksicht auf Budgetts schon mehrfach erwähnte Figur dürften sich die Verhältnisse wohl am ehesten folgendermaßen interpretieren lassen: Der zu dem wirbelkörperartigen, caudalen Abschnitt des Occipitale gehörige Bogen ist der im Occipitalpfeiler steckende. Der freie Occipitalbogen besitzt keinen Wirbelkörper, es scheint, daß dieser bereits frühzeitig in der Ontogenese unterdrückt wird, denn bereits im Stadium von 30 mm Länge scheint jede Andeutung desselben verloren gegangen zu sein. In der gesamten Occipitalregion von Polypterus wäre demnach nur ein vollständiger diskreter Wirbel und ein Wirbelbogen ohne Körper nachzuweisen. Über den Verbleib dieses Körpers konnte leider nichts festgestellt werden. Sein Fehlen selbst aber ist interessant genug, als eine der vielen Tatsachen, die für eine Verschiebung der Kopf-Rumpf-Grenze in der Wirbeltierreihe sprechen. Da gerade in neuester Zeit wieder die Meinung ausgesprochen wurde, daß diese Grenze konstant sei (Jaekel, Frosiep), so erscheint



es nicht unwesentlich, auf Befunde dieser Art immer wieder hinzuweisen. Die Kopf-Rumpf-Grenze der kiemenatmenden Gnathostomen ist eine fließende, sie bildet sich noch jetzt unter dem Einfluß der Funktion, wie das erst kürzlich wieder von Veit betont wurde.

**Labyrinthregion.** In der Labyrinthregion ist vor allem das völlige Fehlen eines Prooticum bemerkenswert.

Am Boden dieser Region verdient die Entstehung des rostralen Teiles, welcher das Dach des Cavum sacci vasculosi bildet, Beachtung.

Streng genommen gehört dieser Teil des Schädelbodens gar nicht der Labyrinthregion an, denn es ist ziemlich sicher, daß die Chorda niemals bis zur Spitze dieser sattellehnenartigen Bildung reichte. Vielmehr scheint es, daß sie mindestens am hinteren Ende der Fenestra basicranialis anterior aufhörte. Diese Vermutung gewinnt noch größere Wahrscheinlichkeit durch Budgetts Befund bei einem 30 mm langen Exemplar: „In front of the notochord the floor of the cranium is formed merely of membrane, the bases of the lateral walls of the cranium being widely separated by a very large fontanelle in the posterior region of which lies the hypophysis. The hypophysis is not at this stage enclosed in a special pocket of the cranial wall or ‚sella turcica‘, but curving backwards lies close under the hind end of the mid-brain (separated from it by a thin membrane) and above the dermis of the roof the mouth.“ Auch bei dem jüngsten der hier beschriebenen Tiere ist das Dach des Cavum sacci vasculosi ja noch größtenteils membranös, wenn auch schon im Begriff, von seiner rostralen Kante her zu verknorpeln. Nach Traquairs und Pollards Angaben verknöchert dieser Vorderrand später, und zwar vom Sphenoid aus. Das ganze Cavum sacci vasculosi ist also eine sekundäre Bildung am Schädel, anscheinend hervorgerufen durch die zunehmende Größe des Saccus vasculosus, vielleicht um dieses weiche, blutreiche Gebilde vor dem Drucke des über ihm lagernden Gehirns zu schützen.

Ähnliche Vorgänge sind von Schleich für die Entstehung des Daches des Augenmuskelkanals von Lachs und Forelle beschrieben worden. Nun ist der hintere Augenmuskelkanal der Teleostier wie der von *Amia* oder, wie Allis annimmt, wenigstens dessen hintere Hälfte, dem Cavum sacci vasculosi von *Lepidosteus* und *Polypterus* zweifellos homolog. Und es ist nicht ohne Interesse, diese Übereinstimmung in der Bildungsweise unter völlig verschiedenen mechanischen oder funktionellen Bedingungen festzustellen.

Eine eigentliche Trigemino-facialiskammer als laterale Erweiterung der Schädelhöhle, wie sie von *Lepidosteus* und *Amia* bekannt ist, besitzt *Polypterus* nicht. Der im vorangehenden so bezeichnete Raum liegt vielmehr völlig außerhalb des Cavum cranii an der Außenseite des Schädels im hintersten Teil der Orbita. Die Ganglien-

masse des Trigemino-facialiskomplexes ist hier also ähnlich gelagert wie bei Selachiern. Allerdings findet sich bei den Selachiern zum Teil ein knorpeliger Orbitalboden, der Polypterus fehlt. Boden und Seitenwand seiner Trigemino-facialiskammer bildet der aufsteigende Querflügel des Parabasale. Nur an einer Stelle, unmittelbar vor dem Foramen faciale, besteht eine Knorpelbrücke lateral von dem Ganglion und bildet so eine kleine Facialiskammer am Primordialschädel selbst. Es soll auch durch die Bezeichnung „Trigemino-facialiskammer“ hier lediglich die funktionelle, nicht die morphologische Übereinstimmung der in Frage stehenden Räume angedeutet werden. Die kammerartige Umschließung des Trigemino-facialisganglions kommt bei Polypterus ja auch keineswegs durch ein relatives Zurückwandern der Ganglienmasse in den Schädel infolge Schwundes eines Orbitalbodens zustande (Veit), sondern ist lediglich eine Folge der Verschiebungen, die hier auf der Grenze von Labyrinth- und Orbitotemporalregion eintreten. Indem die Ohrkapsel mit ihrer vorderen Kuppe weit in die Orbitalregion sich vorschiebt, überdacht sie einfach die hier an der Schädelaußenwand liegende Ganglienmasse, und das Parabasale vervollständigt dann die Kammerbildung.

Nur der kleine, als Facialiskanal beschriebene Raum an der Außenseite des Schädels, welcher die Vena jugularis und den Ramus palatinus facialis mit einem Teil seines Ganglions beherbergt, könnte als ein dem hinteren Teil der Trigemino-facialiskammer von *Lepidosteus homolagus* Gebilde betrachtet werden. (Damit eine eigentliche Trigemino-facialiskammer zustande käme, müßte vor allem der Knorpel der Schädel-seitenwand zwischen den Foramina facialis, trigemini und ophthalmici profundi schwinden, dafür aber die Knorpelspange, welche den Facialiskanal äußerlich abschließt, eine entsprechende Verbreiterung in rostraler Richtung erfahren. Davon ist jedoch, wie auch Pollards Figuren zeigen, auch bei älteren Tieren nicht die Rede.)

Das Sphenoticum ist insofern beachtenswert, als es keine reine Ersatzverknöcherung darstellt. Allgemein ist das Sphenoticum ja als primordiales Knochens zu betrachten, wobei jedoch nicht ausgeschlossen erscheint, daß es bei Teleostiern durch Ausdehnung gegen das Integument hin die Oberflächenstruktur typischer Deckknochen annehmen kann (Gaupp). Schleip und Böker haben es bei Lachs und Forelle als reine Ersatzverknöcherung beschrieben. Bei dem vorliegenden Material war es, wie erwähnt, vom Postfrontale nicht deutlich zu trennen. Dabei muß, wegen der vorgeschrittenen Entwicklung in den untersuchten Stadien, offenbleiben, ob etwa der ganze Knochen seine Entstehung einem Übergreifen des Postfrontale auf den Knorpelschädel verdankt, oder ob die Verschmelzung beider Teile eine sekundäre ist, wie es nach den vorliegenden Serien den Anschein hat.

**Orbitotemporalregion.** In der Orbitotemporalregion ist die eigenartige Bildung der Supraorbitalspanne zu erwähnen. Leider war es nicht möglich, aus den vorliegenden Stadien ein Urteil über die Ursache dieser Erscheinung zu gewinnen. Bei Betrachtung eines Einzelstadiums liegt vielleicht der Gedanke nahe, daß dem mächtig entwickelten Temporalmuskel, der durch die Lücke hindurch seine Fixation am *Os frontale* sucht, diese Lückenbildung zuzuschreiben sei. Da die Lücke aber auch bei einem Tier von 30 mm Länge bereits in gleicher Ausdehnung besteht, während sich nur erst Andeutungen der Deckknochen finden (Budgett), so dürfte diese Erklärung aufzugeben sein. Es müssen auch hierfür weitere Untersuchungen abgewartet werden.

Das Sphenoid ist bei *Polypterus* ein Mischknochen. Sein größerer caudaler Abschnitt entsteht durch typische perichondrale Ossifikation; der kleinere rostrale Teil ist anscheinend eine reine Membranverknöcherung, die von ihrem Vorderrande aus fortschreitet. Die Grenze zwischen beiden Komponenten scheint in einer Linie zu liegen, die vom Hinterrande des Foramen opticum schräg nach vorn oben zum vorderen Ende der supraorbitalen Knorpellücke aufsteigt. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß sie im ventralen Teil noch etwas weiter caudal liegt, denn Budgetts Figur einer 30-mm-Larve zeigt eine große Fenestra optica, die von der Nasenkapsel an bis zur Mitte zwischen Opticus- und Oculomotoriusöffnung reicht und das Carotisforamen mit einschließt. Zweifellos ist aber dieser vordere Teil des Sphenoids keine Deckknochenbildung, etwa ein Fortsatz des *Os frontale* nach abwärts, wie Agassiz (zitiert nach Pollard) meinte und wie es, in modifizierter Weise, auch Pollard selbst angibt. Die Grenze zwischen Frontale und Sphenoid ist überall absolut scharf, ein Übergreifen der Frontale auf den Schädelknorpel oder auf das Sphenoid ist mit Sicherheit auszuschließen. Traquairs überaus sorgfältige Untersuchung hatte ihn auch hier bereits die Verhältnisse richtig erkennen lassen.

**Ethmoidalregion.** In der Ethmoidalregion fehlt auffallenderweise noch jede Andeutung einer Ersatzverknöcherung, während dieselben am ganzen übrigen Schädel bereits vollständig und in großer Ausdehnung vorhanden sind. Nur bei den ältesten der untersuchten Tiere waren die ersten Spuren einer perichondralen Verknöcherung auf der Außenseite des hinteren Teiles der Nasenkapsel, in Schnitthöhe des Palatingelenkes, zu erkennen. Es handelt sich hier um den Knochen, der von Traquair als Praefrontale, von Pollard als Ektethmoid beschrieben wurde. Von einem Mesethmoid war keine Spur vorhanden.

**Figurenerklärung.**

- Fig. 1. Primordialschädel von dorsal gesehen.  
 Fig. 2. Primordialschädel von ventral gesehen.  
 Fig. 3. Primordialschädel von lateral gesehen.  
 Fig. 4. Primordialschädel von medial gesehen.  
 Alle vier Figuren gezeichnet nach einem Wachsplattenmodell, Vergrößerung 1 : 12,5.
- Fig. 5. Querschnitt durch den hintersten Teil der Occipitalregion in Höhe des freien Occipitalbogens.  
 Fig. 6. Querschnitt durch die Occipitalregion in Höhe des Foramen vagi.  
 Fig. 7. Querschnitt durch den hintersten Teil der Labyrinthregion in Höhe des Vagusursprunges.  
 Fig. 8. Querschnitt durch die Labyrinthregion in Höhe des Hyomandibulargelenkes.  
 Fig. 9. Querschnitt durch die Labyrinthregion in Höhe des Foramen faciale.  
 Fig. 10. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion, wenig rostral vom Foramen faciale.  
 Fig. 11. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion.  
 Fig. 12. Querschnitt durch den vorderen Teil der Labyrinthregion, nur wenig rostral vom vorangehenden.  
 Fig. 13. Querschnitt durch den hinteren Teil der Orbitotemporalregion.  
 Fig. 14. Querschnitt durch den mittleren Teil der Orbitotemporalregion.  
 Fig. 15. Querschnitt durch den vorderen Teil der Orbitotemporalregion.  
 Fig. 16. Querschnitt durch den hinteren Teil der Nasenkapsel, in Höhe des Palatingelenkes.  
 Fig. 17. Querschnitt durch den vorderen Teil der Nasenkapsel.  
 Fig. 18. Ursprungsverhältnisse und Anfangsverzweigungen des Nervus vagus. Laterale Ansicht. Nach graphischer Rekonstruktion stark vergrößert und schematisiert. Die einzelnen Nervenzweige sind in der Zeichnung in vertikaler Richtung etwas auseinandergezogen; an den mit × bezeichneten Stellen ist das am meisten lateral gelegene Bündel dorsal in die Höhe geklappt, um die medial davon liegenden Teile sichtbar zu machen.
- Fig. 19. Medianer Längsschnitt durch das Neurocranium.  
 Graphische Rekonstruktion, Vergrößerung 1 : 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>.
- Fig. 20. Ursprungsverhältnisse und Anfangsverzweigungen der Hirnnerven.  
 Graphische Rekonstruktion, schematisiert. Vergrößerung 1 : 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>.
- Fig. 19 und 20 befinden sich auf Tafel XVII.
- Fig. 5—17 sind exakte Querschnittsbilder, Vergrößerung 1 : 22. Nur in der Ausführung wurde der leichten Übersichtlichkeit halber schematisiert. Grobe Punktierung bedeutet Knorpelgewebe, mittlere Zentralnervensystem, feine Bindegewebe, ganz feine Muskulatur. Knochen sind schwarz dicht gezeichnet, Epithel zum Teil gestrichelt. Nerven im Längsschnitt gestrichelt, im Querschnitt punktiert. Ganglien grob punktiert. Blutgefäße sind nur umrandet.

**Literaturverzeichnis.**

1. Allis, E. Ph. jr., The Lateral Sensory Canals of *Polypterus bichir*. Anatomischer Anzeiger 17. 1900.
2. — The Cranial Muscles and Cranial and first Spinal Nerves in *Amia Calva*. Journal of Morphology, Vol. XII. 1897.



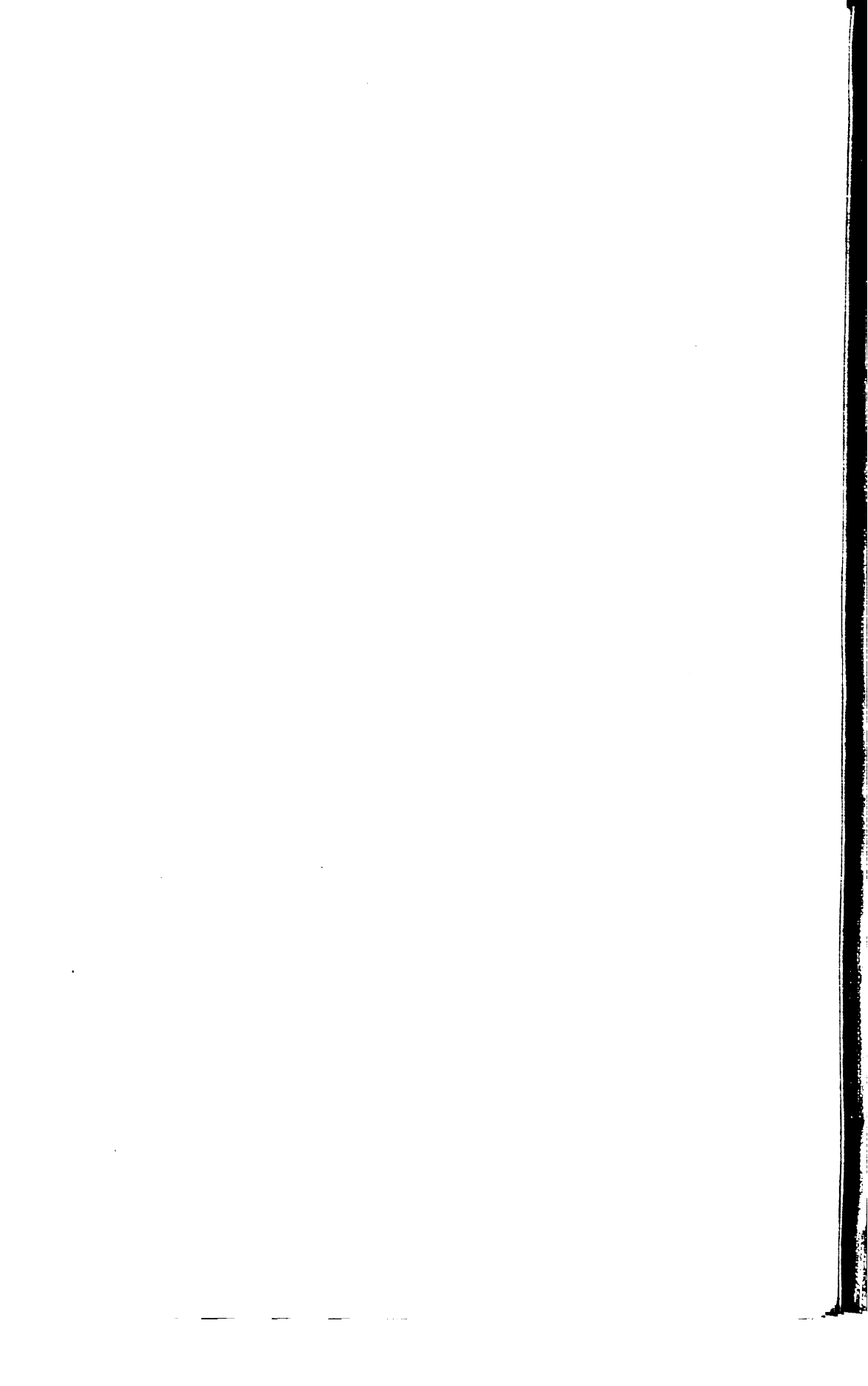


3. — The Pseudobranchial and Carotid Arteries in Polypterus. Anatomischer Anzeiger **33**. 1908.
4. — The Premaxillary and Maxillary Bones and the Maxillar and Mandibular Breathing Valves of Polypterus bichir. Anatomischer Anzeiger **18**. 1900.
5. — The Pituitary Fossa and Trigemino-facialis Chamber in Selachians. Anatomischer Anzeiger **46**. 1914.
6. — The Trigemino-facialis Chamber in Amphibians and Reptiles. Anatomischer Anzeiger **47**. 1914—1915.
7. Bender, O., Die Schleimhautnerven des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus. Semon, Zoolog. Forschungsreisen. 1906.
8. Böker, H., Der Schädel von *Samo salar*. Anat. Hefte **49**, Heft 147/148.
9. Bridge, T. W., Some Points in the Cranial Anatomy of Polypterus. Birmingham. Philos. Soc., Vol. VI, part I. 1886.
10. Budgett, J. S., On the Structure of the Larval Polypterus. Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. XVI, part VII. 1902.
11. Froriep, A., Die occipitalen Wirbel der Amnioten im Vergleich zu denen der Selachier. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1905.
12. — Diskussionsbemerkung zu O. Jäkel: Über den Bau des Schädels. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1913.
13. Fuchs, H., Über einige Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Entwicklung des Kopfskelettes von *Chelone imbricata*. (Material Voeltzkow.) Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1912.
14. Fürbringer, M., Über die spinooccipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie. Festschrift für Carl Gegenbaur **3**. 1897.
15. Gaupp, E., Die Entwicklung des Kopfskelettes. Handbuch der Entwicklungslehre, herausg. v. O. Hertwig, **3**. 1905.
16. — Über den Nervus trochlearis der Urodelen und über die Austrittsstellen der Gehirnnerven aus dem Schädelraum im allgemeinen. Anatomischer Anzeiger **38**. 1911.
17. Gegenbaur, C., Über die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. Festschrift für A. v. Kölliker, Leipzig. 1887.
18. — Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Heft 3. Das Kopfskelett der Selachier. Leipzig. 1872.
19. Jäkel, O., Über den Bau des Schädels. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1913.
20. Kerr, J. G., The Development of Polypterus senegalus Cuv. The Work of J. S. Budgett. Cambridge. 1907.
21. Müller, Joh., Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Abhandl. d. Königl. Akademie d. Wissensch. zu Berlin. 1844.
22. Nusbaum, J., Entwicklungsgeschichte und morphologische Beurteilung der Occipitalregion des Schädels und der Weberschen Knöchelchen bei den Knochenfischen. (*Cyprinus carpio* L.) Anatomischer Anzeiger **32**. 1908.
23. Pansch, B. A., Die peripheren Nerven des Hechtes. Anatomischer Anzeiger **35**. 1910.
24. Pollard, H. W., On the Anatomy and Phylogenetic Position of Polypterus. Zoolog. Jahrbücher **5**. 1892.
25. Retzius, G., Das membranöse Gehörorgan von Polypterus bichir Geoffr. und *Calamoichthys calabricus*. Biolog. Untersuchungen. Stockholm. 1881.
26. Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. I. Das Cranium von *Amia calva*. II. Das Cranium der Characiniden. III. Das Cranium der Cyprinoiden. Morpholog. Jahrbuch **9**, 1884; **10**, 1885; **17**, 1891.

- 408 Charlotte Lehn: Beitrag zur Kenntnis des Primordialschädels von Polypterus.
27. Schleip, W., Die Entwicklung der Kopfknochen bei dem Lachs und der Forelle. Anat. Hefte **23**. 1904.
  28. Schneider, H., Über die Augenmuskelnerven der Ganoiden. Inaug.-Diss. Jena. 1881.
  29. Schreiner, K. E., Einige Ergebnisse über den Bau und die Entwicklung der Occipitalregion von Amia und Lepidosteus. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. **72**. 1902.
  30. Traquair, R. H., On the Cranial Osteology of Polypterus. Journal of Anatomy and Physiology von Humphry and Turner, Vol. V. 1871.
  31. Veit, O., Über einige Besonderheiten am Primordialcranium von Lepidosteus osseus. Anat. Hefte **33** 1907.
  32. — Beiträge zur Kenntnis des Kopfes der Wirbeltiere. I. Die Entwicklung des Primordialcranium von Lepidosteus osseus. Anat. Hefte **44**, Heft 1. 1911.
  33. — Zur Theorie des Wirbeltierkopfes. Anatomischer Anzeiger **49**. 1916.
  34. Waldschmid, J., Beitrag zur Anatomie des Zentralnervensystems und des Geruchsorgans von Polypterus bichir. Anatomischer Anzeiger, **2. Jahrg.** 1887.
  35. Wiedersheim, R., Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 7. Auflage. 1909.
  36. van Wijhe, J. W., Visceralskelett und Nerven des Kopfes der Ganoiden und von Ceratodus. Niederländ. Archiv f. Zoologie **5**. 1882.









UNIVERSITY OF MINNESOTA  
biom.per bd.2  
stack no.161

Zeitschrift f ur menschliche Vererbungs-



3 1951 002 766 071 V



Minnesota Library Access Center

9ZAR05D10S01TIV