

II 90052 / 109,4

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ÖSTERR. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE  
DENKSCHRIFTEN, 109. BAND, 4. ABHANDLUNG

---

# ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER FORM DER MENSCHLICHEN GLIEDMASSEN

VON

F. HOCHSTETTER

WIRKL. MITGLIED D. ÖSTERR. AKAD. D. WISS.

(MIT 6 TEXTBILDERN UND 6 TAFELN)

GEDRUCKT MIT HILFE EINER SPENDE DER  
PERLMOOSER ZEMENTWERKE A. G.

WIEN 1952

IN KOMMISSION BEI SPRINGER-VERLAG WIEN  
ÖSTERREICHISCHE STAATSDRUCKEREI



# ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER FORM DER MENSCHLICHEN GLIEDMASSEN

VON

F. HOCHSTETTER

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 5. JUNI 1952

## Einleitung

Wenn ich daran gegangen bin, eine ausführliche Abhandlung über diesen Vorgang zu schreiben, so bin ich dazu hauptsächlich durch das veranlaßt worden, was in den verschiedenen deutschen Lehr- und Handbüchern der Entwicklungsgeschichte über die Entwicklung der menschlichen Gliedmaßen geschrieben steht. Denn es ist das zumeist so beschaffen, daß sich weder der Student noch auch der angehende Forscher ein auch nur einigermaßen zutreffendes Bild von den sich dabei abspielenden Vorgängen zu verschaffen in der Lage ist. Es hängt dies vor allem damit zusammen, daß das Bildmaterial, an der Hand dessen die Schilderungen erfolgten, wenn es sich um Zeichnungen handelte, mehr oder weniger schlecht, oder wenn es Lichtbilder betraf, diese für den Zweck, dem sie dienen sollten, nicht ausreichten, oder schlecht erklärt wurden. Ich habe ja seinerzeit meinen Fachkollegen, das für eine gute Unterweisung in der Morphogenese des menschlichen Körpers nötige Material an Lichtbildern im sogenannten von Möllendorf ins Leben gerufenen Bildarchiv zur Verfügung gestellt. Auch hatte ich schon vorher über Anregung des Kollegen Elze, der damals in Innsbruck einige meiner tadellos erhaltenen und in Schnittreihen zerlegten Keimlinge für Keibels Normentafeln bearbeitet hatte, eine Anzahl von vergrößerten Lichtbildern menschlicher Keimlinge, die mir zum Teil auch von anderen Kollegen, wie von C. Rabl, A. Fischel und Braus, zur Herstellung solcher Bilder zur Verfügung gestellt worden waren, in einem Bilderbuch bei Bruckmann in München veröffentlicht.

In dem Bildarchiv wurden 56 die Entwicklung der Körperform betreffende Bilder, mit Hilfe derer natürlich auch die frühen Entwicklungsstufen der Gliedmaßen gezeigt werden konnten, gebracht. Dieser Reihe waren dann zehn weitere Bildertafeln angeschlossen, welche die Gliedmaßen von Keimlingen zwischen 20·2—46·6 mm S. St. Länge betrafen und den weiteren Entwicklungsgang der Gliedmaßen dieser Keimlinge veranschaulichten. Einzelne dieser von mir veröffentlichten Bilder wurden ja dann auch von den Lehrbuchschreibern verwendet, aber durchaus nicht viele.

Was aus den Bilderbeständen des Bildarchives geworden ist, habe ich nie mehr in Erfahrung bringen können. Sicher ist nur, daß viele oder die meisten Bildarchivbilder sowie die Bilder meines bei Bruckmann erschienenen Bilderbuches während des zweiten Weltkrieges der Zerstörung anheimfielen und also nicht mehr verwendet werden konnten. Zum Glück ist den in meinem Besitze befindlichen Negativen aller dieser Bilder nichts geschehen. Dabei hat sich meine Bildersammlung inzwischen nur noch weiter vermehrt, denn ich hatte das Photographieren, auch nach meiner Pensionierung bis zum Brande

des Wiener anatomischen Institutes, fortgesetzt. So konnte ich Fischel, als er sein Lehrbuch schrieb, für dasselbe eine Reihe wirklich guter Lichtbilder zur Verfügung stellen. Leider hat er dieselben, worauf ich später noch zurückkommen werde, nicht richtig verwendet. Denn seine Darstellung der Gliedmaßenentwicklung läßt sehr viel zu wünschen übrig.

Die mangelhafte Darstellung der Gliedmaßenentwicklung in den Lehrbüchern hat aber auch noch einen anderen Grund, nämlich den, daß ihre Verfasser zur Charakterisierung bestimmter Formverhältnisse Worte wählten, die diesen Zweck in keiner Weise erfüllten<sup>1</sup>. Das aber hängt auch wieder damit zusammen, daß diese Verfasser die vorliegenden Formen nur nach Abbildungen beschrieben haben, an welchen man nur die frei sichtbaren Flächen der Gliedmaßenanlagen und auch diese nicht immer ganz gut zu überblicken vermag, aber keineswegs erfahren kann, wie die der Körperoberfläche zugewendeten Oberflächenabschnitte dieser Anlagen aussehen. Dabei kommt dann bei den Beckengliedmaßen als besonders störender Faktor noch hinzu, daß bei der Herstellung von reinen Seitenansichten der ganzen Keimlinge niemals richtige Seitenansichten der Beckengliedmaßen resultierten, sondern lediglich Schiefansichten von ihnen zustande kamen, die ein Erkennen ihrer wahren Formverhältnisse kaum ermöglichte. Da ich dies aber, als ich mich selbst an die Beschreibung der Gliedmaßenanlagen machte, sogleich erkannte, wählte ich den einzigen zu voller Klarheit führenden Weg und stellte vor allem von den Gliedmaßen der Keimlinge, welche zu jung waren, als daß man ihnen, ohne sie schwer zu beschädigen, diese hätte abtrennen können, Plattenmodelle her und konnte mir auf diese Weise eine gute Vorstellung ihrer wahren Form verschaffen und ebenso machte ich es mit den Anlagen der Beckengliedmaßen. Es war dies keine kleine Arbeit. Denn ich war gezwungen, da mir die mustergültige, von mir seinerzeit mit Hilfe der Firma Zeiß für diese Zwecke hergestellte Apparatur des zweiten anatomischen Institutes, die nach dem Brande desselben zerstört worden war, nicht mehr zur Verfügung stand, diese Modelle mit den primitiven Mitteln, die ich vor 65 Jahren für diesen Zweck benutzt hatte, herzustellen und so das angestrebte Ziel zu erreichen.

---

Der jüngste von mir auf seine Gliedmaßenanlagen hin untersuchte Keimling meiner Sammlung war der Wi 7 von 3·2 mm größter Länge (vgl. Abb. 1 Taf. 1). Die seitlich schwach bogenförmig vorspringende, die Anlage der Brustgliedmaße darstellende Leiste, hatte eine Länge von ungefähr 0·6 mm. Sie erstreckte sich dabei über die Länge von ungefähr 5 Ursegmentbreiten, was insofern nicht ganz sicher festzustellen war, als sich die Leiste kaudal rasch niedriger werdend ohne Grenze in die gut ausgeprägte sogenannte Wolffsche Leiste fortsetzte. Die letztere aber übergang dann wieder, und zwar ziemlich unvermittelt, in die Anlage der Beckengliedmaße, die weniger einer Leiste, als vielmehr einem seitlich vorspringenden ovoiden Wulst von 0·4 mm Länge ähnlich sieht. Dieser Wulst war scharf gegen die ziemlich breite Anlage des Schwanzes abgesetzt und sprang seitlich wesentlich stärker vor als die Leiste, welche die Anlage der Brustgliedmaße repräsentiert. Derselbe

---

Was soll sich z. B. ein Student dabei vorstellen, wenn Corning auf S. 214 seines Lehrbuches die Anlagen der Gliedmaßen als „stummelförmige Fortsätze des Rumpfes“ bezeichnet; oder Fischel auf S. 776 seines Buches diese als „knospen-, später stummelförmig“ schildert; oder wenn Peter in der von ihm vollständig neubearbeiteten 6. Auflage des Bonnetschen Lehrbuches unter Hinweis auf die Abb. 120 die „kurzen schaufelförmigen Extremitätenhöcker“ aus der Wolffschen Extremitätenleiste hervorgehen läßt und auf S. 160 unter Hinweis auf Abb. 121, welche meinen Keimling Chr 1 betrifft, die Anlagen von Hand und Fuß als „schaufel- oder plattenförmig“ bezeichnet, obwohl die Gliedmaßenanlagen dieses Keimlings weder abgeplattet waren noch auch die entfernteste Ähnlichkeit mit irgendeiner Schaufel hatten. Freilich hatte vor ihm schon Corning die distalen Abschnitte der Gliedmaßenanlagen, die sogenannten „Hand- und Fußplatten“ als „schaufelförmige Verbreiterungen“ dieser Anlagen hingestellt.

erstreckte sich über die Länge von etwa 6 Ursegmentbreiten, die etwas schmaler waren als die Ursegmentbreiten des Cervicalgebietes. Wie der Augenschein lehrt (vgl. Abb. 1), waren die Beckengliedmaßenanlagen des Keimlings Wi 7 voluminöser als die Anlagen seiner Brustgliedmaßen.

Anscheinend etwas älter wie der Wi 7 war der Keimling Wi 10, dessen gleichfalls in 10facher Vergrößerung hergestelltes Lichtbild in Abb. 2 auf Taf. 1 wiedergegeben ist. Er hatte eine größte Länge von 3·8 mm, war etwas stärker gekrümmt wie der Wi 7 und dabei auch ein wenig spiralig gedreht. Bei seiner Freilegung ließ sich seine Schwanzanlage nicht völlig von den sie bedeckenden Resten des Amnions befreien. Die Abbildung zeigt die schiefe Dorsalansicht der einen Brustgliedmaßenanlage und ihre Beziehung zu den ihr benachbarten Ursegmenten, sowie ihre unmittelbare Fortsetzung in die Wolffsche Leiste, an welcher sich dem Keimling Wi 7 gegenüber nichts geändert hatte. Die Ursegmentgrenzfurche ist bei dem Wi 10 auch noch nicht schärfer ausgeprägt wie bei dem Wi 7. Die in einem flachen Bogen vorspringende leistenförmige Brustgliedmaßenanlage tritt seitlich nur ein ganz geringes stärker hervor wie bei dem Wi 7. Sie erstreckte sich über die Länge von 6 Ursegmentbreiten und war ungefähr 0·7 mm lang. Jedenfalls hat man bei der Betrachtung der Abb. 2 den Eindruck, als würde sich die Wurzel der leistenförmigen Extremitätenanlage kopfwärts in ventraler Richtung etwas von der Reihe der Ursegmente entfernen. Während auf der einen Seite des Keimlings der quer durchtrennte Stiel des Dottersackes aufscheint, sieht man an der entsprechenden Stelle der anderen Seite, dort wo das Schwanzende des Keimlingkörpers kopfwärts umgebogen ist, den Wulst der Beckengliedmaßenanlage etwas und das Ende der Schwanzanlage stärker vorspringen.

Der nächste Keimling, von dem ich ein brauchbares Lichtbild besitze, war der FÜ 1, der eine größte Länge von 3·86 mm aufwies. Auch bei ihm (vgl. Abb. 3) war das kaudale Körperende kopfwärts so aufgebogen, daß es mit seinem Beckenteil an die eine Seite der Nabelstranganlage zu liegen kam und das Ende der Schwanzanlage der Lebergegend der Bauchwand anlag. Dabei war dieses Ende gegen die ventrale Seite der leistenförmig vorspringenden Brustgliedmaßenanlage gerichtet. Die letztere hatte eine Länge von 1·06 mm und einen ganz schwach und ziemlich gleichmäßig gekrümmten bogenförmigen Rand, welcher fast rein nach der Seite hin gerichtet war. Wie sich diese Anlage zu den Ursegmenten verhielt, ließ sich leider nicht mehr ermitteln. Nur daß dieselbe ohne Grenze in die Wolffsche Leiste übergang und sich die letztere kaudal unmittelbar in die wulstförmig vorspringende Beckengliedmaßenanlage fortsetzte, zeigt die Abb. 3 auf das deutlichste. Dabei ist diese Anlage dorsal durch die hier schon sehr gut ausgeprägte Ursegmentgrenzfurche und gegen die Schwanzanlage scharf abgegrenzt, zeigt aber an ihrem kaudalen Ende eine leichte, aber doch ziemlich ausgeprägte ventral gerichtete Ausladung.

Etwas weiter entwickelt, wie bei dem Keimling FÜ 1, erscheinen die Gliedmaßenanlagen des Keimlings No 3 meiner Sammlung, der eine größte Länge von 4·6 mm hatte. Seine Brustgliedmaßenanlage hatte (vgl. die Abb. 4 a) noch immer die Gestalt einer ziemlich rein nach der Seite hin gerichteten, bogenförmig begrenzten und mit abgerundetem Rande versehenen platten Leiste, die kaudal ohne Grenze in die Wolffsche Leiste übergang, aber auch kranial keineswegs scharf abgegrenzt war. Der Rand dieser leistenförmigen Anlage war allerdings schon etwas stärker gekrümmt, wie bei dem Keimling FÜ 1. Die Leiste sprang also seitlich schon etwas stärker vor. Auch war ihr Rand nicht mehr ganz gleichmäßig gekrümmt. Sie hatte nämlich ihren längsten Breitendurchmesser von 0·4 mm etwas kaudal von ihrer Mitte, während ihre Wurzel eine Länge von 1·1 mm hatte. Noch aber ist im Gebiete der Brustgliedmaßenanlage die Ursegmentgrenzfurche nicht deutlich ausgeprägt. Dies zeigt die Abb. 4 b, welche eine reine Seitenansicht der anderen Seite des No 3 wiedergibt. Bei der Betrachtung dieses Bildes hat man nun freilich den Eindruck, als wäre die Wurzel der Gliedmaßenanlage dieser Seite wesentlich kürzer als die der in Abb. 4 a wiedergegebenen, welche die Ventralansicht der Gliedmaßenanlage betrifft. In der Tat ist das

jedoch keineswegs der Fall. Der Eindruck ist nämlich dadurch hervorgerufen, daß die Extremitätenanlage durchaus nicht scharf gegen die Wolffsche Leiste abzugrenzen ist, sondern allmählich in sie übergeht. Dieses Übergangsstück ist nun an der Abb. 4 a gut zu sehen, während es an der Abb. 4 b nicht recht zur Geltung kommt.

Auch bei dem No 3 war sein Beckenende mit der Schwanzanlage ähnlich eingestellt wie bei dem Fü 1, nur war dieselbe etwas länger wie bei dem letzteren und stand in Berührung mit dem Herzbuckel. Dabei war aber nur die eine Beckengliedmaßenanlage sichtbar. Sie erschien wieder als ein länglicher Wulst, der seitlich gerichtet war und gegen sein Schwanzende zu kaum merkbar etwas auslud und dessen Wurzel eine Länge von 0.73 mm hatte.

Ganz ähnlich wie bei dem Keimling No 3 verhielten sich die Gliedmaßenanlagen auch bei dem stärker gekrümmten, weniger gut erhaltenen To 1 meiner Sammlung. Und auch bei dem ausgezeichnet erhaltenen Keimling Ha 4, der eine größte Länge von 4.8 mm hatte und von dem mir nicht nur ein sehr gutes, bei 5facher Vergrößerung hergestelltes Lichtbild seiner Seitenansicht, sondern auch je ein Modell seiner Brut und seiner Beckengliedmaße vorliegt, zeigten diese Anlagen ganz ähnliche Verhältnisse wie bei dem No 3. Die Wurzel der Brustgliedmaßenanlage erstreckte sich über 5 Ursegmentbreiten, und war 0.84 mm lang, während ihr Querdurchmesser 0.3 mm betrug. Dabei machte es bei der Betrachtung des Lichtbildes den Eindruck, als würde ihr bogenförmiger Rand kaudal von seiner Mitte noch etwas stärker ausladen wie bei dem No 3 (vgl. Abb. 4 b), eine Ausladung, deren tatsächliches Vorhandensein durch das später angefertigte Modell bestätigt wurde. Dabei zeigte dieses Modell auch, daß die nun nicht mehr als Leiste sondern nun schon als Platte zu bezeichnende 0.28 mm dicke Anlage an ihrer Wurzel ein klein wenig ventralwärts abgelenkt war.

Die Wurzeln der beiden wulstförmigen Beckengliedmaßenanlagen waren 0.8 mm lang und erstreckten sich über 6 Ursegmentbreiten, doch ließ sich an ihren kaudalen Abschnitten noch keine deutliche Ausladung wahrnehmen.

Wesentlich weiter entwickelt wie bei den im Vorausgehenden besprochenen waren, wie dies das in Abb. 5 wiedergegebene Lichtbild seiner Seitenansicht zeigt, die Gliedmaßenanlagen des Keimlings Hie 4, der eine größte Länge von 5.49 mm hatte. Die Abbiegung des Beckenendteiles seines Körpers war etwas weniger stark als bei dem Ha 4 und dem No 3. Dabei berührte seine der Nabelstranganlage seitlich dicht anliegende Schwanzanlage mit ihrem Ende nicht nur den Herzbuckel, sondern zielte auch noch gegen die Lebergegend der Bauchwand. Die früher schon als eine stark vorspringende, plattenförmige, bogig begrenzte Leiste erschienene Brustgliedmaßenanlage, war nun in eine mit einem gebogenen abgerundeten Rande versehene, verdickte Platte umgebildet, die an ihrer Wurzel etwas dicker ist als in der Nähe ihres freien Randes. Dabei ist diese Platte nicht mehr hauptsächlich nach der Seite, sondern sehr viel mehr ventralwärts und etwas kaudal gerichtet. Leider war der kraniale Anfangsteil ihres Randes, was man sofort erkennt, wenn man das Bild mit der Lupe betrachtet, abgebrochen, weshalb ich über diesen nichts bestimmtes auszusagen vermag. Wahrscheinlich dürfte er ziemlich geradlinig verlaufen sein. Jedenfalls aber sind seine ventral und kaudal gerichteten Teile ziemlich stark gekrümmt, während sein kurzes dorsales Endstück fast geradlinig verlief, und die jetzt in dieser Gegend auch schon gut ausgeprägte Ursegmentgrenzfurche fast erreichte. Über die Länge der Brustgliedmaßenwurzel läßt sich nichts ganz bestimmtes aussagen. Sie erstreckt sich über etwas mehr als 4 Ursegmentbreiten und dürfte eine Länge von 0.9 mm gehabt haben. Sie lag ganz nahe der Ursegmentgrenzfurche, entfernte sich aber an ihrem kranialen Ende etwas von ihr. Dabei hat man aber (vgl. Abb. 5) den Eindruck, als würde auch der Streifen zwischen ihr und der Ursegmentgrenzfurche mit zu ihr gehören. Der Defekt des kranialen Randes der Anlage bedingt, daß die Distanz zwischen dem Sinus cervicalis und der Gliedmaßenwurzel besonders groß erscheint, ein Faktum, durch das ich eigentlich erst auf diesen Defekt aufmerksam wurde. Hervorheben muß ich hier auch noch, daß bei diesem Keimling keine Spur der Wolffschen Leiste mehr zu entdecken war.

Um ein ganz geringes weiterentwickelt wie der Hie 4 war der Keimling Fr 1, dessen Seitenansicht in Abb. 6 wiedergegeben ist. Er hatte eine größte Länge von 5·9 *mm*. Leider war er bei der Herstellung des Lichtbildes hauptsächlich von der kaudalen Seite her beleuchtet worden, so daß der kraniale Teil der Wurzel seiner Brustgliedmaßenanlage völlig im Schatten lag. Da ich jedoch von seinen beiden Gliedmaßenanlagen Plattenmodelle angefertigt hatte, kann ich sagen, daß seine Brustgliedmaßenanlagen nicht mehr plattenförmig waren, sondern an ihrem ungefähr elliptisch begrenzten Wurzeldurchschnitt einen Querdurchmesser von 0·6 *mm* und einen Längsdurchmesser von 1·1 *mm* hatten, während der Querdurchmesser ihres mittleren Teiles 0·51 *mm* betrug und erst gegen ihren abgerundeten Rand zu etwas an Länge abnahm. Dabei war ihre Wurzel dorsal und kaudal durch eine Rinne und ventral durch eine spitzwinkelige Furche gegen die Leibeswand zu abgegrenzt, während sie kranial ohne deutliche Grenze in die Leibeswand übergang. Der Rand der Anlage aber war nicht gleichmäßig gebogen, sondern seine Biegung war in kranio-kaudaler Richtung über seine Hälfte hinaus ganz schwach, um dann rasch stärker zu werden, und sich schließlich in seinem kaudal gerichteten Abschnitte wieder ganz abzuschwächen. Danach war der Gipfelpunkt seiner Krümmung ventral und etwas kaudal gerichtet, wie dies auch die Abb. 6 sehr gut zeigt. Dabei war die frei sichtbare Oberfläche der Anlage allenthalben schon gewölbt und nur ihre mediale der Leibeswand zugewendete Fläche, besonders in der Nähe ihrer Wurzel, ziemlich eben. Es geht also in dem Falle der Brustgliedmaße des Fr 1 keineswegs an, von einer plattenförmigen Ausladung der Leibeswand zu sprechen. Die Ausladung hatte vielmehr eine gewisse Ähnlichkeit mit dem distalen Teil einer dem Mundhöhlenboden anliegenden Menschenzunge.

Was nun die Beckengliedmaßenanlage des Fr 1 anbelangt, so wölbte sich dieselbe seitlich und schwanzwärts schon stärker vor wie die gleiche Anlage des Hie 4 und endete mit einer stark abgerundeten Spitze (vgl. Abb. 6), die auch medial den Grund der die Anlage von der Leibeswand trennenden Furche um 0·06 *mm* überragte. Wie gleichfalls die Abb. 6 zeigt, übergang die Seitenfläche der Anlage dorsal und kranial ohne scharfe Grenze in die Oberfläche der Leibeswand. Daß der Beckenendteil des Fr 1 nicht so stark kopfwärts aufgebogen war wie der des Hie 4, sei hier nur nebenbei bemerkt. Trotzdem war die Spitze seiner Schwanzanlage seiner Stirne ganz nahe gerückt.

Der nächste Keimling Apf 7, das Lichtbild seiner Seitenansicht ist in Abb. 7 wiedergegeben, hatte eine größte Länge von 6 *mm*. Er war insofern stärker gekrümmt wie die Keimlinge Hie 4 und Fr 1, als seine Nackenbeuge besonders ausgeprägt war, was zur Folge hatte, daß der Stirnteil seines Kopfes der einen Beckengliedmaßenanlage ganz nahe gerückt erschien, daß weiter das Ende seines Schwanzes die Seitenfläche seines Kopfes berührte und ferner, daß der zwischen beiden Riechgruben befindliche Oberflächenteil seines Kopfes mit dem Herzbuckel in Berührung stand. Seine Brustgliedmaßenanlage hatte insofern an Umfang zugenommen, als sie in ventro-kaudaler Richtung gegen das Gebiet zu vorgewachsen war, in welchem die Leberanlage die seitliche Bauchwand vorzuwölben begann. Dabei hatte auch der Längendurchmesser ihrer Wurzel zugenommen. Er betrug 1·2 *mm*, während ihr Querdurchmesser 0·48 *mm* lang war. Die Wurzel erstreckte sich über 5 Ursegmentbreiten, wobei sie aber das kaudale Ende des letzten von diesen Ursegmenten nicht mehr erreichte. Auch reichte diese Wurzel dorsal nur im Bereiche der mittleren drei von diesen bis an die Ursegmentgrenzfurche heran, während sie sich sowohl kranial als kaudal von ihnen etwas von dieser Furche entfernte. So kommt es, daß ihre frei sichtbare, nur schwach vorgewölbte Oberfläche kaudal etwas schmaler, kranial aber etwas breiter und hier (vgl. Abb. 7) in Form eines rasch niedriger werdenden und sich dabei verbreiternden Wulstes mit der Oberfläche der seitlichen Leibeswand zusammenhing, bzw. in dieselbe übergang. Der freie abgerundete Rand, der gegen ihre Wurzel zu stärker verdickten zungenförmigen Anlage war ungleichmäßig stark gebogen. Und zwar zeigte sowohl sein kranial gerichteter Abschnitt, ebenso wie sein kaudal gerichteter, die schwächste Krümmung, während seine Krümmung dort

am stärksten ausgeprägt war, wo das freie, seitlich von Herz und Leberbuckel gelegene Ende der Anlage in ventro-kaudaler Richtung am stärksten vorragte.

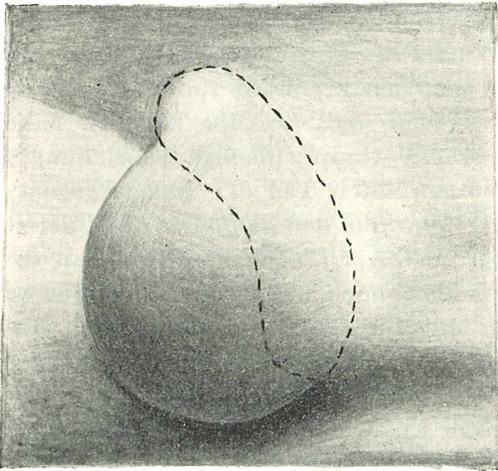
Die Beckengliedmaßenanlage erscheint, wie dies ein Vergleich der Abb. 7 mit der Abb. 6 zeigt, mächtiger ausgebildet wie bei dem Fr 1. Ihr leicht zugespitztes, aber abgerundetes Ende erscheint auf der einen Seite (vgl. Abb. 7) der Stirngegend genähert, doch mehr nach der Seite hin gerichtet, während die Beckengliedmaßenanlage der anderen Seite durch die Wurzel des Nabelstranges und den Schwanz seitlich stark abgedrängt war. Die Wurzel der Beckengliedmaßenanlage erstreckte sich über eine Länge von ungefähr 1.2 mm. Doch war ihre kraniale Grenze wie die Abb. 7 zeigt, keineswegs scharf ausgeprägt, weil sich hier diese Wurzel in Form eines ziemlich breiten, rasch niedriger werdenden Wulstes in die seitliche Leibeswand fortsetzte.

Aufmerksam machen will ich hier auch noch darauf, wie scharf bei dem Apf 7 die Ursegmentgrenzfurche ausgeprägt ist und wie auch bei ihm, ebenso wie bei den Keimlingen Hie 4 und Fr 1, nicht die geringste Spur eines Restes der Wolffschen Leiste mehr zu sehen ist. Wenn also Fischel (1929) in seine Abb. 211, 213 und 214 diese mit „GL“ bezeichnete Leiste hat einzeichnen lassen, so kann ich dazu nur sagen, das Papier ist geduldig. Dabei konnte ihm ja doch unmöglich verborgen geblieben sein, daß an seinen Abb. 210 und 212, welche Reproduktionen der Lichtbilder meiner Keimlinge Fr 1 und Pie 1 betreffen, von der Wolffschen Leiste keine Spur mehr zu sehen ist.

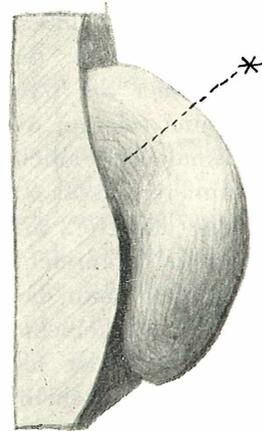
Leider muß ich hier auch darauf hinweisen, daß Blechschmidt (1950) in seiner Abhandlung „Die frühembryonale Formentwicklung der Gliedmaßen (Entwicklung der Extremitäten beim Menschen, Teil II)“ auf S. 604 in Abb. 6 zwei Konturzeichnungen eines menschlichen Keimlings von 6 mm Scheitelsteißlänge (?) gebracht hat, der ungefähr gleich weit entwickelt sein konnte, wie mein Keimling Apf 7. An der links stehenden Zeichnung hat er dann eine ganz schwache, mit „x“ bezeichnete dorsal gerichtete Ausladung des Brustgliedmaßenanlagenrandes für den „embryonalen Ellbogen“ und eine noch weniger deutliche, mit „y“ bezeichnete Ausladung des Beckengliedmaßenrandes für das „embryonale Knie“ erklärt (vgl. auch seine Schemata der Abb. 8 b und c 1 auf S. 608). Er hat jedoch, soweit ich sehen konnte, nirgends auseinandergesetzt, wie er auf diese Idee verfallen konnte. Aus meinen weiter unten folgenden Ausführungen wird der Leser ersehen, daß Blechschmidts den embryonalen Ellbogen und das embryonale Knie betreffenden Annahmen vollständig abwegig sind.

Wieder etwas weiter entwickelt wie bei dem Apf 7 waren (vgl. Abb. 8) die Gliedmaßenanlagen des Keimlings No 4, der eine größte Länge von 6.6 mm hatte. Es ist das vor allem an der Länge der zungenförmigen Brustgliedmaßenanlage zu erkennen, die gemessen von der Mitte der dorsalen Grenzlinie ihrer Wurzel bis zum ventral am stärksten vorspringenden Abschnitt ihres Randes, bei dem Apf 7 annähernd 0.9 mm betrug, während bei dem No 4 die gleiche Entfernung schon 1.2 mm lang war. Dabei hatte die Anlagenwurzel des No 4 eine Länge von 1.3 mm. Auch hatte sich dieselbe im ganzen, besonders aber in ihrem kaudalen Abschnitte, von der Ursegmentgrenzfurche etwas entfernt, wobei ich bemerken muß, daß die letztere in ihrem kranialen Abschnitt zu verschwinden im Begriff war. Natürlich geht die frei sichtbare Oberfläche der Wurzel der Gliedmaßenanlage ohne scharfe Grenze in die Oberfläche der seitlichen Leibeswand über. Bei genauerer Betrachtung der Abb. 8 sieht man ferner, daß sich die Anlage gegen ihr ventro-kaudal gerichtetes Ende zu ein wenig verschmälert und daß ihr kaudaler Rand in den kaudal gerichteten Oberflächenabschnitt der Gliedmaßenwurzel übergeht. Was man jedoch an dem Lichtbild der Abb. 8 nicht und nur an dem von mir angefertigten Plattenmodell der Anlage sehen kann, ist das Verhalten der Gliedmaßenanlage zur Leibeswand. Um dem Leser dieses Verhalten klar zu machen, habe ich die Textabb. 1 a und 1 b angefertigt. Die Textabb. 1 a zeigt die Seitenansicht des Modelles und in diese in Form einer punktierten Linie den Umriß der Gliedmaßenwurzel eingezeichnet, der nicht mehr elliptisch ist. Die Gliedmaßenwurzel hatte noch immer eine

Länge von 1.2 mm, während ihr Querdurchmesser schon 0.5 mm betrug. Die Anlage war also etwas dicker geworden. Die Textabb. 1 b zeigt die Ventralansicht des Modelles und infolgedessen die Flächenabschnitte der Anlage, die an der Seitenansicht unsichtbar sind. Da überrascht vor allem ein ventral gerichteter dreiseitig begrenzter Flächenteil\*, der dem kranialen Abschnitt der Anlage angehört. Der zweite an der Abbildung sichtbare Flächenabschnitt ist der Leibeswand zugewendet und gegen dieselbe so stark vorgewölbt, daß sie in ihrem proximalen, an die Gliedmaßenwurzel anschließenden Abschnitt die Leibeswand berührt und von ihr nur durch einen kapillaren Spalt getrennt ist. Diesen zeigt die



Textabb. 1 a. Seitenansicht des Modelles der linken Brustgliedmaßenanlage des Keimlings No 4 von 7.84 mm größter Länge. Die strichlierte Linie bezeichnet den Umriß der Gliedmaßenwurzel. Vergr. 33fach.



Textabb. 1 b. Ventralansicht des gleichen Modelles.

Abbildung ebenso wie, daß sich diese Fläche gegen den abgerundeten Rand der Anlage zu von der Leibeswand entfernt und daß infolgedessen die Gliedmaßenanlage gegen diesen Rand zu etwas dünner wird.

Auch die Beckengliedmaße des No 4 war wesentlich weiter entwickelt wie die des Apf 7. Sie endete auch (vgl. Abb. 8) mit einer schön abgerundeten Spitze. Ihre Seitenfläche war dorsal und schwanzwärts durch eine Furche abgegrenzt, die wie die Abb. 8 und das angefertigte Plattenmodell zeigte, kranialwärts verstreicht, so daß die frei sichtbare Oberfläche der Anlage ohne Grenze in die Oberfläche der Leibeswand übergang. Schwanzwärts wird die Furche, wie das Modell zeigt, allmählich immer tiefer und übergeht, indem sie die Wurzel umgreift, in die spaltförmige Furche, welche diese Wurzel von der Wurzel des Nabelstranges trennt und die dann schließlich auch kranial verstreicht. Die abgerundete Spitze der Gliedmaßenanlage überragte diese Wurzelgrenzfurche um 0.53 mm. Die Querschnitte der frei vorragenden Anlage sind elliptisch und die Ellipse des in der Ebene der Wurzelgrenzfurche geführten Durchschnittes hatte einen Querdurchmesser von 0.48 mm, während ihr Längsdurchmesser 0.96 mm betrug. Der frei vorragende Teil der Beckengliedmaßenanlage des No 4 hatte somit die Gestalt eines Zapfens mit elliptischer Basis und abgerundeter Spitze.

Der nächste Keimling Ho 2 hatte, an dem Lichtbilde der Abb. 9 gemessen, eine größte Länge von 6.13 mm. Danach schien er deshalb kürzer und deshalb auch jünger zu sein, wie die Keimlinge Apf 14 und No 4. In der Tat ist dies jedoch, wie auch das Studium der Abbildung lehrt, keineswegs der Fall. Der operativ gewonnene Keimling war nämlich offenbar schon bei der Operation oder nachher bei der Übertragung in die Fixierungsflüssigkeit so ver-

krümmt und torquiert worden, daß man an seinem Lichtbilde (Abb. 9), die eine Beckengliedmaßenanlage nur schief von der Seite und von dorsal her sieht, während von der anderen Anlage nur ein ganz kleiner dorsaler, seitlicher Teil sichtbar ist. Da aber die Torsion auch das Gebiet der Nackenbeuge betroffen hatte, erscheint die Brustgliedmaßenanlage des Keimlings nicht in reiner Seitenansicht, sondern in der Ansicht von ventral seitlich und etwas kaudal, also ein wenig gekürzt wiedergegeben. Während also bei den Keimlingen Apf 17 und No 4 die Wurzeln ihrer Brustgliedmaßenanlagen dorsal nur zum Teile (vgl. die Abb. 7 und 8) durch die Ursegmentgrenzfurche abgegrenzt erscheinen und kranial ihre seitlichen Flächen ohne Grenze und bei dem No 4 schon in ziemlicher Breite in die anschließende Körperoberfläche übergang, ist bei dem Ho 2 (vgl. Abb. 9) auch an dieser Stelle scheinbar eine von der Ursegmentgrenzfurche ausgehende, in ventraler Richtung verlaufende Furche wahrzunehmen, welche die Wurzel der Brustgliedmaßenanlage kranialwärts abzugrenzen scheint. Sieht man sich nun aber den kranialen Rand der Brustgliedmaßenwurzel genauer an, dann bemerkt man sogleich, daß derselbe ziemlich nahe der Anlagenwurzel eine seichte, aber deutlich ausgeprägte stumpfwinkelige Einziehung zeigt, die einen proximalen, ziemlich deutlich etwas vorgewölbten Teil der Anlage gegen einen anscheinend dünneren distalen Abschnitt abgrenzt. Was nun den kaudalen Rand der Brustgliedmaßenanlage des Ho 2 anbelangt, der ja bei dem Apf 7 noch ganz nahe an die Ursegmentgrenzfurche heranreichte und auch bei dem No 2 noch nicht sehr viel weiter von ihr entfernt war, so sieht man, besonders wenn man eine Lupe zu Hilfe nimmt (vgl. Abb. 9), daß dies bei dem Ho 2 keineswegs mehr der Fall war, sondern daß dieser Rand dorsal schon  $0.27\text{ mm}$  entfernt von der hier immer noch scharf ausgeprägten Ursegmentgrenzfurche endigte und daß der Zwischenraum zwischen diesem Ende und der Furche von einem ganz kurzen kaudal gerichteten Oberflächenabschnitt der Extremitätenwurzel ausgefüllt wird. Dieses scheinbare Ende des Gliedmaßenrandes aber ist durch eine leichte Einziehung bedingt, die im Bereiche der Gliedmaßenwurzel den distalen von einem hier noch ganz kurzen proximalen Gliedmaßenabschnitt abgrenzte. Und wenn man nun diese Einziehung durch eine Gerade mit der Einziehung des kranialen Gliedmaßenrandes verbindet, dann hat man damit auch den distalen Gliedmaßenabschnitt abgegrenzt, aus welchem in der Folge die sogenannte Handplatte gebildet wird. Begreiflicherweise ist an der Abb. 9 nichts von dem ventralwärts gerichteten Oberflächenabschnitt des proximalen Gliedmaßenteiles zu sehen, auf den bei der Schilderung der Verhältnisse des No 2 hingewiesen wurde, doch war derselbe, wie das Studium der Schnittreihe lehrte, bei dem Ho 2 natürlich auch vorhanden.

Was nun die an der Abb. 9 sichtbare Anlage der Beckengliedmaße des Ho 2 anbelangt, so hatte dieselbe anscheinend eine ganz abnorme, den gleichen Anlagen des No 2 und der etwas älteren Keimlinge (vgl. Abb. 10 und 11) völlig unähnliche Form, weshalb ich es auch unterlassen hatte, von ihr ein Plattenmodell anzufertigen.

Da sich in der Folge die Stellung der beiden Gliedmaßenanlagen und damit auch die ihrer Ränder ziemlich wesentlich ändert, sei schon jetzt hervorgehoben, daß der kraniale Rand der Brustgliedmaße ihr späterer radialer und ihr kaudaler ihr späterer ulnarer ist, während bei der Beckengliedmaße der kraniale Rand zum späteren tibialen und der kaudale Rand zum späteren fibularen wird. Ich werde deshalb im folgenden zur Bezeichnung dieser Ränder nur noch die Termini „radial“, „ulnar“ und „tibial“, „fibular“ verwenden.

Bei dem nächsten Keimling Sz 10, der eine größte Länge von  $7.2\text{ mm}$  hatte, der also wesentlich weiter entwickelt war wie der Ho 2, ragte die etwas abduzierte Brustgliedmaßenanlage seitlich besonders stark hervor und ist deshalb an der in Abb. 10 wiedergegebenen Seitenansicht des Keimlings nur in der Verkürzung zu sehen. Immerhin läßt sich bei der Betrachtung der Abbildung feststellen, daß der wesentlich breiter gewordene distale, sogenannte Handplattenabschnitt der Anlage dicker geworden ist, eine Verdickung, die vor allem durch eine Vorwölbung seiner dorsalen Fläche bedingt ist, aber doch auch seinen Rand betrifft. Ferner ist der sichtbare Teil des proximalen Gliedmaßenabschnittes länger

und umfangreicher geworden, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß derselbe sozusagen aus der Leibeswand herausgewachsen ist. Auch erscheint die Vorwölbung seines radialen an die Gliedmaßenwurzel anschließenden Randes, der schon bei dem Ho 2 zu erkennen war, stärker ausgebildet und gegen die anschließende Leibeswand durch eine stumpfwinkelige Furche abgegrenzt. Der ulnare Rand der Handplatte scheint nach dem, was die Abb. 10 zeigt, zu urteilen, unmittelbar in die seitliche Leibeswand überzugehen. Doch ist sicherlich auch bei dem Sz 10, sowie bei dem Ho 2 ein ganz kurzes Randstück des proximalen Gliedmaßenabschnittes vorhanden gewesen, das allerdings wegen der Gliedmaßenstellung nicht sichtbar sein konnte. Jedenfalls sieht man aber an der Abb. 10 ganz deutlich einen großen Teil der ventral gerichteten Oberfläche des proximalen Gliedmaßenabschnittes, obwohl derselbe zum Teil im Schatten liegt.

Die Beckengliedmaßen des Sz 10 haben eine ganz ähnliche Form wie die des No 4 (vgl. Abb. 10 mit Abb. 8). Ihre nicht sichtbare der Wurzel des Nabelstranges zugewendete Fläche ist fast ganz kopfwärts gerichtet. Die Anlage macht den Eindruck, als wäre sie fast ebenso voluminös wie die der Brustgliedmaße.

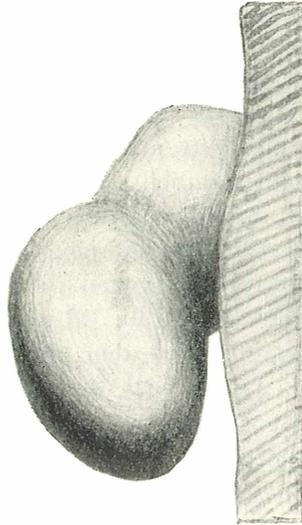
Wieder etwas weiter entwickelt wie bei dem Sz 10 waren die Gliedmaßenanlagen des Lu 2 meiner Sammlung, der eine größte Länge von 8.5 mm hatte. Ich bringe sein Lichtbild (Abb. 11) vor allem deshalb, weil es sich bei demselben nicht um eine reine Seitenansicht, sondern um eine Ansicht schief von der Seite und dorsal handelt, an der man das sieht, was ich dem Leser zeigen will. Man sieht nämlich an ihr, daß die Handplatte, auch an ihrer ulnaren Seite, so wie bei dem Ho 2, durch ein ganz kurzes proximales Randstück mit der seitlichen Leibeswand zusammenhängt und im übrigen der proximale Abschnitt der Anlage an seiner Wurzel dorsal durch eine Furche gegen die Leibeswand abgegrenzt wird, die kranial in die Furche übergeht, welche (vgl. Abb. 10) die Wurzel der kranialen Vorwölbung des proximalen Gliedmaßenabschnittes gegen den späteren Halsabschnitt der seitlichen Leibeswand des Keimlings abgrenzt. Leider liegt dieser Teil der Anlage im Schatten, so daß die Form der Vorwölbung nicht ganz hervortritt. Sehr gut aber ist die Größenzunahme der Handplatte, der des Ho 2 gegenüber, erkennbar und wie ihr radialer Rand schon recht scharf gegen den abgerundeten Rand des proximalen Anlagenabschnittes abgesetzt ist.

Ich habe das Bild übrigens auch noch aus einem zweiten Grunde gebracht. Es gibt nämlich eine gute Aufklärung über die Form, welche die Beckengliedmaßenanlage in diesem Entwicklungsstadium hat und die an der Abbildung des Sz 10 noch weniger gut zum Ausdruck kam. Sie hat nämlich so wie die des No 2 die Gestalt eines kegelförmigen in eine stark abgerundete Spitze zulaufenden Zapfens, der nach der Seite und etwas kranial gerichtet war und dessen Querschnitte ungefähr elliptisch begrenzt waren. Dabei war die an der Abbildung nicht sichtbare, dem Nabelstrang zugewendete Oberfläche der Anlage nur wenig gewölbt. Daß die eben geschilderte Form der Beckengliedmaßen für Keimlinge dieser Entwicklungsstufe charakteristisch ist, habe ich übrigens auch dadurch sichergestellt, daß ich von den Beckengliedmaßen des Chr 1 (von 7 mm gr. Länge) des A 3 (von 8.92 mm gr. Länge) und des Ho 1 (von 9 mm gr. Länge) Plattenmodelle hergestellt habe.

Fast gleich weit in der Entwicklung fortgeschritten wie der Lu 2 war auch der Mi 1, der eine größte Länge von 8 mm hatte. Ich bringe sein Bild nur deshalb, weil seine Gliedmaßenanlagen (vgl. Abb. 12 auf Taf. 2) und von ihnen wieder besonders die Brustgliedmaßen den Eindruck hervorrufen, als wären sie etwas unterentwickelt gewesen. Außerdem zeigte die in dem Lichtbilde sichtbare Brustgliedmaßenanlage eine Stellung, wie sie nur erst wieder bei dem E 24 (vgl. Abb. 14) wiederkehrte und sicher nicht typisch ist. Ihre dorsale Fläche ist nämlich so gewölbt, daß ihre an der Abb. 12 sichtbare Grenzlinie auf den dorsolateralen Teil der Leibeswand projiziert mit der Linie der Ursegmentgrenzfurche zusammenfällt. Dabei erscheint der Rand ihrer Handplatte schon deutlich verdickt.

Nur um ein ganz geringes weiterentwickelt wie die des Keimlings Lu 2 waren die Gliedmaßenanlagen des Ha 5, dessen Lichtbild seiner Seitenansicht die Abb. 13 a und das seiner

Dorsalansicht die Abb. 13 b wiedergibt. Er hatte eine größte Länge von 8.22 mm. Wie beide Bilder zeigen, wie das aber besonders an der Abb. 13 b zum Ausdruck kommt, stehen beide Handanlagen seitlich von der Leibeswand ziemlich stark ab, so daß begreiflicherweise ihr radialer Rand besonders weit von ihr entfernt ist, während das dorsale Ende ihres ulnaren Randes sich noch immer kaum von ihr entfernt hat und wie die Abb. 13 b auf das deutlichste zeigt, nur ein minimales Stück des proximalen Gliedmaßenabschnittes die Verbindung mit der seitlichen, frei sichtbaren Leibeswand herstellt. Es kommt dies auch an einem Modell, das ich von der einen Brustgliedmaßenanlage angefertigt hatte, gut zum Ausdruck. Das Modell zeigt außerdem auf das deutlichste, daß die etwas vorgewölbte Oberfläche des Handrückens des Ha 5 ohne Grenze in die gleichfalls gewölbte Oberfläche seines proximalen Gliedmaßenabschnittes übergeht. Sehr schön zeigt die Dorsalansicht des Keimlings (vgl. Abb. 13 b) die kraniale Vorwölbung des proximalen Gliedmaßenabschnittes, während an der Abb. 13 a kaum etwas von ihr wahrzunehmen ist. Sehr instruktiv ist das Modell auch



Textabb. 2. Ventralansicht des Modelles der rechten Brustgliedmaßenanlage des Keimlings Ha 5 von 8.22 mm größter Länge. Vergr. 33fach.

mit Rücksicht auf die mediale, zum Teil der Leibeswand zugewendete Fläche der Gliedmaßenanlage (vgl. Textabb. 2). Diese zerfällt nämlich in zwei ziemlich gut voneinander gesonderte Teile; nämlich in einen der Handanlage angehörigen, medial leicht vorgewölbten und in einen dem proximalen Gliedmaßenabschnitte angehörigen Teil, der dreiseitig begrenzt ist. Die eine Seite des Dreieckes wird (vgl. Abb. 13 a) von der leicht gebogenen Konturlinie des radialen Randes des proximalen Gliedmaßenabschnittes gebildet. Die zweite Seite liefert (vgl. Textabb. 2) die stumpfwinkelige Furche, welche medial die Wurzel des proximalen Gliedmaßenabschnittes gegen den ventralen Teil der seitlichen Leibeswand abgrenzt. Sie umgreift in einem ventral konvexen, nicht ganz gleichmäßig gekrümmten Bogen die Gliedmaßenwurzel und findet ihre Fortsetzung in dem rinnenförmigen Grunde der Spalte, der kaudal die Gliedmaßenwurzel umgreift und dorsal (vgl. Abb. 13 b), proximal vom ulnaren Rande der Handplatte endigt. Die dritte Seite aber bildet die seichte Furche (vgl. Textabb. 2), die an der Kerbe des radialen Gliedmaßenanlagenrandes beginnt, an der medialen Fläche dieser Anlage den proximalen Gliedmaßenabschnitt von der Handplatte sondert und sich kaudal mit der die Gliedmaßenwurzel umgreifenden Rinne vereinigt. Die Gliedmaßenwurzel des Ha 5 hatte einen Längsdurchmesser von 1.5 mm und einen größten Querdurchmesser von 1.2 mm.

Über die Verhältnisse der Beckengliedmaßenanlage orientiert einigermaßen die Abb. 13 a. Noch ist an dieser Anlage die Sonderung eines distalen von einem proximalen

Abschnitte nicht deutlich erkennbar. Nur zeigt die Dorsalansicht (vgl. Abb. 13 b) auf der einen Seite, im Bereiche der Anlagenwurzel an der Stelle, an welcher die Sonderung erfolgen dürfte, einen leichten Schatten. Bemerkenswert ist auch die Verdickung des distalen Randteiles der Anlage, die an dem Bilde der Seitenansicht des Keimlings aufscheint. Die Oberfläche der Anlage, die später zur *planta pedis* wird, ist kopfwärts gerichtet und befindet sich also die Anlage im Hinblick auf den fertigen Zustand in extremer Supinationsstellung. Noch immer hat man bei der Betrachtung des Lichtbildes des Ha 5 den Eindruck, als würden seine Beckengliedmaßen seinen Brustgliedmaßen an Volumen kaum nachstehen.

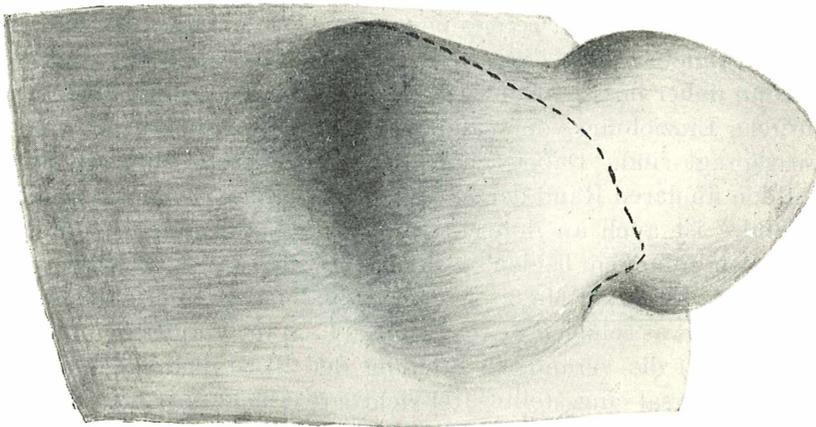
Das gleiche gilt vielleicht auch noch für den Keimling E 24 (vgl. Abb. 14), der eine größte Länge von 8·53 mm hatte und bei dem die Stellung seiner Beckengliedmaßenanlagen noch eine ganz ähnliche war, wie bei dem Ha 5. Was an der Handanlage dieses Keimlings auffällt, ist die Vorwölbung ihrer dorsalen Fläche, welche durch eine ganz seichte, parallel zu ihrem etwas verdickten, abgerundeten Rande verlaufende Rinne gegen diesen Rand abgegrenzt war. Im Vergleiche mit der Stellung der Handplatte des Ha 5 ragt die des E 24 stärker seitwärts vor und war also etwas weiter vom Leberbuckel entfernt, wie bei dem ersteren. Dies hat zur Folge, daß man bei dem E 24 (vgl. Abb. 14) einen Teil der ventral gerichteten Oberfläche des proximalen Brustgliedmaßenabschnittes sieht.

Nun hat bei dem E 24 an der Beckengliedmaßenanlage die Abgliederung des distalen Abschnittes von einem proximalen bereits begonnen. Wie nämlich die Abb. 14 zeigt, richtet sich die stark abgerundete Spitze dieser Anlage etwas schwanzwärts und stärker nach der Seite und man kann daher ihren tibialen Rand gut übersehen, sowie, daß an demselben zwei durch eine deutliche Einziehung voneinander getrennte Vorwölbungen, eine proximale und eine distale, ausgeprägt sind. Dabei scheint sich die letztere über die Spitze der Anlage hinweg auch auf den fibularen Rand der Anlage zu erstrecken. Und bei genauer Betrachtung des fibularen Randes ist auch an ihm eine deutliche Einbiegung zu erkennen.

Ich wende mich nun den beiden in den Abb. 15 a und 15 b wiedergegebenen Lichtbildern zu, welche den Keimling Ma 3, der eine größte Länge von 9·18 mm hatte, betreffen. Vor allem fällt an der etwas schiefen Seitenansicht (15 a) im Vergleiche mit der Seitenansicht des E 24 (vgl. Abb. 14) die veränderte Stellung der Brustgliedmaßenanlage auf. Ihre bei dem E 24 noch etwas dorsal eingestellte, frei sichtbare Fläche war beinahe ganz seitlich und wie die Abb. 15 b zeigt, nur wenig mehr dorsal gerichtet. Die Abgrenzung ihres proximalen Abschnittes gegen die etwas umfangreichere Handanlage ist überaus deutlich. Dabei ist auch der ganz kurze ulnare Randteil des proximalen Gliedmaßenabschnittes an der Abb. 15 a gut sichtbar. Kaum angedeutet aber erscheint an dem Bilde die seitlich und kranial gerichtete Vorwölbung dieses Abschnittes. Doch ist dieselbe, wie die Abb. 15 b zeigt, im Vergleiche mit der gleichen Ausladung des Ha 5 (vgl. Abb. 13 b) wesentlich stärker geworden und macht fast den Eindruck einer Schulter. Keibel hat (1910) diese Vorwölbung für den Ellbogen gehalten, denn er schreibt auf S. 78, indem er auf seine Abb. 50 des Ma 3 hinweist: „Der Ellbogen tritt besonders in der Dorsalansicht deutlich hervor.“ Die Vorwölbung hat jedoch, wie der Leser erfahren wird, mit der Bildung des Ellbogens nicht das geringste zu tun. Wohl aber spielt sie, wie ich an der Hand dessen, was man bei etwas älteren Keimlingen feststellen kann, bei der Bildung der Schulter eine nicht unwichtige Rolle. Besonders schön zeigt die Abb. 15 b, was auch schon an der Dorsalansicht des Ha 5 (vgl. Abb. 13 b) zu sehen war, daß sich die Wurzel der Brustgliedmaßenanlage von der nur noch sehr schwach ausgeprägten Ursegmentgrenzfurche entfernt hat, eine Entfernung, welche wohl nur durch ein vermehrtes Breitenwachstum des in Betracht kommenden Leibeswandabschnittes zu erklären ist. Was aber an der Dorsalansicht des Ma 3 ganz besonders auffällt ist, das an dem kurzen ulnaren Rande der proximalen Brustgliedmaßenabschnitte aufgetretene Knötchen, von dem bei dem Ha 5 an der entsprechenden Stelle noch keine Spur zu sehen war. Keibel hat schon im Jahre 1910 auf das, an der von ihm auf S. 79 reproduzierten, von mir hergestellten Dorsalansicht des Ma 3 sichtbare Knötchen, das mir damals natürlich längst bekannt war, hingewiesen.

Die Extremitätenwurzel hatte einen Längsdurchmesser von 1.2 *mm* und einen größten Querdurchmesser von 1 *mm*. Die ventral gerichtete, an der Abb. 15 a nur zum kleinsten Teil sichtbare Fläche des proximalen Gliedmaßenabschnittes läuft, auch wieder wie bei dem Ha 5, in den kaudalen Teil der Begrenzungsfurche der Gliedmaßenwurzel aus. Bemerkenswert ist auch, daß, wie das angefertigte Plattenmodell zeigt, die Furche, welche bei dem Ha 5 die mediale Fläche der Handanlage gegen die Oberfläche des proximalen Gliedmaßenabschnittes abgrenzt, bei dem Ma 3 viel weniger gut ausgeprägt war und besonders in ihrem kranialen Abschnitte nur noch als seichte Rinne erscheint, kaudal aber in die Begrenzungsfurche der Gliedmaßenwurzel ausläuft.

Was nun die Anlagen der Beckengliedmaßen des Ma 3 anbelangt, so ist bei ihnen die Sonderung in einen proximalen und einen scheinbar weniger voluminösen distalen Abschnitt wesentlich weiter fortgeschritten wie bei dem Ha 5. Dabei hat dieser distale Abschnitt eine Form angenommen, die für eine bestimmte Periode der Entwicklung, der auch der Ma 3 angehört, charakteristisch ist, auf die aber bisher kein Beobachter, auch Keibel nicht aufmerksam gemacht hat, obwohl ihm ja die Seitenansicht des Ma 3, die er auf S. 79 reproduziert hatte, zur Verfügung stand<sup>1</sup>. Er schreibt nämlich auf S. 80: „An den unteren Extremitäten



Textabb. 3. Vergr. 33 fach

sind die Fußplatten abgesetzt“, obwohl diese Absetzung bei dem Ma 3 noch keineswegs vollendet war. Bei ihm von einer Fußplatte zu sprechen, war durchaus nicht am Platze, weil nach dem, was ich feststellen konnte, der distale Abschnitt der Beckengliedmaße des Ma 3 und auch noch der etwas älterer Keimlinge durchaus nicht als plattenförmig bezeichnet werden kann.

Da ich an den zahlreichen Lichtbildern von Keimlingen, welche eine größte Länge von 8 bis 10 *mm* Länge hatten, über die wahre Form ihrer Beckengliedmaßen nicht ganz ins Reine kommen konnte und weil ich vor allem dem Leser ein gutes Bild dieser Form vorlegen wollte, habe ich von einigen mikrotomierten Keimlingen meiner Sammlung, bei welchen die Schnittrichtung eine einigermaßen günstige war, Plattenmodelle der Beckengliedmaßen angefertigt. Von diesen habe ich das am besten gelungene, welches die rechte Beckengliedmaße des Keimlings We 1 betrifft, der eine größte Länge von 8.66 *mm* hatte, in nebenstehender Textabb. 3 wiedergegeben. Bei der Betrachtung der Abbildung, welche nur die frei sichtbare Oberfläche der Gliedmaßenanlage und die des unmittelbar benachbarten Körperteiles wiedergibt, erkennt man sogleich, daß der distale Abschnitt der Anlage von ihrem proximalen

<sup>1</sup> Auch Corning ist (1925) die eigenartige Form der Beckengliedmaßen nicht aufgefallen, obwohl er dieselbe an seinem auf S. 106 in Fig. 18 wiedergegebenen Bilde eines Keimlings, dessen Alter er auf acht bis neun Wochen schätzte, recht gut wiedergegeben hat.

durch zwei gleich tiefe Einbiegungen ihres Randes abgegrenzt erscheint, von denen die ihres tibialen Randes etwas weiter proximal gelegen ist wie die ihres fibularen. Es springt also der abgerundete ziemlich dicke Rand der Fußanlage, die letztere ist übrigens auch ziemlich dick, denn ihr größter Dickendurchmesser beträgt  $0.66\text{ mm}$ , unmittelbar distal von diesen Einbiegungen ziemlich stark vor. Dabei ist der Rand der Fußanlage nicht kreisförmig, sondern, wie dies die Textabb. 3 zeigt, spitzbogenförmig begrenzt, ein Spitzbogen, dessen Spitze allerdings ziemlich abgerundet ist. Und so unterscheidet sich also der Rand und auch die ganze Form der Fußanlage des Keimlings We 1, und wie der Leser bei der genaueren Betrachtung der Abb. 15 a erkennen wird, auch die des Ma 3 ganz erheblich von der Form ihrer Handanlagen, die ja auch einen etwas verdickten aber annähernd kreisförmig begrenzten Rand besitzen<sup>1</sup>.

Was nun den sichtbaren proximalen Teil der Beckengliedmaßenanlage anbelangt, so ist derselbe (was auch die Abb. 15 a ziemlich gut zeigt) durch eine ganz seichte, in einem Bogen in geringer Entfernung von der nur noch angedeuteten Ursegmentgrenzfurche verlaufenden Rinne gegen die Leibeswand abgegrenzt. Distal von dieser Rinne zeigt der proximale Abschnitt der Anlage (vgl. auch Textabb. 3) eine deutliche Vorwölbung, die zweifellos, wie dies auch aus dem hervorgeht, was ältere Keimlinge zeigen, als die erste Andeutung der Anlage des Knies zu betrachten ist. Rücksichtlich der der Leibeswand und der Wurzel des Nabelstranges zugewendeten Fläche der Beckengliedmaßenanlage zeigt das Modell, daß noch nicht einmal die ganze mediale Fläche der Fußanlage frei geworden ist. Das heißt, die Anlage ist noch nicht so weit aus der Leibeswand herausgewachsen, daß dieser Flächenabschnitt sichtbar werden konnte. Um nun dem Leser klar zu machen, wie die Verhältnisse der medialen Fläche der Beckengliedmaße des We 1 lagen, habe ich in die Textabb. 3 eine gestrichelte Linie eingezeichnet, welche den Umriß der Gliedmaßenwurzel wiedergibt.

Bei dem Apf 10, der eine größte Länge von  $9.4\text{ mm}$  hatte und von dem die Abb. 16 eine reine Seitenansicht wiedergibt, war scheinbar die Wurzel der Brustgliedmaßenanlage der Ursegmentgrenzfurche wieder ganz nahe gerückt. Doch ist dies, wie auch aus dem Nachfolgenden hervorgehen wird, in der Tat nicht der Fall. Denn daß dies so scheint, hängt lediglich damit zusammen, daß, die seitliche Vorwölbung besonders des kranialen Teiles des proximalen Gliedmaßenabschnittes wieder stärker ausgebildet war wie bei dem Ma 3. Auch begann sich bei dem Apf 10 in Form einer leichten dorsal gerichteten Vorwölbung des proximalen Gliedmaßenabschnittes die Stelle bemerkbar zu machen, an welcher später der Ellbogen erschienen wäre; was einem freilich erst ganz klar wird, wenn man die Abb. 16 mit den Abbildungen älterer Keimlinge vergleicht. An der Handplatte, deren Rand wieder eine leichte Verdickung zeigt, ist eine deutliche, wenn auch nur ganz schwache Ausladung dieses Randes an der Stelle zu erkennen, an welcher später die Daumenanlage erschienen wäre. Angedeutet ist ferner auch wieder die Vorwölbung des Handrückens, welche ohne Grenze in die stark gewölbte Anlage des proximalen Gliedmaßenabschnittes übergeht.

An der Form der Beckengliedmaßenanlage des Apf 10 hat sich im Vergleiche mit der des Ma 3 kaum etwas geändert, nur ist anscheinend die ganze Anlage etwas länger und die plantare Fläche ihrer Fußanlage ganz frei geworden.

Ich wende mich nun den Gliedmaßenverhältnissen des Keimlings N 2 zu, der eine größte Länge von  $10.4\text{ mm}$  hatte und nur um ein geringes weiter entwickelt war wie der Apf 10. Wenn ich diese Verhältnisse trotzdem beschreibe, so hat dies seinen Grund in dem Umstand, daß ich von dem Aussehen dieses Keimlings in den Abb. 17 a, b und c besonders gute Lichtbilder seiner Seiten-, Dorsal- und Ventralansicht, zu bringen in der Lage war. Wie die Abb. 17 a zeigt, sieht es bei dem N 2 auch wieder so aus, als würde die Wurzel der

<sup>1</sup> Auch die Fußanlagen des Keimlings von  $10\text{ mm}$  Länge, den Blechschmidt (1950) untersucht hat, hatten, wie dies die von ihm auf S. 606 und 610 gebrachten Konturenzeichnungen (Abb. 7 und 11) dieses Keimlings ganz deutlich zeigen, die gleiche Form. Dies ist jedoch Blechschmidt, wie seine schematische Zeichnung (Abb. 9 c<sup>2</sup>) auf S. 608 zeigt, anscheinend nicht aufgefallen.

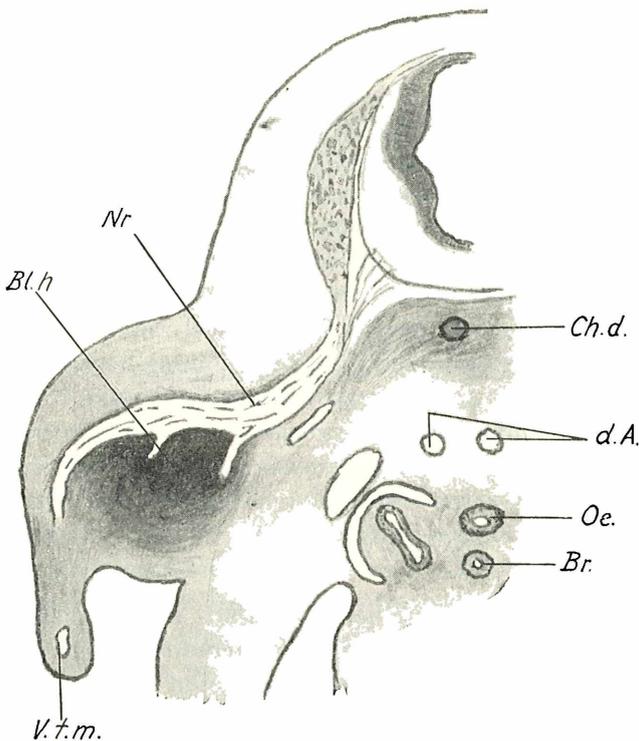
Brustgliedmaßenanlage bis an die Ursegmentgrenzfurche herangerückt sein. Ein Blick auf die Dorsalansicht der Abb. 17 b lehrt jedoch, daß dies insofern nicht der Fall ist, als an der Dorsalansicht die Gliedmaßenwurzel nicht schärfer gegen die benachbarte Körperoberfläche abgegrenzt erscheint, sondern allenthalben allmählich in den Teil derselben überzugehen scheint, der dorsal und medial durch die Ursegmentgrenzfurche ziemlich gut abgegrenzt ist. In der Tat ist jedoch, wie auch das von mir angefertigte Plattenmodell der Brustgliedmaße des N 2 zeigt, ihre Wurzel durch eine seichte Rinne, die dieselbe auch kranial (vgl. Abb. 17 c) umgreift, gegen die übrige Leibeswand abgegrenzt. An der Abb. 17 a tritt nun bereits deutlich an dem ulnaren Rande des proximalen Gliedmaßenabschnittes die Vorwölbung hervor, an welcher sich später der Ellbogen entwickelt hätte, während an dem radialen Rande des gleichen Abschnittes die Einbiegung aufscheint, welche der Ellbogenbeuge entspricht. Demnach kann bei dem N 2 bereits von dem Beginne der Abgliederung des Unterarmes von der Oberarmanlage gesprochen werden. Freilich betrifft diese Abgliederung vorläufig nur erst die von der Seite her sichtbaren Teile der ganzen Anlage. Betrachtet man nämlich (vgl. Abb. 17 b) die Anlage von der dorsalen Seite her, dann fällt einem vor allem wieder das Knötchen auf, das an das dorsale Ende des ulnaren Handplattenrandes angeschlossen ist und bereits bei dem Ma 3 (vgl. Abb. 15 b) zu sehen war. Anschließend an dieses sieht man dann ein kleines Stück des Unterarmrandes, das jedoch wesentlich kürzer erscheint wie das, welches an der Seitenansicht als ulnarer Unterarmrand erscheint. Diese Erscheinung ist nämlich darauf zurückzuführen, daß man an der Dorsalansicht den dorsalen Auslauf der Grenzfurche der Gliedmaßenwurzel nur so weit sieht, als sie beschattet war, nicht aber ihre dorsale Fortsetzung. Denn diese ist an der Seitenansicht durch die Vorwölbung des Unterarmes verdeckt. Ihr Kontur erscheint daher als ulnarer Unterarmrand und ist es auch tatsächlich, sobald nämlich die mediale Fläche des Unterarmes, die bei dem N 2 sowohl radial als ulnar nur zu einem ganz kleinen Teile schon gebildet war, ganz frei geworden ist. Projiziert man nun den in Abb. 17 a sichtbaren Unterarmrand auf die seitliche Leibeswand, dann schließt die so gewonnene Linie mit der Linie der Ursegmentgrenzfurche einen Winkel von  $20^\circ$  ein.

In der Seitenansicht erscheint die Handplatte insofern gegen den Unterarm gut abgegrenzt, als ihr leicht verdickter Rand, sowohl radial als ulnar gegen ihn scharf abgesetzt ist. Hingegen übergeht die vorgewölbte Oberfläche des Handrückens ohne Grenze in die in der Seitenansicht sichtbare, gleichfalls etwas vorgewölbte Fläche des Unterarmes. Von dieser Vorwölbung der Handplatte gehen in distaler Richtung kaum wahrnehmbare radiäre Wülste aus, die von den meisten Autoren als Fingerstrahlen bezeichnet werden, eine Bezeichnung, welche ich nicht für zutreffend halte. Sehr deutlich (vgl. Abb. 17 a) zeigt sich nun auch schon jene Ausladung des radialen Handplattenrandes, welche die Daumenanlage darstellt. Recht belehrend ist schließlich die in Abb. 17 c wiedergegebene Ventralansicht des N 2, weil sie zeigt, welchen Einfluß die wachsende Leberanlage auf die Stellung der Brustgliedmaßenanlagen ausübt. Noch waren, wie die Abbildung zeigt, die Handplatten sagittal und annähernd parallel zueinander eingestellt, eine Stellung, die jedoch nur eine ganz vorübergehende ist.

Um mich auch über die der Leibeswand zugewendeten und daher an der Abb. 17 a nicht sichtbaren Oberflächenverhältnisse der Gliedmaßenanlage sowie über die des Umrisses der Gliedmaßenwurzel des N 2 zu unterrichten, habe ich, wie schon erwähnt, auch von dieser Anlage ein Plattenmodell angefertigt. Was zunächst die Extremitätenwurzel anbelangt, so hat dieselbe (am Modell gemessen) schon einen Längendurchmesser von  $1.6\text{ mm}$  und an ihrer breitesten Stelle einen Querdurchmesser von  $1.12\text{ mm}$ . Die ventral gerichtete, an der Abb. 17 a zum größten Teil im Schatten liegende und auch an der Abb. 17 c nicht sichtbare Fläche des proximalen Gliedmaßenabschnittes endigt kaudal, so wie bei dem Ma 3 ganz spitzwinkelig und ist natürlich, wie auch das Modell zeigt, in diesem ihrem kaudalen Abschnitte ganz von der Handplatte verdeckt. Von einem dorso-ventral durchgehenden medialen Flächenteil des proximalen Gliedmaßenabschnittes kann man also bei dem N 2

auch noch nicht sprechen, denn die Gliedmaßenwurzel reichte mit ihrem bogig begrenzten distalen Ende an einer Stelle noch an das proximale Ende der Handplatte heran. Nur radial und ulnar von dieser Stelle (vgl. auch das weiter oben gesagte) sind bereits, freilich wenig umfangreiche, mediale Flächenabschnitte des Unterarmes frei.

Was nun die Verhältnisse der Beckengliedmaßenanlagen anbelangt, so geben über dieselben die Abb. 17 a und 17 c gute Aufklärung. Vor allem erkennt man an der Abb. 17 a, daß die Fußanlage, welche sich schon abzugliedern begonnen hat, im wesentlichen immer noch die gleiche Form hatte, wie die des We 1 (vgl. Textabb. 3); während die Abb. 17 c den Beschauer vor allem über die Stellung der Fußanlagen, aber auch darüber unterrichtet, daß die Abgliederung des distalen Gliedmaßenabschnittes von dem proximalen bereits begonnen hat und daß sich außerdem die Kniegegend schon deutlich ausgeprägt zeigt. Jedenfalls ist an der Abbildung auch zu sehen, daß die Fußanlagen noch immer hochgradig, wenn auch nicht so stark supiniert sind wie bei den Keimlingen E 29 und Apf 10.



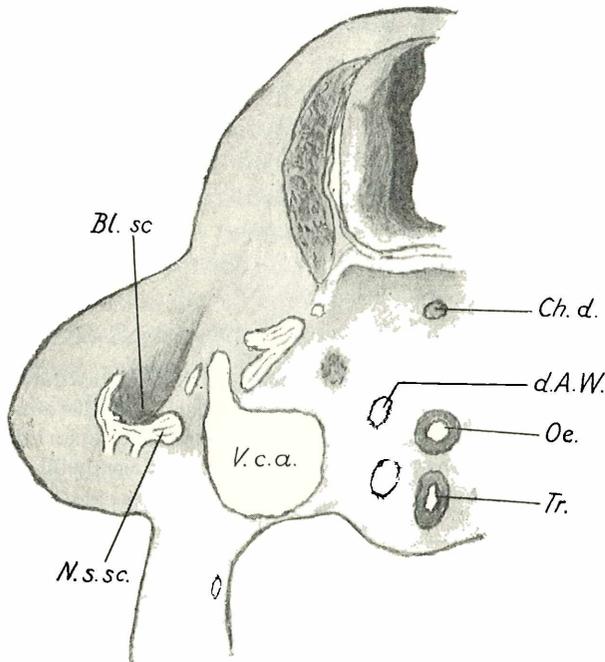
Textabb. 4. Teil eines Querschnittes durch den Rumpf des Keimlings N 2, der eine größte Länge von 10·4 mm hatte, in der Höhe der Brustgliedmaßenanlage geführt. Vergr. 33fach.

- Bl. h. = Blastem des Humerus
- Ch. d. = Chorda dorsalis
- Br. = Bronchus
- Oe. = Oesophagus
- d. A. = dorsale Aortenwurzel
- V. t. = Vena terminulis manus
- N. = Nervus radialis

Da bei dem N 2, wie das Studium der Querschnittreihe zeigte, die Gliedmaßenerven schon bis an die Handplatte heran ausgewachsen waren, will ich die Gelegenheit benützen, um die Leser über den Verlauf seines N. radialis zu unterrichten. Es wird nämlich von einigen Autoren (Peter, Clara) behauptet, daß der spiralige Verlauf dieses Nerven um den Humerus herum, auf eine während der Entwicklung stattfindende Rotation der Brustgliedmaßen um ihre Achse zurückzuführen sei, obwohl keiner von ihnen in der Lage war, das Stattfinden einer solchen Rotation nachzuweisen. Was es aber mit diesem spiraligen Verlaufe in Wirklichkeit für eine Bewandnis hat, ist an dem in Textabb. 4 wiedergegebenen Teil eines Querschnittsbildes durch den N 2 ohne weiteres klarzustellen. Diese Abbildung zeigt nämlich, daß der N. radialis schon von Haus aus an der Dorsalseite des Blastems vorbeizieht, aus welchem in der Folge, wenn der Keimling weiter gelebt hätte, die Humerusanlage entstanden wäre. Sicherlich gehört nicht allzuviel Phantasie dazu, um sich vorzustellen, wie während des Längenwachstums der Humerusanlage, aus dem queren Verlaufe

des N. radialis allmählich ein spiralförmiger wird, da sein Ende schon bei dem N 2 auf den radialen Rand der Handplatte zielt<sup>1</sup>.

Die Untersuchung der Gliedmaßenerven des N 2 brachte aber noch eine ganz unvorhergesehene, aber angenehme Überraschung. Denn an dem durch die Gegend der im vorausgehenden als schulterähnlich bezeichneten Vorwölbung des proximalen Abschnittes der Brustgliedmaßenanlage geführten Querschnitt wurde ein Nerv sichtbar, der seine Fasern aus dem 4. Cervicalnerven bezog und dessen Endast (vgl. Textabb. 5) sich in einem scharfen halbkreisförmigen Bogen in dorsaler Richtung um eine Blastemverdichtung herumschlang, um dorsal von ihr zu endigen. Nach einiger Überlegung vermochte ich zu keinem anderen Resultate zu kommen, als daß es sich in dem Nerven um keinen andern handeln könne, als um den N. suprascapularis, und daß das Blastem, um welches sich sein für den



Textabb. 5. Teil eines Querschnittes durch den Rumpf des gleichen Keimlings (N 2), in der Gegend des Scapula Blastems geführt. Vergr. 33fach.

Bl. sc. = Blastema scapulae  
 Oe. = Oesophagus  
 Ch. d. = Chorda dorsalis  
 Tr. = Trachea  
 d. A. W. = dorsale Aortenwurzel  
 V. c. a. = Vena cardinalis anterior  
 N. s. sc. = Nervus suprascapularis

viel später auftretenden M. infra spinam bestimmter Endast herumschlingt, nichts anderes sein könne, als die Anlage der Spina scapulae. Denn auch beim Erwachsenen biegt sich der Endast des N. suprascapularis um den schultergelenkwärts gerichteten freien Rand der Wurzel der Spina scapulae herum, um den in der Fossa infra spinam gelegenen Muskel zu innervieren. Es kann demnach durchaus keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die schon so früh auftretende schulterähnliche kraniale Vorwölbung des proximalen Brustgliedmaßenabschnittes als Schulteranlage zu bezeichnen sein wird.

Der nächste Keimling, dessen Gliedmaßenverhältnisse nun besprochen werden sollen, ist der Hie 1, dessen größte Länge 11·04 mm betrug und der wieder etwas weiter entwickelt war wie der N 2, was aber weniger in der Form und dem Umfange seiner Gliedmaßen als vielmehr in ihrer Stellung zum Ausdruck kommt. Vor allem ist der Winkel, den die Konturlinie des ulnaren Randes seines Unterarmes mit der noch immer ziemlich gut ausgeprägten Ursegmentgrenzfurchenlinie einschließt (vgl. Abb. 17 a mit Abb. 18 a) etwas größer geworden, denn er beträgt bei dem Hie 1 etwa 40°. Jedenfalls hatte sich der radiale Rand

<sup>1</sup> Schon Broman hat 1921 auf S. 218 in Fig. 140 einen Querschnitt durch die Herzgegend eines 8·3 mm langen menschlichen Keimlings abgebildet, an welchem man den von mir geschilderten Verlauf des N. radialis sehen kann. Allerdings scheint Broman nicht aufgefallen zu sein, daß es sich bei dem abgebildeten Nerv um den N. radialis gehandelt hat, denn er hat denselben lediglich als Armnerven bezeichnet.

der Handplatte mit seiner Daumenanlage dem Kopfe und der Grenzlinie zwischen Herz und Leberbuckel weiter genähert. Bemerkenswert ist, daß an der Dorsalansicht, von dem bei dem N 2 noch so gut ausgeprägten Knötchen des Ulnarrandes der Unterarmanlage nichts mehr zu sehen war, während dasselbe noch bei dem L 2 meiner Sammlung, der eine größte Länge von 11·7 mm hatte, aber wie sein Lichtbild zeigt, gleichweit entwickelt war wie der Hie 1, noch gut ausgebildet war. Angedeutet und anscheinend im Verschwinden begriffen, sehe ich dieses Knötchen übrigens auch an dem Lichtbilde der Dorsalansicht des H. Sch. 6 meiner Sammlung, der eine größte Länge von 10·3 mm hatte, aber kaum weiter entwickelt war wie der N 2. Nach den von mir gemachten Beobachtungen scheint demnach dieses Knötchen regelmäßig gebildet zu werden, der Zeitpunkt seiner Rückbildung aber einigermaßen zu variieren. Was es aber zu bedeuten hat, darüber vermag ich leider nichts zu sagen. Merkwürdigerweise erscheint an dem Lichtbilde der Seitenansicht des Hie 1 (Abb. 18 a) der Rand der Handplatte weniger deutlich gegliedert wie an dem seiner Dorsal- und Ventralansicht (vgl. Abb. 18 b und c), denn an der letzteren sieht es so aus, als hätten sich bei dem Keimlinge die Fingeranlagen schon etwas vorgewölbt.

Besonders lehrreich ist die Ventralansicht, weil sie wieder zeigt, welchen Einfluß die mächtige Entwicklung der Leber nicht nur auf die Stellung der Handplatten, sondern auch auf die Konfiguration der ganzen Brustgliedmaßen ausübt. Vor allem divergieren jetzt auch die ganzen proximalen Gliedmaßenabschnitte recht erheblich, was zur Folge hatte, daß die Schultervorwölbung etwas weniger vorragte wie bei dem N 2 und dorsal gegen den Rückenteil der Brustwand kaum mehr abzugrenzen ist. Jedenfalls waren bei dem Hie 1 die Handplatten nicht mehr sagittal eingestellt, sondern divergierten in ventraler Richtung so stark, daß an der Abb. 18 c noch ein beträchtlicher Teil ihrer volaren Fläche zu sehen ist und an dieser auch die Wülste angedeutet erscheinen, welche durch das Blastem hervorgerufen sind, aus welchem sich später die Anlagen der Mittelhandknochen und der Phalangen gebildet hätten. Hervorheben will ich bei dieser Gelegenheit auch, daß bei dem Hie 1 bereits die aus Vorknorpelgewebe bestehenden Anlagen des Humerus, des Radius und der Ulna zu erkennen waren. Auch lehrte das Studium der Frontalschnittreihe durch den Hie 1 und der Querschnittreihen durch einige gleichalterige Keimlinge, daß sich bei ihnen die Anlage des Schulterblattes nicht über das Areal der Brustgliedmaßenwurzel hinauserstreckte und daß die Anlage des Schultergelenkes nur in den medialen Teil der Schultervorwölbung hineinragte. Da der Hie 1 in eine Frontalschnittreihe zerlegt worden war, ließen sich die Maße seiner Brustgliedmaßenwurzel nicht mehr feststellen und auch nicht, wie weit bei ihm die mediale Fläche seines Unterarmes bereits von der seitlichen Brustwand isoliert war.

An der Form und der Stellung der Beckengliedmaßenanlagen hatte sich bei dem Hie 1 im Vergleiche mit denen des N 2 kaum etwas geändert. Daß dieselben an der Abb. 18 c wesentlich anders aussehen wie die an der Abb. 17 c hängt nur mit der Verschiedenheit der Einstellung der beiden Keimlinge bei der Herstellung der Lichtbilder zusammen. Jedenfalls zeigt die Abb. 18 c, daß auch bei dem Hie 1 die plantare Fläche der Fußanlage bereits ziemlich vollständig gegen den proximalen Gliedmaßenabschnitt abgesetzt war. Allerdings war die Kniegegend bei dem Hie 1 (vgl. Abb. 18 b) kaum noch vorgewölbt.

Ich wende mich nun dem Keimlinge No 5 zu, der eine größte Länge von 12·4 mm hatte. Und zwar brachte ich in Abb. 19 auf Tafel 3 das Lichtbild seiner Seitenansicht in erster Linie seiner Brustgliedmaßenanlagen wegen. Dieselben erscheinen nämlich, was ihre Dimensionen und ihre Modellierung anbelangt, entschieden etwas weiter entwickelt wie die des Keimlings Hie 1, während sie, was ihre Stellung anbelangt, der Stellung der gleichen Gliedmaßen des Hie 1 gegenüber, entschieden in der Entwicklung zurückgeblieben aussehen. Denn wie ein Vergleich der Abb. 19 mit der Abb. 18 a lehrt, war der radiale Rand der Handplatte des No 5 von seinem Gesichte noch wesentlich weiter entfernt, wie der gleiche Rand bei dem Hie 1. Vor allem habe ich die Abb. 19 auch gebracht, weil an ihr die Vorwölbung

des Ellbogens in dorsaler Richtung so schön zur Geltung kommt. Der Vollständigkeit wegen will ich hier auch noch vermerken, daß sowohl die Humerusanlage und die der beiden Unterarmknochen noch ganz aus Vorknorpelgewebe bestanden und der Ellbogen von der Brustwand noch nicht isoliert war.

Die Fußanlagen des No 5 zeigten noch immer, wenn auch schon etwas weniger scharf ausgeprägt, weil sie etwas breiter geworden waren, die abgerundete Spitzbogenform ihres Randes. Dabei hatte sich an ihrer Einstellung noch kaum etwas geändert und auch von der Vorwölbung ihrer Kniegegend war noch nichts zu sehen.

Recht interessant, was die Stellung seiner Brustgliedmaßenanlagen anbelangt, war der Keimling Ha 8, der eine größte Länge von 13 mm hatte. Das Lichtbild seiner Seitenansicht (vgl. 20 a) zeigt, daß sich der radiale Abschnitt ihres Handplattenrandes, verglichen mit dem des Hie 1, dem Profil des Gesichtes wieder weiter genähert hatte. Es war dies auch daran zu erkennen, daß die Achse seines Vorderarmes mit der seichten Furche der seitlichen Leibeswand, die an der Stelle der Ursegmentgrenzfurche sichtbar geworden war, einen Winkel von etwa 60° einschloß. Die Modellierung der Handplatten war insofern etwas ausgeprägter (vgl. Abb. 20 a) als die radiären Wülste ihrer dorsalen Flächen deutlicher hervortraten und (vgl. Abb. 20 c) die Fingeranlagen an ihren Rändern etwas stärker vorsprangen. Die Ellenbogen waren (vgl. die Abb. 20 a und b) schon gut ausgeprägt. Die Oberarmanlagen aber, deren Achsen, wie dies die Abb. 20 b besonders gut zeigt, ziemlich stark, und zwar etwas stärker, wie bei dem Hie 1 divergierten, waren so eingestellt, daß sie nicht nur ventral und lateral, sondern auch noch etwas kaudal gerichtet waren. Dabei waren die Ellenbogen noch nicht ganz aus der Leibeswand herausgewachsen, also von ihr noch nicht getrennt. Wie die Dorsalansicht (vgl. Abb. 20 b) zeigt, war die Vorwölbung der Schulter etwas weniger ausgeprägt wie bei dem Hie 1, was auf die durch das starke Wachstum der Leber (vgl. Abb. 20 c) hervorgerufene Divergenz der Brustgliedmaßenanlagen des Ha 8 bedingt war.

An den Verhältnissen der Beckengliedmaßenanlagen und an ihrer Stellung hatte sich nur wenig geändert. Die Fußanlagen zeigten noch immer die Spitzbogenform ihres verdickten Randes und die schon bei dem Hie 1 angedeutete Vorwölbung ihrer plantaren Flächen (vgl. Abb. 20 c). Auch die Kniee waren, wie die Abb. 20 b zeigt, schon recht gut ausgeprägt und ebenso zeigte die Abb. 20 c, wie nun auch bereits medial ein kurzer proximaler Gliedmaßenabschnitt zum Vorschein gekommen war.

Nur um ein geringes kürzer wie der Keimling Ha 8, aber doch, was seine Gliedmaßenanlagen und deren Stellung anbelangt, weiter entwickelt, war der Keimling Apf 8, der eine S. St. Länge von 12.4 mm hatte und dessen Seitenansicht in dem Lichtbilde der Abb. 21 auf Tafel 4 wiedergegeben ist. Wie dieses Bild zeigt, war der radiale Rand der Handplatte dieses Keimlings seiner Mundöffnung schon ziemlich nahe gerückt, wobei die Handplatte so schief eingestellt erschien, daß die Daumenanlage der Medianebene etwas näher lag wie die Anlage des kleinen Fingers. Diese Einstellung war eine Folge der Art und Weise, in welcher sich die durch das fortschreitende Wachstum der ganzen Gliedmaßenanlage bedingte Verschiebung ihres distalen Abschnittes an der Leibeswand gleitend allmählich vollzieht, wobei begreiflicherweise die Handplatten in ihrer Stellung am stärksten beeinflußt werden. Wie ich im vorausgehenden zeigen konnte, liegen nämlich die Handplatten in einer gewissen Zeitspanne der Entwicklung zuerst (vgl. Abb. 17 c auf Taf. 2) sagittal eingestellt parallel zueinander, dem durch die Leber am stärksten seitlich vorgetriebenen Abschnitte der Leibeswand an. Dann aber wird ihre Stellung unter dem Einflusse der wachsenden Leber eine divergente. Nachdem sich jedoch weiter kranial der Rumpf im Bereiche des Herzens sehr rasch kopfwärts verschmälert, ist hier infolgedessen die Oberfläche der Leibeswand ganz schief eingestellt. Und wenn sich nun, dem Wachstumsdrucke folgend, die Handplatten in ventrokranieller Richtung vorschieben und wie dies tatsächlich der Fall zu sein scheint, die Leibeswand als Gleitfläche benützen, müssen sie zunächst die Stellung einnehmen, welche sie bei dem Apf 8 bereits eingenommen hatten. Natürlich wird bei diesem

Vorgeschoben werden auch der Winkel, welchen die Längsachse des Unterarmes mit der Rückenlinie einschließt, ein immer größerer werden und so beträgt derselbe bei dem Apf 8 schon annähernd  $67^\circ$ . Die Handplatten des Apf 8 zeigen nun auch schon eine recht ausgeprägte Modellierung, welche durch die Dicken- und Längenzunahme der aus prochondralem Gewebe bestehenden Anlagen der Metacarpalia und Phalangen bedingt war. Dabei waren, wie das Studium der Flachschnittreihe durch die eine Handplatte ergab, die Grenzen zwischen den Anlagen der Metacarpalia und Phalangen schon zu erkennen und zu sehen, wie die Spitzen der letzteren beginnen, die Randvene der Handplatte zu komprimieren. Die Anlage des Schulterblattes bestand bei dem Apf 8 noch zum größten Teil aus chondrogenem Gewebe, das nur in der Gegend des späteren Collum scapulae den Charakter von Knorpelgewebe anzunehmen begann. Die Anlagen des Humerus, des Radius und der Ulna waren in Verknorpelung begriffen. Dabei war der Ellbogen, wie das Studium der Sagittalschnittreihe lehrte, schon ganz von der seitlichen Leibeswand isoliert. Der Oberarmabschnitt der Gliedmaßenanlage war etwas nach der Seite, etwas ventral und nur noch ganz wenig kaudal gerichtet. Er war bis auf seinen Ellbogengelenksteil, der wie oben erwähnt wurde, schon frei geworden war, noch nicht von der Leibeswand isoliert, bzw. aus ihr herausgewachsen.

Was nun die Beckengliedmaßen des Apf 8 anbetrifft, so waren die Fußanlagen, besonders auch an ihren plantaren Seiten, schon sehr gut von den proximalen Gliedmaßenabschnitten abgegliedert. Auch die Vorwölbung der Fersen war schon gut zu erkennen. Wie jedoch die Abb. 21 lehrt, war von der Spitzbogenform des verdickten Fußrandes kaum mehr etwas wahrzunehmen. Das heißt, die Dorsalansicht der verbreiterten Fußanlage begann bereits der Dorsalansicht der Handanlage etwas jüngerer Keimlinge ähnlich zu werden. Auch erschien die Fußanlage, was ihre Stellung anbelangt, verglichen mit der des Ha 8, etwas stärker proniert. Von einer Modellierung des Fußrückens war noch wenig zu sehen. Doch war die Stelle, an welcher später die Anlage der großen Zehe aufgetreten wäre, schon zu erkennen. Natürlich war (vgl. die Abb. 21) die Vorwölbung der Kniegegend wieder sehr gut ausgeprägt. An der Beugeseite hingegen war von einer deutlichen Grenze zwischen Ober- und Unterschenkel noch nichts zu bemerken. Was die Skelettanlagen der Beckengliedmaßenanlagen anbelangt, so bestanden die der Hüftbeine und der Oberschenkel lediglich aus prochondralem Gewebe. Es waren also auch in dieser Beziehung die Beckengliedmaßen in ihrer Entwicklung den Brustgliedmaßen gegenüber zurück.

Wesentlich weiter entwickelt wie der Apf 8, nicht nur was die Dimensionen seines ganzen Körpers sowie die seiner Gliedmaßenanlagen anbelangt, war der Keimling E 29, der eine S. St. Länge von  $13.44\text{ mm}$  hatte. Trotzdem war der Daumenanlagenvorsprung des Randes seiner auch im übrigen sehr gut modellierten Handplatte weiter von der Mundöffnung entfernt wie der gleiche Vorsprung des Apf 8 (vgl. Abb. 22 a auf Taf. 3 mit Abb. 21 auf Taf. 4). Dabei erschienen die beiden Handplatten, in Folge der starken Entwicklung der Leber, wie dies die Ventralansicht der Abb. 22 c zeigt, so auseinander gedrängt, daß ihre verdickten Ränder mit den Vorwölbungen der vier ersten Fingeranlagen besonders in die Augen springen. Auch standen die beiden Handplatten schon etwas schief, so daß, wie bei dem Apf 8, die Distanz zwischen den beiden Daumenanlagen etwas kleiner war wie die zwischen den Anlagen der beiden kleinen Finger. Auffallend war auch die verhältnismäßig starke Vorwölbung der Hohlhandflächen der Handplatten, im Bereiche deren aber noch jede Modellierung fehlte, während im Bereiche des Handrückens (vgl. Abb. 22 a) und des Handplattenrandes (vgl. Abb. 22 c) die durch die Skelettanlagen hervorgerufene Modellierung schon recht ausgeprägt war. Sehr lehrreich ist auch ein Vergleich der Abb. 20 b mit der Abb. 22 b, weil derselbe zeigt, welche Stellungsänderung die Oberarmanlage durch die, durch das mächtige Leberwachstum bedingte Verbreiterung des Rumpfes erleidet. Dieselbe manifestiert sich in zwei Erscheinungen, erstens in der Längenzunahme der Distanz zwischen den beiden seitlichen Vorsprüngen der Ellenbogen, die bei dem E 29 um  $1\text{ mm}$

länger war wie bei dem Ha 8, und zweitens in dem Umstande, daß die Schultergegend bei dem E 29 etwas weniger weit auslud, wie bei dem Ha 8. Hervorheben will ich bei der Gelegenheit, daß auch bei dem E 29 der Ellbogen bereits ganz von der Leibeswand isoliert war. Was schließlich die Verknorpelung der Anlagen der Scapula, des Humerus, des Radius und der Ulna anbelangt, so war dieselbe etwas weiter fortgeschritten wie bei dem Apf 8, während sich die Skelettanlagen der Handplatten noch im Vorknorpelstadium befanden und sich die Anlagen der carpalia noch nicht gegeneinander abgrenzen ließen.

Was nun die Anlagen der Beckengliedmaßen anbelangt, so sind, um über ihre Formverhältnisse klar zu werden, die Abb. 22 a und 22 c miteinander zu vergleichen. An beiden zeigte sich die Abgliederung der Fußanlagen gut ausgeprägt, und zwar war an der Abb. 22 c diese Abgliederung nur auf der einen Seite, an welcher ihre ganze plantare Fläche, die schief median und kopfwärts gerichtet war, sichtbar. Was also, wenn man die Abb. 22 c mit der Abb. 20 c vergleicht, zeigt, daß die Fußanlagen des E 29 etwas stärker proniert waren wie die des Ha 8. Die Abb. 22 b zeigt, daß die Kniee bei dem E 29 schon gut ausgeprägt waren, während das eine an der Abb. 21 sichtbare Knie weniger deutlich hervortritt. Dagegen ist an dieser Abbildung die gleiche Furche wieder sichtbar, welche auch schon bei dem Apf 8 den Fußrücken gegen die ganz kurze Unterschenkelanlage abzugrenzen schien. Außerdem sieht man an der Abb. 22 a an dem tibialen Rande der Fußanlage die Stelle schon gut ausgeprägt, an welcher die Anlage der großen Zehe erschienen wäre. Was schließlich die Skelettanlagen der Beckengliedmaßenanlagen anbelangt, soweit dieselben einigermaßen erkennbar waren, so befanden sich dieselben alle noch im Vorknorpelstadium.

Das Lichtbild der Seitenansicht des Keimlings Sz 1, der eine S. St. Länge von 15·3 mm hatte, welches in Abb. 23 auf Tafel 4 wiedergegeben ist, habe ich hauptsächlich deshalb gebracht, weil bei ihm die Formverhältnisse der Gliedmaßenanlagen so hervorragend gut herausgekommen waren. Besonders imposant erscheint die Handplatte zunächst wegen ihres Umfanges und ihrer Modellierung, die bei dem Sz 1 im Vergleiche mit der des E 29 weiter in der Entwicklung fortgeschritten war und deren Daumenanlage sich dem Gesichte wieder weiter genähert hatte. Sämtliche Fingeranlagen sprangen noch stärker vor, wie bei dem E 29. Dabei war auch besonders auffallend, daß sich die Handplatte ellenwärts, etwas über die Kleinfingerseite hinweg, in Form einer lappenförmigen Hautfalte fortsetzte. Die fünf radiär eingestellten Wülste an der Handrückenseite der Handanlage waren besonders dort am stärksten ausgeprägt, wo in ihrem Inneren die Anlagen der Mittelhandknochen liegen. Diese Wülste verschwinden proximal unter einer Vorwölbung der Haut, die sich über dem Gebiete der Handwurzel befindet und die sich ohne Grenze auf den noch recht kurzen Vorderarm fortsetzt. Dabei war die Längsachse des letzteren schon fast quer zur Längsachse des Körpers eingestellt, während die Längsachse des Oberarmes hauptsächlich nach der Seite, aber auch ein wenig ventral und kaudal gerichtet war. Dabei war die Schultergegend nur ganz wenig mehr vorgewölbt. Das Schulterblatt, der Humerus und die Anlagen der beiden Unterarmknochen bestanden schon zum großen Teile aus Knorpelgewebe, während die Skelettanlagen der Handplatten hauptsächlich aus Vorknorpel bestanden und nur die Metacarpalia der vier dreigliederigen Finger hatten bereits mit der Verknorpelung begonnen. Was die Anlagen der Carpalia betraf, so waren dieselben immer noch nicht schärfer gegeneinander abzugrenzen. Die Stellen an denen später die Metacarpophalangealgelenke der dreigliederigen Finger aufgetreten wären, waren schon gut zu erkennen.

Die Randvenen der Handplatten waren noch vollständig erhalten, nur waren sie dort, wo sie die Spitzen der Phalangenanlagen berührten, etwas verengt und in den Zwischenstrecken etwas erweitert. Die Randvene der Handplatte bildet die Wurzel einer mächtigen subkutanen Vene, welche, nachdem sie die Handplatte verlassen hat, an der Ulnarseite des Unterarmes weiter verläuft. Dazu ist aber noch zu bemerken, daß die Vene dabei den Handplattenrand schon dort verläßt, wo sich derselbe in den Rand des Hautlappens fortsetzt, auf den ich weiter oben bereits aufmerksam gemacht habe, und angeschlossen an die

Anlagen der Phalangen und des Metacarpale digiti quinti in der Wurzel dieses Hautlappens den Unterarm erreicht. Übrigens bestand auch an der Daumenseite der Handplatte, wie ich beim Studium der Schnittreihe sah, ein ähnlicher, nur sehr viel kleinerer, bzw. weniger weit vorspringender Hautlappen, wie es der an der Kleinfingerseite war.

Was nun die Anlagen der Beckengliedmaßen anbelangt, so ist, wie die Abb. 23 zeigt, an dem Umriß der Fußanlage, deren Verbreiterung wieder etwas zugenommen hatte, doch noch die Andeutung der ursprünglichen Spitzbogenform zu erkennen. Dabei trat die Großzehenanlage schon deutlich hervor, während von den Anlagen der übrigen Zehen noch kaum eine Andeutung wahrzunehmen war. Daß die plantare Fläche der Fußanlage noch immer etwas schief gestellt, also nicht nur medial, sondern auch noch etwas kopfwärts gerichtet war, läßt sich an der Abb. 23 gut erkennen. Jedenfalls waren aber die Fußanlagen des Sz 1 wieder etwas stärker proniert, wie die des E 29. Die nach der Seite gerichtete Vorwölbung des Knies trat deutlich hervor und der gegen die beiden proximalen Enden des verdickten Fußrandes scharf abgegrenzte distale Abschnitt der Unterschenkelanlage gleichfalls. Klar war nun auch, daß die Furche, welche bei dem Keimling E 29 die Fußanlage gegen den Unterschenkel abzugrenzen schien, ganz dem Gebiete des Unterschenkels angehörte. Da ich von dieser Furche bei älteren Keimlingen nichts mehr wahrzunehmen vermochte, hat sie wohl überhaupt keine Bedeutung. Während bei dem Sz 1 die Anlagen der Hüftbeine noch fast ganz aus prochondralem Gewebe bestanden, waren die Diaphysen seines Femur und seiner Tibia schon fast ganz verknorpelt, während die Diaphyse seiner Fibula in Verknorpelung begriffen war. Hingegen bestanden die Anlagen der Skeletteile seiner Fußanlagen alle noch aus Vorknorpelgewebe und waren im Bereiche der Fußwurzel gegeneinander auch noch nirgends schärfer abzugrenzen.

Bei dem nächsten Keimling An 5, der eine S. St. Länge von 16·8 mm hatte, waren die Gliedmaßen wieder etwas weiter entwickelt. Vor allem zeigen die Lichtbilder seiner Seiten- und Ventralansicht (vgl. Abb. 24 a und 24 b), daß sich im Vergleiche mit denen des Sz 1 die Stellung seiner Handanlagen nicht unwesentlich geändert hatten. Ihre Daumenanlagen hatten sich nämlich dem Gesichte weiter genähert und die Handplatten erschienen in Anpassung an die Wölbung der Brustwand, der sie dicht anlagen, so schief eingestellt, daß die Distanz der Daumenanlagen voneinander 4·5 mm und die der Kleinfingeranlagen 7·2 mm betrug. Über die Modellierung der Handanlagen orientieren die Abb. 26 a, 26 b und 24 b. Die Abb. 26 a betrifft die Dorsalansicht seines rechten Unterarmes und seiner rechten Hand, an welcher letzterer man die fünf radiär angeordneten, durch die Anlagen der Metacarpalia und der Phalangen hervorgerufenen Wülste und die zwischen diesen Wülsten gelegenen Furchen, die sich distal nicht nur verbreitert, sondern auch etwas vertieft hatten, sehen kann. Proximal reichten die Furchen und die Wülste nur an die Gegend heran, in welcher die Vorwölbung des Handrückens beginnt, welche ohne Grenze in die gewölbte Oberfläche des Unterarmes übergang. Deutlich war auch die an die Kleinfingerseite der Handplatte angeschlossene Hautfalte zu sehen, von welcher schon bei dem Sz 1 die Rede war, während die eben dort erwähnte, an die Daumenseite der Handplatte angeschlossene Falte an der Abb. 26 a kaum wahrzunehmen ist. Dieselbe tritt jedoch an dem Lichtbild der Volaransicht der Handplatte (vgl. Abb. 26 b) deutlich hervor. Die letztere Abbildung zeigt, daß auch an der vola manus die durch die Skelettanlagen hervorgerufenen fünf Wülste und die zwischen ihnen befindlichen Furchen sehr gut ausgeprägt waren und wie an sie anschließend im Gebiete der Handwurzel eine Vorwölbung sichtbar war, welche ohne Grenze in die volare Vorwölbung des Unterarmes übergang. Daß aber der Rand der Handplatten keineswegs so scharf war, wie er nach den Abb. 24 a und 26 a zu sein scheint, zeigt die Abb. 24 b auf das deutlichste. Denn an ihr erscheinen die Fingeranlagen als fast halbkugelförmige Knöpfchen des auch im Bereiche seiner interdigitalen Einbuchtungen verdickten Handplattenrandes.

Die Vorwölbung des Ellbogens war bei dem An 5 wieder besser ausgeprägt wie bei dem Sz 1 (vgl. Abb. 24 a) und die Achse seines Unterarmes, der an Länge etwas zugenommen

hatte, war nun rein quer zur Achse des Rumpfes eingestellt. Das Ellbogengelenk war mit den dasselbe bedeckenden Muskeln auch medial so gut wie ganz von Haut überzogen und von der seitlichen Brustwand völlig isoliert. Die Wölbung der Schulter war ganz gering. Es ist dies zum Teil auf die Stellung der Oberarmanlage, aber auch darauf zurückzuführen, daß von der Schultergelenksanlage seitlich nur wenig über die Sagittalebene hinausragt, welche man sich durch die bogenförmige Furche (vgl. Abb. 24 a) gelegt denkt, welche die Wurzel des Oberarmes von der Seitenfläche des Halses sondert. Was die Skelettanlagen der Brustgliedmaßen des An 5 anbelangt, so bestand die Scapula bereits zum größten Teile aus Knorpelgewebe und ebenso die Diaphysen des Humerus, des Radius und der Ulna. Die Elemente der Handwurzel bestanden noch ganz aus Vorknorpelgewebe und waren gegeneinander noch nicht gut abgrenzbar. Hingegen hatte die Verknorpelung der Diaphysen der Metacarpalia der vier dreigliederigen Finger bereits begonnen, während das bei dem Metacarpale pollicis noch nicht der Fall war und man bei ihm auch die Stelle, an welcher das Metacarpophalangealgelenk aufgetreten wäre, noch nicht erkennen konnte, während diese Stellen bei den gleichen Gelenken der übrigen Finger schon sehr gut ausgeprägt waren. Die Randvene der Handanlage war zwar noch vollständig erhalten, jedoch schon im Begriffe, zerstört zu werden. Denn die Stellen von ihr, an welchen die Anlagen der Phalangen ihre Spitzen gegen sie vorgeschoben hatten, waren stark verengt, während ihre Zwischenstrecken im Bereiche der Interdigitalräume erheblich erweitert waren und von diesen Erweiterungen kapillare Zweigchen abgingen, welche in praekapillare Venen des Handrückens übergingen.

Was nun die Beckengliedmaßen des An 5 anbelangt, so ist die Form und Stellung ihrer sichtbaren Teile an der Abb. 24 a und b gut zu übersehen, wobei wahrzunehmen ist, daß diese Gliedmaßen in ihrer Entwicklung, verglichen mit denen des Sz 1 nur ganz geringe Fortschritte gemacht zu haben scheinen. Allerdings zeigen dann die Abb. 26 a und b, daß doch die Stelle, an welcher später die Großzehenanlage herausgekommen wäre, schon etwas besser ausgeprägt war wie bei dem Sz 1 und daß an der Dorsalansicht der Abb. 26 a die den Anlagen der ossa metatarsalia entsprechenden Wülste bereits angedeutet waren, während an der plantaren Seite der Anlage (vgl. Abb. 26 b), von solchen Wülsten noch nichts wahrgenommen werden konnte. Über die Stellung der Fußanlagen und über die Verdickung ihrer Ränder orientiert die Abb. 24 b. Die Kniegelenksvorwölbungen waren nun ganz nach der Seite hin gerichtet und der Unterschenkel im Vergleiche mit dem des Sz 1 wesentlich länger geworden, während der Oberschenkel etwas weiter aus der Leibeswand herausgewachsen war. Hingegen kann, wie das Studium der Schnittreihe lehrte, von einer medialen Oberfläche des Oberschenkels noch keineswegs gesprochen werden. Was die Skeletteile der Beckengliedmaßen anbelangt, so ist über dieselben folgendes zu sagen: Während die Anlagen der Hüftbeine noch zum größeren Teile aus Vorknorpel bestanden und ihre Verknorpelung erst begonnen hatte, bestanden die Diaphysen des Femur, der Tibia und der Fibula bereits aus Knorpelgewebe. Hingegen bestanden die Elemente der Fußwurzel noch immer aus Vorknorpel und waren gegeneinander noch kaum abzugrenzen. Dagegen hatte die Verknorpelung der Diaphysen der Metatarsalia der vier dreigliederigen Zehen bereits begonnen. Nur bei dem Metatarsale hallucis war dies noch nicht der Fall. Die Stellen, an welchen die Metatarsophalangealgelenke der vier dreigliederigen Zehen entstanden wären, war schon gut erkennbar. An der Randvene der Fußanlage war noch kein Zeichen von Rückbildung zu erkennen.

Da sich die Gliedmaßenanlagen der Keimlinge Gu 1, von 15·6 mm S. St. Länge, An 3 von 15·64 mm S. St. Länge und der Schi 2 von 16·34 mm S. St. Länge meiner Sammlung nur unwesentlich von denen des An 5 unterschieden, wende ich mich nun den Verhältnissen der Gliedmaßenanlagen des Keimlings Hu 1 zu, der eine S. St. Länge von 17·65 mm hatte. Ich habe von ihm nicht nur die Lichtbilder seiner Seiten (Abb. 25 a) und seiner Ventralansicht (Abb. 25 b) gebracht, sondern auch die Dorsal-, bzw. Volar- und Plantaransichten seiner rechten proximal vom Ellbogengelenk abgetrennten Brustgliedmaße und seiner

rechten proximal vom Kniegelenk abgetrennten Beckengliedmaße (vgl. Abb. 27 a und b). Wie die Abb. 25 a zeigt, hat sich die Handplatte, an der die Fingeranlagen schon sehr stark vorspringen, so weit vorgeschoben, daß die Anlagen von Zeige- und Mittelfinger die Nase von der Seite her teilweise verdeckten. Dabei hatte sich die Handplatte, gehoben von dem mächtiger gewordenen Leberbuckel und mit dem auch wieder etwas länger gewordenen Unterarm, so verschoben, daß die Achse des letzteren nun wirklich quer zur Längsachse des Rumpfes steht und die Vorwölbung des Ellbogens stärker nach der Seite gerichtet war. Dabei erscheint die Handplatte wieder wesentlich stärker proniert wie bei dem An 5 (vgl. Abb. 25 b mit Abb. 24 b). Wie stark aber die Fingeranlagen bereits vorsprangen, ist erst an den Abb. 27 a und b gut zu sehen, und daß, wenn auch etwas verkleinert, der Hautlappen an der Kleinfingerseite der Handplatte noch vorhanden war, während von dem ähnlichen an der Daumenseite derselben kaum mehr etwas bemerkt werden konnte.<sup>1</sup> Daß die metakarpalen in die Fingeranlagen der Handplatte auslaufenden Wülste nicht nur an der dorsalen Fläche dieser Platte sondern auch an ihrer volaren und an dieser besonders stark hervortreten, zeigen die Abb. 27 a und b auf das deutlichste. Bei der Betrachtung der Abb. 25 a hat man den bestimmten Eindruck als hätte sich der Oberarm mit dem Ellbogen aus dem Rumpfe herausgeschoben. Jedenfalls ist von der Furche, welche früher (vgl. Abb. 24 a) die Schultergegend gegen den Hals abzugrenzen schien, wenig mehr zu sehen. Begreiflicherweise muß ein solches Vorgeschobenwerden, auch die Lage der Handplatten in dem Sinne beeinflussen, daß dieselben nicht nur dem Gesichte, sondern auch einander näherrücken. Und so hatte sich in der Tat, wie die Abb. 25 b zeigt, die Distanz zwischen diesen beiden Platten wesentlich verringert. Denn trotz der bedeutenden Breitenzunahme seines Rumpfes betrug bei dem Hu 1 die Distanz zwischen den Spitzen seiner beiden Zeigefingeranlagen nur 5 mm, während die zwischen den Spitzen seiner beiden Kleinfingeranlagen 7·75 mm lang war. Seine Scapulae bestanden schon zum größten Teile aus Knorpelgewebe, seine Humeri aber so gut wie ganz. Wie an der Sagittalschnittreihe festgestellt werden konnte, war nun außer dem Ellbogen auch schon ein kurzer 0·13 mm langes Stück des Oberarms aus der Leibeswand herausgewachsen. Nur ein kleiner Teil des Schultergelenkskopfes lag kaudal von dem Hautgebiete, welches sich von der kaum noch angedeuteten Grenzfurche zwischen Hals und Schultergegend befand. Und so lag demnach noch der größere Teil des Schultergelenkes medial von der durch diese Grenzfurche gelegten Sagittalebene. Von einer richtigen Schulter kann demnach bei dem Hu 1 (vgl. Abb. 25 a) nicht mehr oder noch nicht gesprochen werden. Radius und Ulna bestanden fast ihrer ganzen Länge nach aus Knorpelgewebe, nur an ihren Enden war die Verknorpelung noch nicht ganz abgeschlossen. Die Elemente der Handwurzel bestanden auch bereits zum größeren Teile aus Knorpelgewebe, da aber ihre oberflächliche Schichte noch vorknorpelig war, ließen sie sich noch nicht ganz scharf gegeneinander abgrenzen. Bei der Untersuchung der Handwurzel war auch die Anlage eines in seinem Zentrum bereits verknorpelten os centrale nachzuweisen. Die Anlagen der ossa metacarpalia der vier dreigliederigen Finger waren bis auf ihre Epiphysen schon weitgehend verknorpelt, während die Knorpelbildung in der Diaphyse des os metacarpale pollicis erst begonnen hatte. Der distale Teil der Phalangenanlagen bestand noch ganz aus Vorknorpelgewebe und war noch nicht schärfer gegen den proximalen Teil, der später zur Grundphalange geworden wäre, abgegrenzt. Der letztere aber war mit Ausnahme der Grundphalange des Daumens schon in Verknorpelung

<sup>1</sup> Ich habe die beiden Hautlappen auch noch bei einem vierten Keimling (E 27) meiner Sammlung von 16 mm S. St. Länge angetroffen und weil dieselben bei ihm besonders gut ausgebildet waren, Lichtbilder der Dorsal- und Volaransicht seiner linken Handanlage bei 7·5facher Vergrößerung hergestellt, an denen man die beiden Hautlappen fast noch besser sieht wie an den Handanlagen des Au 5 und des Hu 1. Leider bin ich erst spät auf diese Hautlappen aufmerksam geworden, nachdem ich schon einen großen Teil meines Materiales von jungen menschlichen Keimlingen verarbeitet hatte. So vermag ich über die Regelmäßigkeit des Vorkommens dieser Hautlappen nichts bestimmtes auszusagen, halte dieselbe jedoch für wahrscheinlich.

begriffen. Die Randvene der Handplatte war noch ihrer ganzen Länge nach durchgängig, aber insofern stark in Rückbildung begriffen, als sie dort, wo die Enden der Phalangenanlagen an sie anstießen, ganz enge geworden war und von ihren in den interdigitalen Räumen befindlichen Erweiterungen präkapillare Venenzweigen abgingen, welche das Blut aus ihr in proximaler Richtung abzuleiten begonnen hatten. Immerhin war die Hauptableiterin des Venenblutes aus der Handplatte immer noch die am Ulnarrande des Unterarmes verlaufende Vene. Allerdings sah ich bei genauerer Untersuchung, daß aus der ersten, zwischen der Daumen- und Zeigefingeranlage gelegenen Erweiterung der *V terminalis* ein stärkerer Venenzweig entsprungen war, der sich über den Handrücken hinweg auf den Unterarm verfolgen ließ und aus dem wohl, wenn der Keimling weiter gelebt hätte, die *V cephalica antebrachii* entstanden wäre.

Was nun die Anlagen der Beckengliedmaßen betrifft, so waren die Vorwölbungen ihrer Knie ganz nach der Seite gerichtet und die aus dem Rumpfe herausragenden Oberschenkelteile noch ganz kurz, aber als solche auch medial schon gut erkennbar. Die Unterschenkel hingegen waren im Vergleiche mit denen des An 5 nur wenig verlängert und ihre Längsachsen standen so schief zur Längsachse des Rumpfes, daß sie mit dieser stumpfe Winkel einschlossen (vgl. Abb. 25 a). Was die Fußanlagen betrifft, so waren ihre plantaren Flächen nabelstrangwärts gerichtet und beinahe schon sagittal eingestellt. Über ihre Form und Modellierung orientieren die Abb. 27 a und b, an denen man vor allem sieht, daß die Fußanlagen im Vergleiche mit denen des An 5 wesentlich breiter geworden sind und nichts mehr an ihnen an die ursprüngliche Spitzbogenform ihres verdickten Randes erinnert. An dem letzteren sprangen die Zehenanlagen kaum noch vor und nur die Stelle, an welcher die große Zehe zum Vorschein gekommen wäre (vgl. Abb. 27 a und b), war etwas deutlicher ausgeprägt. Dagegen traten an den dorsalen Flächen der Fußanlagen die vier metatarsalen Wülste der dreigliederigen Zehen deutlich hervor, während an ihren plantaren Flächen noch nichts von solchen Wülsten zu sehen war. Doch ist an der Abb. 27 b die Fersenanlage bereits gut zu erkennen. Was die Verknorpelung des Beckengliedmaßenskelettes anbelangt, so hatte dieselbe an den Hüftbeinanlagen in der Gegend des Hüftgelenkes Fortschritte gemacht, war jedoch noch weit davon entfernt abgeschlossen zu sein. Ihre drei Teile waren nicht nur an ihrer Oberfläche bis in ihre peripheren Abschnitte, so weit dieselben schon verknorpelt waren von einer mehr oder weniger dicken Schichte von Vorknorpelgewebe bedeckt, sondern hingen auch im Gebiete der späteren Hüftgelenkspfanne durch breite Massen von Vorknorpelgewebe miteinander zusammen. Die Anlagen der Oberschenkelknochen bestanden schon zum größten Teile aus hyalinem Knorpel, doch besaßen sie dort, wo später ihre Gelenkflächen entstanden wären, einen Belag aus Vorknorpelgewebe, das einerseits mit dem Vorknorpelgewebe der Hüftgelenkspfanne, andererseits mit dem Vorknorpelüberzug der proximalen Epiphysen von Tibia und Fibula zusammenhingen. Sowohl die Tibia wie die Fibula waren schon weitgehend verknorpelt, wobei in dieser Beziehung die erstere die letztere übertraf. Die Elemente der Fußwurzel bestanden noch ganz aus Vorknorpel und waren, daher noch nicht gegeneinander abzugrenzen. Die Metatarsalia der vier dreigliederigen Zehen begannen zwar bereits zu verknorpeln, bestanden aber der Hauptsache nach immer noch aus Vorknorpel. Immerhin sah man an ihren Durchschnitten gut, wie sich in ihrem Inneren die Vorknorpelzellen in richtige Knorpelzellen umzubilden begannen. Das Metatarsale hallucis bestand noch seiner ganzen Länge nach aus Vorknorpelzellen und ein gleiches war auch an den Anlagen der Phalangen festzustellen. Die Grenzvene der Fußanlage war noch vollständig erhalten und zeigte nur dort, wo die distalen Enden der Phalangenanlagen ihre Wand berührten ganz leichte Verengerungen. Aber von Venenzweigen, welche von ihren in den Interdigitalräumen gelegenen, nur ganz wenig erweiterten Abschnitten ausgegangen wären, um Blut proximalwärts zu leiten, war noch nichts zu bemerken und so strömte wohl das ganze Blut der Grenzvene durch die am fibularen Rande des Unterschenkels verlaufende, ihre Fortsetzung bildende Vene ab.

Bei dem Keimlinge Ke 13, der eine S. St. Länge von 18·2 mm hatte, sprangen die Ellbogen (vgl. Abb. 28 a und b auf Tafel 5) seitlich wieder stärker vor wie bei dem Hu 1. Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß seine Oberarmanlagen wieder etwas weiter aus dem Rumpfe herausgewachsen waren. Und zwar erfolgte dieses Herauswachsen offenbar in der gleichen Weise wie bei den etwas jüngeren Keimlingen, nämlich schief nach der Seite, sowie etwas in ventraler und kaudaler Richtung. Dabei zeichnete sich die Schultergegend (vgl. Abb. 28 a) noch immer nicht deutlicher gegen den Hals ab, weil die seichte Furche, welche dieselbe gegen seinen seitlichen Teil abgrenzte, sich ventral in die spaltförmige Furche fortsetzte, die den hier ganz kurzen, aber in der Medianebene und etwas seitlich von ihr überhaupt noch gar nicht vorhandenen Hals von dem Unterkiefergebiete des Kopfes sondert. Denn in der Medianebene ging die Haut des Mundhöhlenbodengebietes in die ihr anliegende Haut der Brustwand unmittelbar über. Das aber hängt wieder damit zusammen, daß die Nackenbeuge bei dem Ke 13 noch immer sehr stark ausgeprägt war. Es ging somit auch die Haut der Schultergegend ventral ohne Grenze in die Haut der Brustgegend über, was übrigens andeutungsweise auch schon bei dem An 5 und dem Hu 1 zu erkennen war. Die schiefe Stellung des Oberarmes und daß derselbe zunächst nur schief vorwachsen konnte und kann, ist auf zweierlei Ursachen zurückzuführen. Erstens darauf, daß die Schultergelenksanlage noch zum größten Teile sozusagen im Rumpfe steckte und deshalb auch das Oberflächenrelief der Schultergegend so wenig zu beeinflussen vermochte und zweitens darauf, daß die Brustwand, mit welcher ja der Oberarm noch in etwa drei Vierteln seiner Länge zusammenhängt, schräg gegen die Oberfläche des breiten Bauches zu abfällt. Durch das Vorgewachsensein des Oberarmes und die geringe Längenzunahme des Unterarmes erscheint nun auch wieder die Stellung der Handanlagen etwas verändert. Das heißt, dieselben verdeckten nun in der Seitenansicht (vgl. Abb. 28 a) nichts mehr von der Nase und zeigen in der Frontalansicht (vgl. Abb. 28 b) wie weit sie bereits medianwärts vorgeschoben waren. Dabei war bei der Herstellung des Lichtbildes der Abb. 28 b, um möglichst viel von der Handrückenfläche und auch noch die Ellbogen sichtbar zu machen, die Steißgegend des Keimlings etwas gehoben worden, was wieder zur Folge hatte, daß es so aussieht, als hätten sich die Handanlagen etwas vom Gesichte entfernt, was aber, wie die Seitenansicht zeigt, keineswegs der Fall war. Gleichzeitig wurde durch diese Einstellung auch ermöglicht, die Distanz zwischen den seitlich am stärksten vortretenden Punkten der beiden Ellbogen zu messen, die bei dem Ke 13 bereits 8·5 mm betrug. Daß die Medianwärtsverschiebung der Handanlagen des Ke 13, denen des Hu 1 gegenüber eine nicht unbeträchtliche war, geht daraus hervor, daß die Distanz zwischen den beiden Zeigefingerspitzen nur noch 3 mm und die zwischen den Spitzen der kleinen Finger 6·5 mm betrug. Über die Modellierung der Handflächen und der Fingeranlagen orientieren bis zu einem gewissen Grade die Abb. 28 a und b. Leider hatte ich versäumt, von den abgetrennten Gliedmaßenanlagen des Ke 13, bevor ich dieselben in Flachschnittreihen zerlegt hatte, Lichtbilder anzufertigen. Und so habe ich in den Abb. 29 a und b Dorsal- und Volar-, bzw. Plantaransichten der Hand- und Fußanlagen des Keimlings Ki 2 gebracht, der eine S. St. Länge von 18·3 mm hatte, Anlagen, die, was das Studium der Schnittreihen lehrte, was die Entwicklung ihrer Skeletteile anbelangte, gleich weit entwickelt waren wie die Gliedmaßen des Ke 13. Nur in einer Beziehung unterschieden sich seine Handanlagen von denen des letzteren, nämlich dadurch, daß ihre Interdigitalmembranen (die sogenannten Schwimmhäute der Autoren), bei dem Ki 2 bereits zurückgebildet waren, was bei denen des Ke 13 (vgl. Abb. 28 b) noch nicht der Fall war. So erschienen also (vgl. Abb. 29 a und b) die Fingeranlagen des Ki 2 bereits als walzenförmige, an ihren Enden etwas verjüngte, volar leicht abgebogene Gebilde von verschiedener Länge. Sowohl die Oberflächen des Handrückens als wie die der Hohlhand waren stark vorgewölbt und gingen ohne Grenze in die Oberfläche des Unterarmes über.

Die Rückbildung der Interdigitalmembranen scheint sich, nach dem was ich gesehen habe, ziemlich rasch zu vollziehen. Ich besitze nämlich drei Händepaare (a, b und c)

menschlicher Keimlinge, bei denen die Interdigitalmembranen noch erhalten waren. Zwei von ihnen, die Paare a und b, stammten von Keimlingen, welche eine S. St. Länge von 17 mm hatten, während die S. St. Länge des Keimlings, von dem das Paar c herrührte, 18.5 mm betrug. Bei den Handpaaren a und c waren die Interdigitalmembranen noch vollkommen erhalten. Das heißt, bei ihnen waren die Einschnitte der Handplattenränder noch ganz seicht, etwa so wie bei dem Keimling Hu 1 oder dem Ke 13. Bei dem Händepaar b hingegen waren dieselben bereits um etwa ein Drittel tiefer mittelhandwärts vorgedrungen. Das heißt, bei diesem Keimlinge war die Rückbildung der Interdigitalmembranen im vollen Gange. Ich hatte diese Händepaare ganz schwach mit Parakarmin gefärbt und sie dann in steigendem Alkohol vollständig entwässert, hierauf in Xylol übertragen und schließlich in Canadabalsam eingeschlossen, so daß es möglich wurde, dieselben bei schwacher Vergrößerung im durchfallenden Lichte unter dem Mikroskope zu untersuchen. Dabei waren die Anlagen ihrer Skeletteile und deren Grenzen gut wahrzunehmen. So konnten dann mit Hilfe des Zeichenapparates brauchbare Abbildungen der Umrisse, der Handplatten und der ihrer Skeletteile hergestellt werden. Ich habe dann in der gleichen Weise das Händepaar eines Keimlings von 20 mm S. St. Länge behandelt und untersucht. Bei ihm war der Prozeß der Rückbildung der Interdigitalmembranen bereits zum Abschlusse gekommen. Das heißt, bei ihm waren von den Interdigitalmembranen nur noch ihre proximalen Teile vorhanden, die, weil aus ihnen die Interdigitalfalten des ausgebildeten Individuums hervorgehen, überhaupt erhalten bleiben. Wie sich aber die Rückbildung der Interdigitalmembranen abspielt, das heißt, welche Materialverschiebungen dabei platzgreifen und wo die Epithelvermehrung stattfindet, die erfolgen muß, damit die einander zugewendeten Fingeroberflächen, um frei zu werden, einen Überzug von neugebildeter Epidermis bekommen, war ich festzustellen nicht in der Lage.

Was die Entwicklung der Skeletteile ihrer Brustgliedmaßenanlagen anbelangt, so waren die Keimlinge Ki 2 und Ke 13 kaum voneinander verschieden. Da aber die Schnittreihen durch den Ki 2 besser gefärbt waren wie die durch den Ke 13, halte ich mich bei meiner Beschreibung ganz an das, was ich bei dem Ki 2 ermitteln konnte. Sein Schulterblatt war schon so gut wie ganz verknorpelt und ebenso sein Humerus, sein Radius und seine Ulna. Von den Carpalia waren die der distalen Reihe, wenn ich von einer ganz dünnen Schichte von Vorknorpelgewebe an ihrer Oberfläche absehe, fast ganz verknorpelt. Das gleiche gilt auch für das Triquetrum der proximalen Reihe. Hingegen waren das Lunatum und das Naviculare in der Verknorpelung noch lange nicht soweit fortgeschritten wie das Triquetrum. Und das gleiche gilt auch für das Centrale, das an der typischen Stelle zwischen dem Multangulum minus und dem Naviculare lag. Daß ich auch bei dem Ke 13 ein knorpeliges Centrale gefunden hatte, sei hier nur nebenbei bemerkt. Die Metacarpalia der vier dreigliederigen Finger verhielten sich, was ihre Verknorpelung anbelangt, ganz ähnlich wie Radius und Ulna. Auch die Verknorpelung ihrer Grundphalangen war schon ziemlich weit fortgeschritten. Hingegen hatte die ihrer zweiten Phalangen eben erst begonnen. Die Verknorpelung des Metacarpale pollicis war wieder lange nicht so weit fortgeschritten wie die der übrigen Metacarpalia und die Verknorpelung seiner Grundphalanx hatte eben erst begonnen. Die Grenzvene der Handplatte war begreiflicherweise bereits zerstört und die Venae digitales gelangten, nachdem sie an der Dorsalseite der Finger mehrfach miteinander anastomosiert hatten, auf den Handrücken. Eine etwas stärkere, an der Radialseite des Zeigefingers in der Richtung gegen die Interdigitalfalte zwischen Daumen und Zeigefinger verlaufende Vene nahm den größten Teil der Venen des Daumens auf und bildete so die Wurzel der Vena cephalica antebrachii, in welche wieder die übrigen Venen des Handrückens einmündeten.

Was die Beckengliedmaßen des Ke 13 anbelangt, so sieht man an der Abb. 28 a auf Tafel 5, wie die Oberfläche des verhältnismäßig noch sehr kurzen Oberschenkels seitlich ohne Abgrenzung in die der Leibeswand übergeht, während kaudal, kranial und vor allem

medial die Abgrenzung eine mehr oder weniger scharfe ist. Die Kniee waren, wie besonders die Abb. 28 b zeigt, ganz nach der Seite hin gerichtet und die der Nabelstrangwurzel zugewendeten Sohlenflächen der Füße beinahe sagittal und nur ganz wenig schief eingestellt. Die Modellierung der Fußanlagen war (vgl. Abb. 28 a) schon ziemlich gut ausgeprägt. Die Anlage der großen Zehe sprang deutlich vor und auch die Anlagen der übrigen Zehen waren schon gut zu erkennen. Noch schöner allerdings trat diese Modellierung an dem Fuße des Ki 2 hervor, und wie die gleichmäßige Wölbung des Fußrückens im Bereich der Fußwurzel in die des Unterschenkels (vgl. Abb. 29 a) übergeht. An der planta pedis trat der Fersenhöcker (vgl. Abb. 29 b) schon deutlich hervor, hingegen war im übrigen von einer Modellierung der Fußsohle noch nichts wahrzunehmen.

Was die Entwicklungsstufe der Skeletteile der Beckengliedmaßen des Ki 2 anbelangt, so war bezüglich der Anlage seines Hüftbeines zu sagen, daß seine drei Teile, soweit dieselben gebildet waren, schon zum größten Teile aus Knorpelgewebe bestanden. Doch waren die Anlagen der Körper dieser Teile, durch eine dreistrahlige aus Vorknorpel bestehende Zwischensubstanzmasse miteinander und durch eine aus ebensolchem Gewebe bestehende kappenförmige Schichte mit dem aus Knorpelgewebe bestehenden Femurkopfe in Verbindung. Das Foramen obturatum war noch nicht geschlossen, weil die Anlage der pars symphysica ossis pubis noch nicht mit der Anlage der pars publica ossis ischii verbunden war. Die Femuranlage sowie die Anlagen der Tibia und Fibula erschienen bereits zum allergrößten Teile verknorpelt. Auch die Anlagen der Fußwurzelknochen bestanden schon zu einem guten Teile aus Knorpelgewebe, waren aber an ihren Oberflächen allenthalben noch von einer mehr oder weniger dicken Schichte von Vorknorpelgewebe überzogen. Bemerkenswert ist, daß die Anlage des os cuneiforme primum noch weniger ausgiebig verknorpelt war wie die Anlagen der beiden anderen cuneiformia. Ziemlich weit fortgeschritten war auch die Verknorpelung der Metatarsalia der vier dreigliederigen Zehen, während an der Anlage des os metatarsale hallucis die Verknorpelung erst vor kurzem eingesetzt zu haben schien. Die Verknorpelung der Phalangenanlagen, an denen von einer Unterteilung noch nichts wahrzunehmen war, hatte proximal erst begonnen und war an der Phalangenanlage der großen Zehe noch kaum bemerkbar.

Die Randvene der Fußanlage war noch ihrer ganzen Länge nach erhalten. Nur war sie an den Stellen, an welchen die Enden der Phalangenanlagen an sie anstießen, stark verengt, während ihre in den Interdigitalmembranen befindlichen Zwischenstrecken ziemlich stark erweitert waren. Der Abfluß des Blutes aus der Grenzvene erfolgte demnach noch zur Gänze durch die ihre Fortsetzung bildende, dem fibularen Rande des Unterschenkels entlang verlaufende, ziemlich mächtige Vene.

Wesentlich weiter entwickelt wie die der Keimlinge Ke 13 und Ki 2 waren die Gliedmaßenanlagen des Po 1, obwohl derselbe nur eine S. St. Länge von 18.4 mm hatte. Wie nämlich seine Seitenansicht auf das deutlichste zeigt (vgl. Abb. 30 auf Tafel 5), waren von allen übrigen Verhältnissen abgesehen, besonders seine Beckengliedmaßen sehr viel weiter entwickelt wie die des Ke 13. Daß das gleiche übrigens auch für seine Brustgliedmaßen gilt, geht daraus hervor, daß der aus dem Rumpfe herausgewachsene Oberarmabschnitt (vgl. Abb. 30 mit Abb. 28 a) wesentlich länger geworden war wie der des Ke 13. Bei dem letzteren betrug nämlich die Distanz zwischen der dorsalen Achselfalte und dem seitlich am stärksten vorspringenden Punkte des Ellbogens (ich werde dieselbe in der Folge mit A—E bezeichnen) nur erst 0.88 mm, während die gleiche Entfernung bei dem Po 1 bereits 1.2 mm lang war. Auch die Länge des Unterarmes des Po 1 dürfte zugenommen haben, denn seine beiden Hände erscheinen einander so nahegerückt, daß, an dem Lichtbilde gemessen, die Entfernung seiner beiden Zeigefingerspitzen voneinander nur noch 1 mm und die zwischen den Kleinfingerspitzen 4.7 mm betrug. Zweifellos waren auch die Ober- und Unterschenkel des Po 1 etwas länger geworden wie die gleichen Gliedmaßenabschnitte des Ke 13. Jedenfalls sprangen, wie die Abb. 31 zeigt, die Kniee des Po 1 wieder stärker vor wie bei dem Ke 13

und war bei ihm die seitliche Abgrenzung des Oberschenkels gegen den Rumpf schon ziemlich deutlich ausgeprägt. An der Einstellung der Fußanlagen hatte sich allerdings dem Ke 13 gegenüber wenig geändert. Bemerkenswert ist die an der Abb. 31 in die Augen springende Kürze des fibularen Unterschenkelrandes.

Da der Po 1 im Ganzen geschnitten wurde, seine Gliedmaßen also nicht abgetrennt photographiert und in Flachschnittreihen zerlegt werden konnten, habe ich in den Abb. 33 a und 33 b die Volar-, bzw. Plantar- und Dorsalansichten der abgetrennten Gliedmaßen des Keimlings Ha 17 von 20·6 mm S. St. Länge wiedergegeben, die nahezu gleich weit entwickelt waren wie die des Keimlings Po 1. Wie ein Vergleich der Abb. 33 a und b mit den Abb. 29 a und b zeigt, hatte sich an der Form der Hand- und Fingeranlagen des Ha 17, denen des Ki 2 gegenüber nur insofern etwas geändert, als die ersteren etwas umfangreicher und die letzteren etwas länger geworden waren. Was das Skelett der Handanlagen anbelangt, so hat seine Verknorpelung weitere Fortschritte gemacht. Das heißt, die einzelnen Knorpel waren etwas größer und die Zwischenräume zwischen ihnen etwas kleiner geworden. Die Anlage des Erbsenbeines bestand allerdings noch immer aus Vorknorpelgewebe. Sehr gut war die Anlage des os centrale ausgeprägt, die an typischer Stelle zwischen den knorpeligen Anlagen der ossa multangulum minus, naviculare und capitatum gelegen die Gestalt eines rundlichen Stäbchens von 0·22 mm Länge und 0·06 mm Durchmesser hatte. Daß die zweiten Phalangen der vier dreigliederigen Finger schon weitgehend verknorpelt waren, sei nur nebenher bemerkt. Hingegen bestand die zweite Phalange des Daumens noch ganz aus Vorknorpel, während seine Grundphalanx schon weitgehend verknorpelt war. Was die Fußanlagen des Ha 17 anbelangt (vgl. Abb. 33 a mit den Abb. 29 a und b), so zeigten dieselben bei ihm sowie bei dem Po 1 (vgl. Abb. 31) schon deutliche Fußform. Vor allem trat bei ihnen die Ferse schon deutlicher hervor und waren nun auch an ihren plantaren Flächen die intermetarsalen Furchen (vgl. Abb. 33 b) gut ausgeprägt. An den zweiten Phalangen der vier dreigliederigen Zehen hatte die Verknorpelung schon weitgehend Platz gegriffen, während an der Endphalanx der großen Zehe noch keine Spur von Verknorpelung wahrzunehmen war. Noch war die Randvene der Fußanlage ihrer ganzen Länge nach erhalten. Nur war sie dort, wo die Enden der zweiten Phalangen an sie anstießen, ganz enge geworden und stand sie an diesen Stellen sozusagen vor ihrer Zerstörung. Dies kam auch insofern dadurch zum Ausdruck, als sich an der Großzehenseite des Fußrandes eine Vene gebildet hatte, welche bereits dem Abfluß des Blutes aus der großen Zehe gedient hatte.

Der Keimling We 1 (vgl. Abb. 32 a und b) hatte eine S. St. Länge von 21 mm. Sein Scheitelhöcker war noch sehr gut ausgeprägt und seine Augen immer noch etwas nach der Seite gerichtet. Dabei war seine Nase eine richtige Mopsnase (vgl. Abb. 32 b). Die epithelial verschlossenen Nasenlöcher waren 0·8 mm voneinander entfernt. Von der Mundspalte (vgl. Abb. 32 a) war ungefähr eben so viel zu sehen wie bei den Keimlingen Ke 13 und Po 1, was mit der Lage ihrer Brustgliedmaßen zusammenhängt. Von einem Halse war bei ihm sowie bei allen jüngeren von mir im Vorausgehenden besprochenen Keimlingen noch nicht zu sprechen, denn noch lag die die Gebilde seines Mundhöhlenbodens bedeckende Haut, der Haut seiner Brustwand unmittelbar an und der ziemlich breite, aber ganz enge Spalt zwischen beiden erstreckte sich kopfwärts bis an die Kehlkopfgegend heran. Noch waren bei dem We 1 die beiden Hälften der Brustbeinanlage in der Körpermitte nicht miteinander in Verbindung getreten. Der geschilderte Spalt zwischen der Haut des Mundhöhlenbodens und der Haut der ventralen Brustwand setzte sich seitlich, wie die Abb. 32 a zeigt, in eine dorsalwärts auslaufende spaltförmige Furche fort, die gegen ihr Ende zu immer seichter werdend, 0·7 mm kaudal von der Ohröffnung, an dieser vorbeizieht und nackenwärts verstreicht. Die Anlage dieser Furche war (vgl. Abb. 30) auch schon bei dem Keimling Po 1 vorhanden, nur war sie bei ihm in der Schultergegend ganz seicht und daher kaum sichtbar, während sie nun bei dem We 1 diese, auch noch recht wenig vorgewölbte Gegend kopfwärts scharf begrenzte. Die Oberarme des We 1 waren schief nach der Seite etwas ventral und

kaudal gerichtet. Die Ellbogen sprangen, wie besonders die Abb. 32 b gut zeigt, seitlich sehr stark vor. Die Distanz zwischen den beiden Vorsprüngen betrug 9·7 mm. Über die Länge des frei aus dem Rumpfe herausragenden Teiles des Oberarmes orientiert am besten (vgl. Abb. 32 a) die Distanz A—E, die bei dem We 1 schon 1·7 mm lang war. Über die Lageverhältnisse der Unterarme und der Hände gibt die Abb. 32 b die beste Aufklärung. An derselben überblickt man sowohl die leichtgewölbten dorsalen Flächen der beiden Unterarme als auch die der in den Handgelenken leicht abgebogenen Hände mit ihren dreigliederigen Fingern, während die Daumen nicht sichtbar sind. Dabei waren die beiden Hände einander schon so nahe gerückt, daß die Entfernung zwischen den Spitzen ihrer Zeigefinger nur noch 1·5 mm betrug, während die Spitzen ihrer kleinen Finger 5 mm voneinander entfernt waren.

Was nun die Beckengliedmaßen des We 1 anbelangt, so war der von der Seite her sichtbare Teil ihrer Oberschenkel im Vergleiche mit demselben Teile des Po 1 etwas länger geworden. Seine Länge betrug ungefähr 2·6 mm, während seine dem äußeren Genitale zugewendete Fläche (vgl. Abb. 34 auf Tafel 6) ganz kurz war und nur ungefähr 0·6 mm maß. Die Distanz der beiden Kniee voneinander betrug 7·5 mm, der Kniegelenkwinkel etwa 110°. Die Unterschenkel waren seitlich gegen die Fußrücken (vgl. Abb. 32 a und 34) nicht abgrenzbar und daher die Längen ihrer Seitenflächen kaum schätzbar. Ihre medialen Flächen aber waren, wie die Abb. 34 zeigt, ganz kurz. Die Länge der Sohlenflächen der Füße des We 1 betrug von der Spitze der zweiten Zehe bis zu dem vorragendsten Punkte der Ferse gemessen 3·3 mm. Die Distanz zwischen den Enden der beiden großen Zehen betrug 2·6 mm, während die zwischen den Spitzen der kleinen Zehen 0·56 mm lang war. Noch befanden sich die Fußanlagen den Unterschenkeln gegenüber in extremer Streckstellung, waren aber gleichzeitig (vgl. Abb. 34 mit Abb. 31) wieder ein wenig stärker supiniert. Die Form der Füße des We 1 erinnerte schon sehr an die der ausgebildeten Form.

Die Abb. 35 a und b auf Taf. 6 betreffen den Keimling Schü 2, der eine S. St. Länge von 26·57 mm hatte. Auch er besaß noch keinen richtigen Hals. Denn die Oberfläche seiner die Gegend des Mundhöhlenbodens bedeckenden Haut lag der Haut seiner Brustwand noch immer ganz nahe und die die erstere von der letzteren trennende enge Spalte reichte kopfwärts immer noch über die Querschnittsebene des Handgriffes des Brustbeines kaum hinaus. Immerhin endigte diese Spalte seitlich (vgl. Abb. 35 b) bereits im Bereiche des angulus mandibulae, von wo aus in ihrer Fortsetzung in querer Richtung eine ganz seichte Furche dorsalwärts verlief, welche die Oberfläche der nur ganz wenig vorspringenden Schultergegend gegen die Fläche abgrenzte, welche dorsal in die Oberfläche der Nackengegend überging und als Seitenfläche des Halses zu bezeichnen ist. Ventral von der Wurzel des Oberarmes und medial von der Ellbogenbeuge war auch bereits ein kleiner Abschnitt der Brustwand frei sichtbar, was wohl zum Teile mit der Verlängerung des Oberarmes zusammenhängt, denn dieser ist im Vergleiche mit dem Oberarme des We 1 (vgl. Abb. 35 b mit Abb. 32 a) nicht unwesentlich länger geworden und infolgedessen der Ellbogen an der seitlichen Brustwand etwas vor- und herabgerückt. Dabei betrug die Distanz A—E bereits 2·4 mm. Diese Verlängerung des Oberarmes machte sich nun auch insofern geltend, als bei der Betrachtung des Keimlings von der ventralen Seite her (vgl. Abb. 35 a) auch von da aus ein Stück der kopfwärts gerichteten Oberfläche des Oberarmes sichtbar geworden war. Wie die Abb. 35 b zeigt, ist aber auch der Unterarm um ein beachtliches Stück länger geworden, was wieder zur Folge hatte, daß sich die beiden Hände, wie besonders die Abb. 35 b gut zeigt, recht erheblich von der Brustwand entfernt haben, aber einander insofern doch wieder etwas näher gerückt sind, als die Entfernung zwischen den Spitzen ihrer beiden Zeigefinger nur noch 0·8 mm und die zwischen den Spitzen ihrer kleinen Finger 5 mm betrug. Daß nun die Endglieder der Finger des Schü 2 eine leichte Verdickung erkennen lassen, ist darauf zurückzuführen, daß sich an ihnen bereits die Nagelbetтанlagen zu bilden beginnen. Was die Skeletteile der Brustgliedmaßen anbelangt, so waren die Anlagen aller ihrer Elemente bereits ziemlich vollständig verknorpelt, nur die des os pisiforme war noch in der Verknorpelung begriffen. Die stäbchen-

förmige Anlage des os centrale hatte eine Länge von 0.5 mm. Dabei war ihr volarer Abschnitt bereits in einer Länge von 0.15 mm mit der Anlage des os naviculare verwachsen, während sein freies Handrückenende zwischen den knorpeligen Anlagen des os naviculare und des os multangulum minus sichtbar war.

Was nun die Beckengliedmaßen des Schü 2 anbelangt, so hatten sich sowohl ihre Dimensionen als auch ihre Lageverhältnisse denen des We 1 gegenüber ganz wesentlich geändert. Vor allem fällt auf (vgl. Abb. 35 a), daß sich die Sohlenflächen seiner beiden Füße einander soweit genähert hatten, daß sich ihre Zehen in der Medianebene bereits berühren und daß sich also die Supinationsstellung seiner Füße wieder wesentlich verringert hat. Die etwas länger gewordenen Oberschenkel waren etwas stärker nach der Seite und ventralwärts gerichtet und auch die Kniegelenke waren etwas stärker gebeugt, wie bei dem We 1. Die Entfernung zwischen den seitlich am stärksten vorspringenden Punkten der beiden Kniee betrug 9.6 mm. Sie war somit wesentlich größer geworden, wie die gleiche Entfernung bei dem We 1, was sicherlich vor allem auf die Längenzunahme des Oberschenkels des Schü 2 zurückzuführen ist.

Über die Anlagen der Skeletteile der Beckengliedmaßen des Schü 2 ist folgendes zu sagen: Die Hüftbeine waren in allen ihren Teilen bereits weitgehend verknorpelt. Die knorpeligen Darmbeine standen bereits mit dem Kreuzbein in Verbindung. Auch die drei knorpeligen Teile der Hüftbeinanlagen waren miteinander bereits so verwachsen, daß an der von ihren Körpern gebildeten Hüftgelenkspfanne keine Spuren der erfolgten Verwachsung mehr wahrzunehmen waren. Auch war die pars symphysica der Anlage des ramus osis pubis bereits mit der pars pubica der Anlage des ramus ossis ischii verwachsen und damit das Foramen obduratum gebildet. Allerdings schlossen aber die Hüftbeinanlagen medial in der Symphyse der Schambeinanlagen insofern nicht dicht aneinander an, als das Gewebe, aus welchem später die symphysis ossium pubis hervorgegangen wäre, bei dem Schü 2 im Bereiche der Körpermitte noch ziemlich locker gefügt war. Femur, Tibia und Fibula bestanden bereits ganz aus Knorpel und das gleiche gilt auch für die Elemente der Fußwurzel und des Mittelfußes. Hingegen lagen bei den Skeletteilen der Zehen die Verhältnisse etwas verwickelter. Für alle Zehen gilt allerdings, daß ihre Endphalangen erst in Bildung begriffen waren. Bei der großen Zehe war die Verknorpelung der Grundphalange noch in vollem Gange und das gleiche gilt auch für die Grundphalange der kleinen Zehe, während bei der zweiten Phalange dieser Zehe die Verknorpelung erst begonnen hatte. Bei den übrigen dreigliederigen Zehen waren die Grundphalangen bereits ganz knorpelig, während ihre zweiten Phalangen bei ihrer Verknorpelung schon etwas weiter gekommen waren, wie die zweite Phalange der kleinen Zehe.

Ich wende mich nun den Verhältnissen der Gliedmaßen des Keimlings Apf 13 zu, der eine S. St. Länge von 31 mm hatte. Auch bei ihm war in der Körpermitte noch immer kein Halsteil gebildet. Denn die Hautbedeckung der Gegend seines Mundhöhlenbodens war noch immer von der Haut der Brustwand nur durch einen Spaltraum gesondert, der sich allerdings in der Kinngegend (vgl. Abb. 36 b) bereits etwas erweitert hatte, aber weiter kranial und dorsal in der Querschnittsebene der Stimmritze ganz spitzwinkelig endete. Auch seitlich war die Öffnung dieser Spalte (vgl. Abb. 36 a) etwas weiter geworden. Nur in der Körpermitte war dieselbe noch ganz enge. Wie bei dem Schü 2 setzte sich dieselbe seitlich und dorsal in eine spitzwinkelige, immer seichter werdende Furche fort, welche die seitliche Halsgegend gegen die Schultergegend abgrenzte und nackenwärts verstrich. Noch war auch bei dem Apf 13 die Vorwölbung der Schultergegend (vgl. Abb. 36 c) nicht besonders ausgeprägt. Die letztere Erscheinung ist wohl der Hauptsache nach auf die Schiefstellung der Oberarme zurückzuführen (vgl. Abb. 36 a und c). Diese sind nämlich im Vergleiche mit den Oberarmen des Schü 2 etwas stärker kaudal und weniger stark nach der Seite hin gerichtet. Natürlich hängt diese Schiefstellung vor allem von der Richtung ab, in welcher die Oberarme aus dem Rumpfe herausgewachsen sind; aber doch auch wieder in hohem

Grade von der seitlichen Vorwölbung der Brustwand, an der entlang sie vorwachsen. Und so kommt es, daß ihre distalen Abschnitte, je weiter dieses Vorwachsen in kaudaler Richtung erfolgt, mit ihren Ellbogen der Verbreitung des Brustkorbes entsprechend nach der Seite hin verlagert werden. So kam es, daß bei dem Apf 13, dessen freie Oberarmabschnitte, bzw. die Entfernungen A—E bereits 3·4 mm lang waren, auch die Distanz zwischen den beiden seitlich am stärksten vorragenden Punkten seiner Ellbogen bereits 13·6 mm betrug. Trotzdem bei dem Apf 13 auch die Unterarme an Länge zugenommen hatten, war die Entfernung zwischen seinen beiden, in den Handgelenken volar abgeboogenen Händen wieder etwas größer geworden, was wohl auch durch die Verbreiterung des Brustkorbes in der Ellbogengegend verursacht gewesen sein dürfte. Die Entfernung zwischen den Kuppen der Endglieder der beiden Mittelfinger betrug 3·2 mm. Auch lagen die Hände des Apf 13 dem Brustkorbe ebensowenig unmittelbar an (vgl. Abb. 36 a und b) wie bei dem Schü 2 (vgl. Abb. 35 a und b). Dabei sieht es aber auch so aus (vgl. Abb. 36 b), als hätten sich seine Hände von seinem Gesichte entfernt. Doch war diese Entfernungsvergrößerung wohl nur darauf zurückzuführen, daß sich (vgl. Abb. 36 a mit Abb. 35 b) bei dem Apf 13 die Nackenbeuge schon stark zurückgebildet hatte. Daß bei dem Apf 13 in der Seitenansicht (vgl. Abb. 36 a), kranial von der Ellbogenbeuge schon ein gutes Stück der Brustwand sichtbar geworden war, sei hier nur nebenher bemerkt. Sehr gut sieht man an der Abb. 36 b auch, wie an den Endgliedern der Finger die Nagelbettanlagen hervortreten. Was nun die Skeletteile der Brustgliedmaßen anbelangt, so sind dieselben, soweit sie schon früher verknorpelt waren, weiter gewachsen, ohne daß sich dabei ihre Form wesentlich verändert hätte. Nur im Bereiche der Hand und der Finger hat sich einiges geändert. So ist die Verknorpelung der Anlage des os pisiforme weiter fortgeschritten. Ferner ist von der knorpeligen Anlage des os centrale nur noch ein dorsales Stück von 0·14 mm Länge frei, während sein übriger Teil bereits mit dem knorpeligen naviculare verwachsen war. Die Mittelphalangen der vier dreigliederigen Finger waren nun schon vollständig verknorpelt und auch ihre wohlausgebildeten Endphalangen bestanden gleichfalls bereits zum größten Teile aus Knorpel. Die Grundphalange des Daumens war auch schon ganz verknorpelt und seine bereits wohlausgebildete Nagelphalange befand sich im Stadium der Verknorpelung.

Über die Verhältnisse der Beckengliedmaßen geben die Abb. 36 a und b genügend Aufklärung. Sowohl die Ober- wie auch die Unterschenkel des Apf 13 hatten denen des Schü 2 gegenüber beträchtlich an Länge zugenommen. Trotzdem war die Entfernung zwischen den beiden seitlich am stärksten vorspringenden Punkten, die bei dem Schü 2 bereits 9·6 mm lang war, bei dem Apf 13 nicht länger geworden. Es ist dies eine Erscheinung, welche wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, daß der Winkel zwischen dem Ober- und Unterschenkel bei dem Apf 13 etwas stumpfer geworden ist wie der gleiche Winkel bei dem Schü 2 (vgl. die Abb. 35 b mit der Abb. 36 a). Die Unterschenkel waren nun, wie die Abb. 36 a zeigt, gegen die Füße schon ziemlich gut abzugrenzen. An der Stellung der Füße zueinander hat sich anscheinend nicht viel geändert. Die Zehen aber erschienen denen des Schü 2 gegenüber wesentlich länger geworden und zeigten an ihren Endphalangen schon eine Andeutung von Nagelbettbildung.

Über das Skelett der Beckengliedmaßen des Apf 13 vermag ich, da seine Füße nicht mikrotomiert worden waren, nur einiges über seine Hüftbeinanlagen auszusagen. Dieselben waren in allen ihren Teilen schon gut ausgebildet. Auch die partes symphysicae ihrer Schambeine waren bereits ganz verknorpelt und einander näher gerückt. Aber die sich bildende symphysis ossium pubis bestand auch dort, wo die partes symphysicae einander am nächsten standen und nur noch 0·07 mm voneinander entfernt waren, aus locker gelagerten Bindegewebezellen. Dabei war aber das ligamentum arcuatum pubis bereits als ein derber, intensiv gefärbter Bindegewebsstrang angelegt.

Mit dem, was ich im Vorausgehenden über das Verhalten der Gliedmaßen des Apf 13 mitgeteilt habe, schließe ich meine Schilderung der Entwicklung der Gliedmaßen des Menschen ab.

Denn die Veränderungen, die sich an ihnen im Verlaufe der weiteren Entwicklung noch geltend machen, sind von der Art, daß sie sich derjenige, der auch nur über eine geringe Anzahl von älteren, lebensfrisch und gut konservierten menschlichen Keimlingen verfügt, recht leicht vorstellen kann. Daß bei dem Apf 13 die Schulter noch lange nicht ihre volle Ausbildung erlangt hatte, das heißt, daß sie seitlich etwa schon stark vorgewölbt gewesen wäre, wie bei älteren Keimlingen, wird jeder leicht erkennen, der einen solchen älteren Keimling betrachtet. Dabei wird er aber auch sehen, wie sich mit der völligen Rückbildung der Nackenbeuge das Kinn von der Brustwand immer weiter entfernt und auf diese Weise auch der ventrale Abschnitt des Halses allmählich zur Ausbildung gelangt. Daß aber mit der weiteren Ausbildung der Schulter und ihrem Heraustreten aus dem Rumpfe und dem gleichzeitigen Längerwerden der Brustgliedmaßen eine beträchtliche Stellungsveränderung der letzteren Platz greifen wird, ist einleuchtend. Dabei werden, wie ich an meinen Lichtbildern sehe, die Hände zunächst ziemlich symmetrisch mehr oder weniger stark vor das Gesicht verlagert und nehmen schließlich eine zeitlang (vgl. Abb. 221 auf S. 268, in Fischels Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, meines durch Operation gewonnenen Keimlings St, Sp 1), eine Stellung ein, welche man als Flötenspielerstellung bezeichnen könnte, wobei das eine Mal die rechte, das andere Mal die linke Hand der Nase nähergerückt erscheint.

Was nun die Stellung der Füße anbelangt, so war der älteste Keimling meiner Sammlung, bei welchem dieselben noch die gleiche Stellung zeigten wie bei dem Apf 13 (vgl. Abb. 36 b) der Hof 3, der eine S. St. Länge von 39 mm hatte und lebensfrisch einem total extierpierten Uterus entnommen wurde. Bei dem Keimling Weig 1, dessen S. St. Länge bereits 50·3 mm betrug und der gleichfalls einem total extierpierten Uterus entstammte, waren zwar, wie sein Lichtbild zeigt, seine Fußsohlen einander noch zugewendet, doch lag seine linke Ferse 2·6 mm dorsal von der rechten, und es war also der linke Fuß dem rechten gegenüber in dorsaler Richtung etwas verschoben. Bei allen älteren Keimlingen meiner Sammlung, von denen ich Lichtbilder besitze, der älteste von ihnen hatte eine S. St. Länge von 84 mm, waren die Unterschenkel sowie bei dem oben erwähnten St, Sp 1, der eine S. St. Länge von 75·5 mm hatte, bereits gekreuzt und zeigten die Füße in jedem Einzelfalle eine andere Stellung, waren aber häufig, sowie bei dem St, Sp 1 mehr oder weniger stark proniert.

---

### Verzeichnis der benützten Literatur

- Bardeen Ch. R. and Lewis W. H., Development of the limbs, bodywall and back in man. American Journ. of Anatomy, Vol. 1, 1901.
- Bardeen Ch. R., Studies of the Development of the human Skeleton. American Journ. of Anatomy, Vol. 4, 1905.
- Blechs Schmidt E., Die frühembryonale Lageentwicklung der Gliedmaßen. Entwicklung der Extremitäten beim Menschen, Teil 1. — Die frühembryonale Formentwicklung der Gliedmaßen. Entwicklung der Extremitäten beim Menschen, Teil 2. — Die frühembryonale Strukturentwicklung der Gliedmaßen. Entwicklung der Extremitäten beim Menschen, Teil 3. — Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. 115, 1951.
- Bonnet Peter, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 5. Aufl., 1929.
- Braus, Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskelettes. — Hertwigs Handbuch der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, 1906.
- Broman J., Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 1921.
- Clara M., Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Aufl., 1940.
- Corning H. K., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Aufl., 1925.
- Fischel A., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 1929.
- Gräfenberg, Die Entwicklung der Knochen, Muskeln und Nerven der Hand Anatom. Hefte, Bd. 30.
- Henke und Reyher, Studien über die Entwicklung der Extremitäten des Menschen, insbesondere der Gelenkflächen Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 70, 3. Teil, 1874.
- Hochstetter F., Bilder der äußeren Körperform einiger menschlicher Embryonen aus den beiden ersten Monaten der Entwicklung. F. Bruckmanns Verlag, München, 1907.
- Über die Anlage des os centrale carpi des Menschen und ihr Schicksal. Sitzungsber. d. math.-naturw. Klasse der Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 161 Heft 1 1952.
- Holl M., Über die Entwicklung der Stellung der Gliedmaßen des Menschen. Sitzungsber. d. math.-naturw. Klasse der Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 100, T. 1891.
- Leboucq H., De l'os central du carpe chez les mammifères. Bull. Acad. R. Belgique, T. IV., 1882.
- Recherches sur la morphologie du carpe chez les mammifères. Arch. biol., T. V 1884.
- Lewis W. H., Development of the arm in man. American Journ. of Anat. Vol. 1.
- Keibel Mall, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, 1910.
- Petersen A., Untersuchungen zur Entwicklung des menschlichen Beckens. Archiv f. Anatomie Physiologie, Anat. Abt. 1893.
- Pfützner W., Die morphologischen Elemente des menschlichen Handskelettes. Zeitschr. f. Morphol. Anthropologie, Bd. 2, 1900, Bd. 4, 1901.
- Rauber Kopsch, Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 12. Aufl., 1920.
- Rosenberg E., Über die Entwicklung der Wirbelsäule und das os centrale carpi des Menschen. Morphol. Jahrb., Bd. 1, 1876.
- Thilenius, Die überzähligen Carpus Elemente menschlicher Embryonen. Anatom. Anzeiger, Bd. 9, 1894.
- Virchow H., Das os centrale carpi des Menschen. Morphol. Jahrb., Bd. 63, 1929.
-

## Verzeichnis der Lichtbilder auf den Tafeln 1—6

Tafel 1

Abb. 1	Wi 7	gr. Länge	3·2 <i>mm</i>	10fach	
Abb. 2	Wi 10	gr. Länge	3·8 <i>mm</i>	10fach	
Abb. 3	Fü 1	gr. Länge	3·86 <i>mm</i>	7·5fach	
Abb. 4 a	No 3	gr. Länge	4·6	7·5fach	
Abb. 4 b	No 3	gr. Länge	4·6	7·5fach	
Abb. 5	Hie 4	gr. Länge	5·49 <i>mm</i>	7·5fach	
Abb. 6	Fr 1	gr. Länge	5·9	5fach	
Abb. 7	Apf 7	gr. Länge	6	7·5fach	
Abb. 8	No 4	gr. Länge	6·6 <i>mm</i>	5fach	
Abb. 9	Ho 2	gr. Länge	6·13 <i>mm</i>	7·5fach	
Abb. 10	Sz 10	gr. Länge	7·2	7·5fach	
Abb. 11	Lu 2	gr. Länge	8·5	7·5fach	

Tafel 2

Abb. 12	Mi 1	gr. Länge	8 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 13 a	Ha 5	gr. Länge	8·22 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 13 b	Ha 5	gr. Länge	8·22 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 14	E 24	gr. Länge	8·53 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 15 a	Ma 3	gr. Länge	9·18 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 15 b	Ma 3	gr. Länge	9·18 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 16	Apf 10	gr. Länge	9·4 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 17 a	N 2	gr. Länge	10·4 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 17 b	N 2	gr. Länge	10·4 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 17 c	N 2	gr. Länge	10·4 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht

Tafel 3

Abb. 18 a	Hie 1	gr. Länge	11·04 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 18 b	Hie 1	gr. Länge	11·04 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 18 c	Hie 1	gr. Länge	11·04 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht
Abb. 19	No 5	gr. Länge	12·4 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 20 a	Ha 8	gr. Länge	12·88 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 20 b	Ha 8	gr. Länge	12·88 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 20 c	Ha 8	gr. Länge	12·88 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht
Abb. 22 a	E 29	S. St. Länge	13·44 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 22 b	E 29	S. St. Länge	13·44 <i>mm</i>	5fach	Dorsalansicht
Abb. 22 c	E 29	S. St. Länge	13·44 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht

Tafel 4

Abb. 21	Apf 8	S. St. Länge	12·3 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 23	Sz 1	S. St. Länge	15·3 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 24 a	An 5	S. St. Länge	16·84 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 24 b	An 5	S. St. Länge	16·84 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht
Abb. 25 a	Hu 1	S. St. Länge	17·6 <i>mm</i>	5fach	Seitenansicht
Abb. 25 b	Hu 1	S. St. Länge	17·6 <i>mm</i>	5fach	Ventralansicht
Abb. 26 a	An 5	5fach	rechte Hand rechter Fuß	} Dorsalansicht	
Abb. 26 b	An 5	5fach	rechte Hand rechter Fuß		} Volar- bez. Plantaransicht
Abb. 27 a	Hu 1	5fach	rechte Hand rechter Fuß	} Dorsalansicht	
Abb. 27 b	Hu 1	5fach	rechte Hand rechter Fuß		} Volar bez.- Plantaransicht

Tafel 5

Abb. 28 a	Ke 13	S. St. Länge 18·2 <i>mm</i>	4fach	Seitenansicht	
Abb. 28 b	Ke 13	S. St. Länge 18·2 <i>mm</i>	4fach	Ventralansicht	
Abb. 29 a	Ki 2	S. St. Länge 18·3 <i>mm</i>	5fach	linke Hand linker Fuß	} Dorsalansicht
Abb. 29 b	Ki 2	S. St. Länge 18·3 <i>mm</i>	5fach	linke Hand linker Fuß	
Abb. 30	Po 1	S. St. Länge 18·4 <i>mm</i>	4fach	Seitenansicht	
Abb. 31	Po 1	S. St. Länge 18·4 <i>mm</i>	5fach	Beckenendansicht	
Abb. 32 a	We 1	S. St. Länge 20·9 <i>mm</i>	3fach	Seitenansicht	
Abb. 32 b	We 1	S. St. Länge 20·9 <i>mm</i>	3fach	Ventralansicht	
Abb. 33 a	Ha 17	S. St. Länge 17·6 <i>mm</i>	5fach	rechte Hand rechter Fuß	} Dorsalansicht
Abb. 33 b	Ha 17	S. St. Länge 17·6 <i>mm</i>	5fach	rechte Hand rechter Fuß	

Tafel 6

Abb. 34	We 1	S. St. Länge 20·9 <i>mm</i>	5fach	Beckenendansicht	
Abb. 35 a	Schü 2	S. St. Länge 26·57 <i>mm</i>	2·5fach	Ventralansicht	
Abb. 35 b	Schü 2	S. St. Länge 26·57 <i>mm</i>	2·5fach	Seitenansicht	
Abb. 36 a	Apf 13	S. St. Länge 30 <i>mm</i>	2·5fach	Seitenansicht	
Abb. 36 b	Apf 13	S. St. Länge 30 <i>mm</i>	2·5fach	Ventralansicht	
Abb. 36 c	Apf 13	S. St. Länge 30 <i>mm</i>	2·5fach	Dorsalansicht	





Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

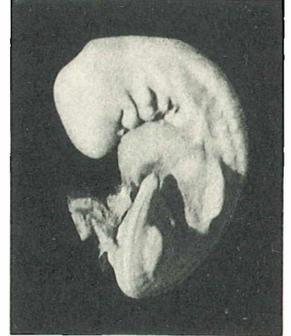


Abb. 4 a



Abb. 4 b



Abb.



Abb. 6

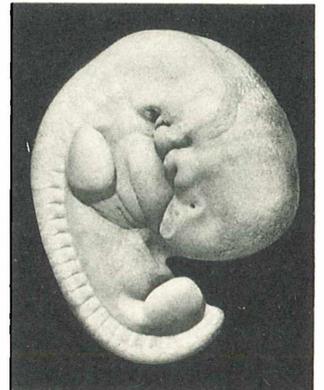


Abb. 7

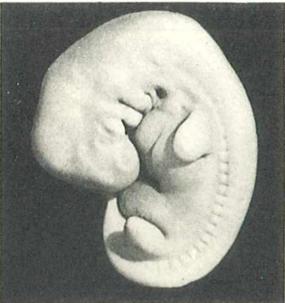


Abb. 8



Abb. 9

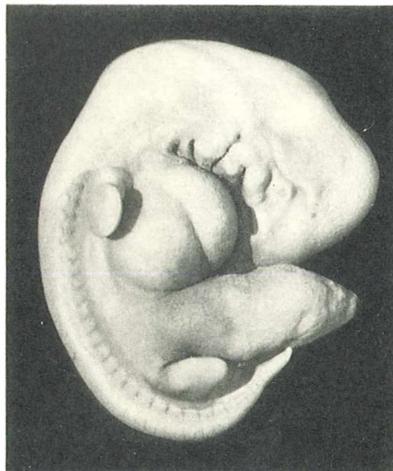


Abb. 10

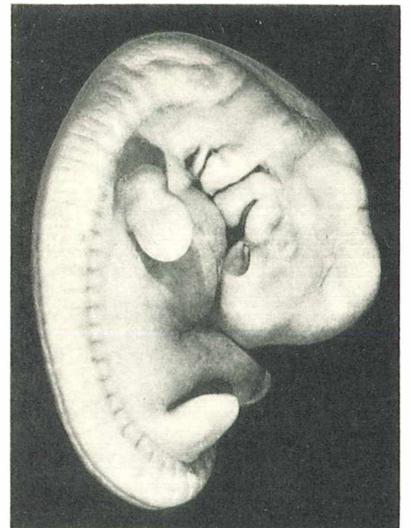


Abb. 11



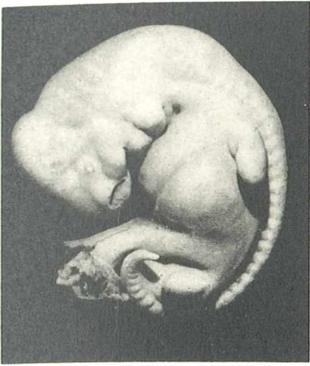


Abb. 12

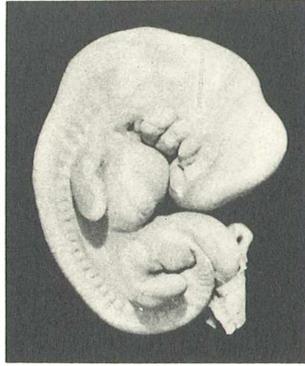


Abb. 13 a



Abb. 13 b



Abb. 14



Abb. 15 a

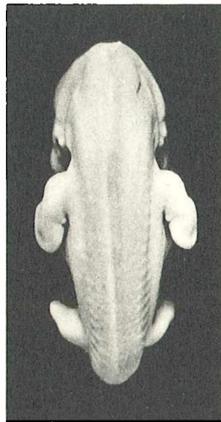


Abb. 15 b

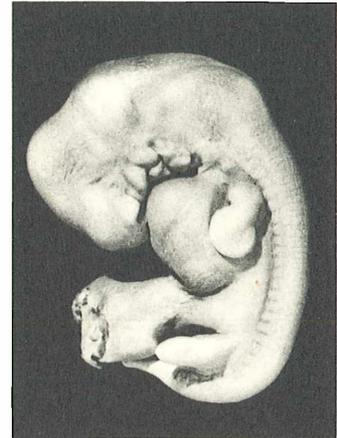


Abb. 16



Abb. 17 a

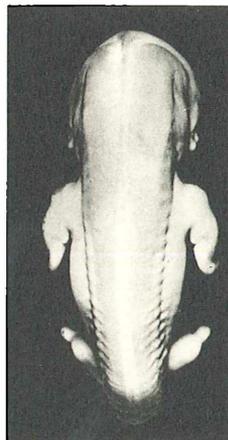


Abb. 17 b

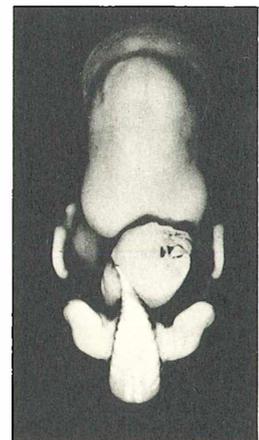


Abb. 17 c



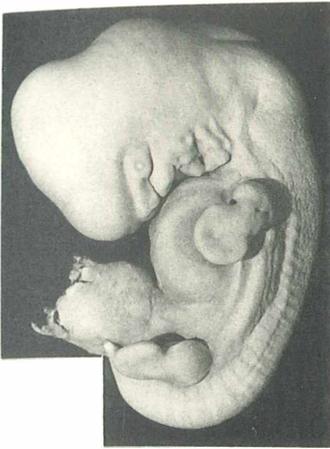


Abb. 18 a

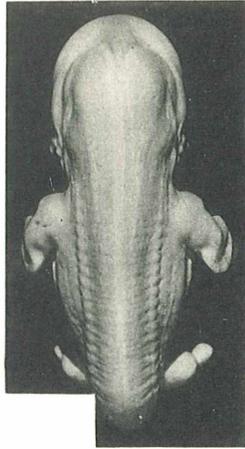


Abb. 18 b

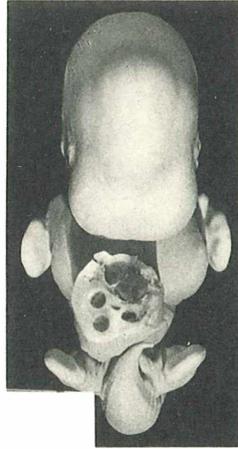


Abb. 18 c

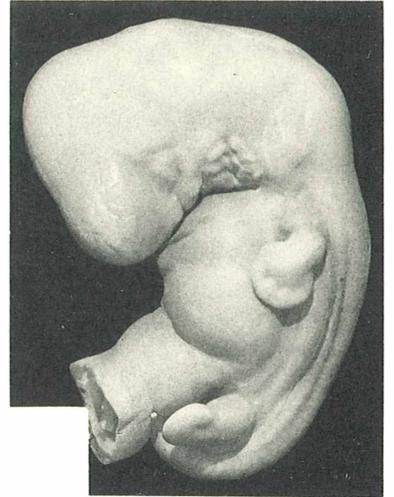


Abb. 19

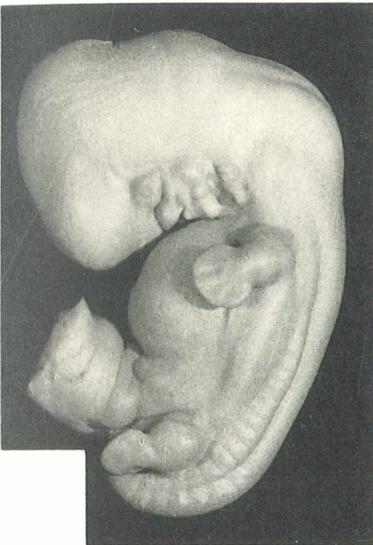


Abb. 20 a

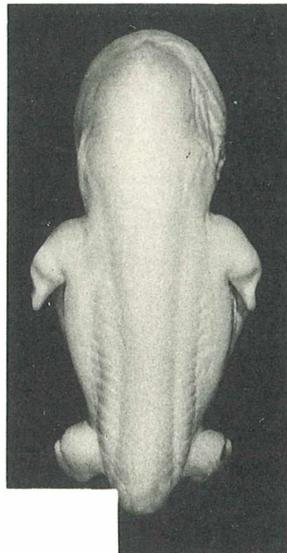


Abb. 20 b

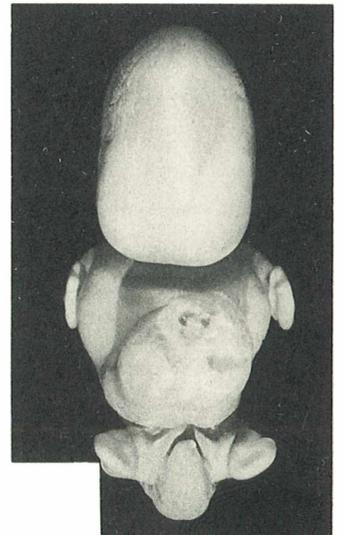


Abb. 20 c

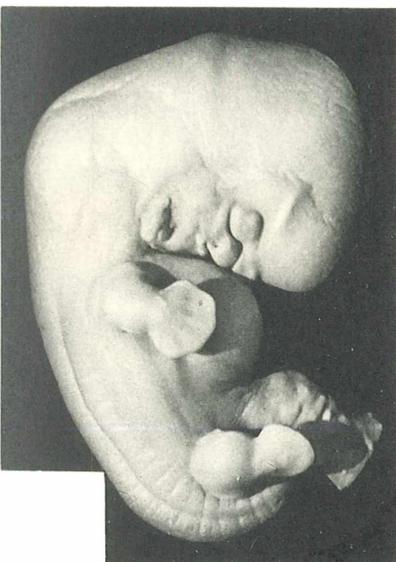


Abb. 22 a

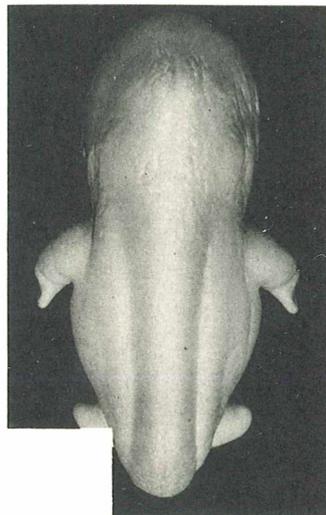


Abb. 22 b

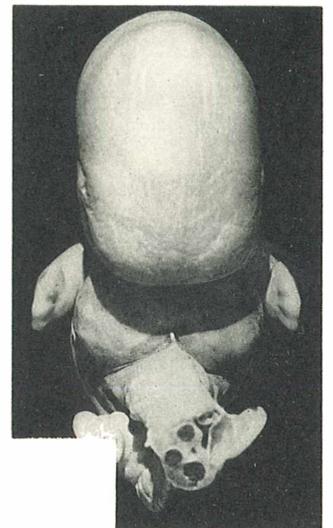


Abb. 22 c



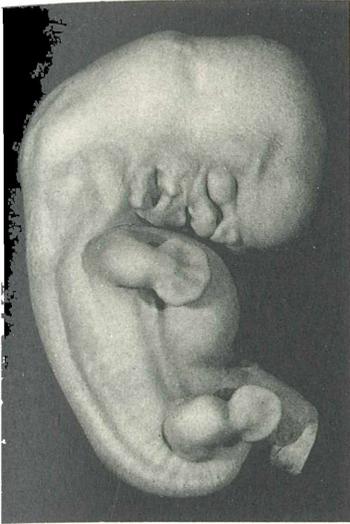


Abb. 21

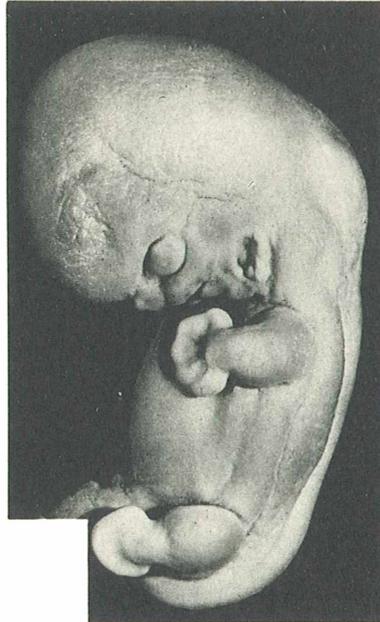


Abb. 23

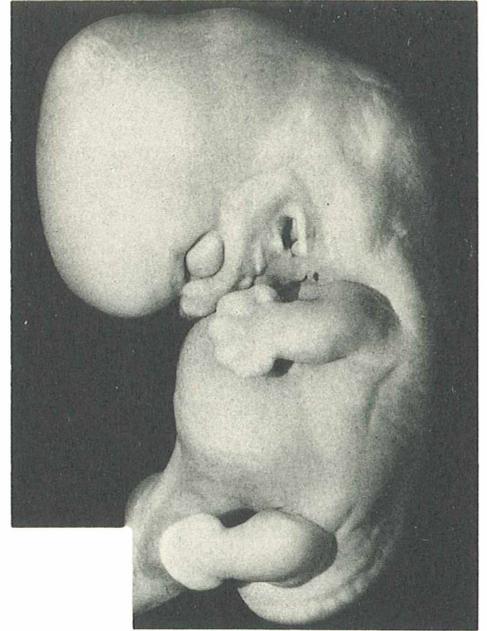


Abb. 24 a

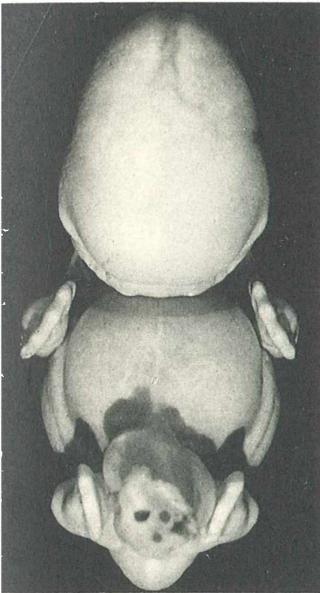


Abb. 24 b

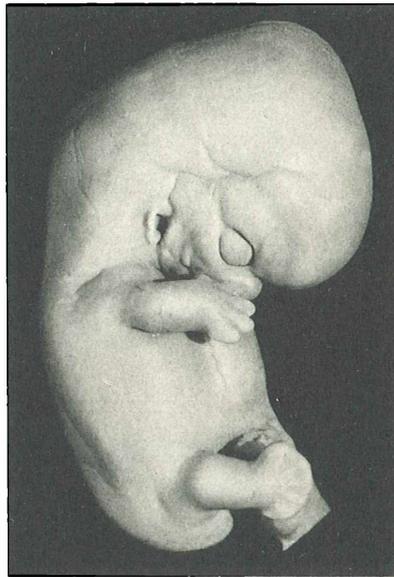


Abb. 25 a

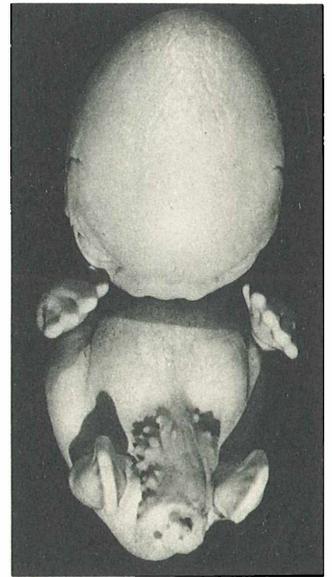


Abb. 25 b

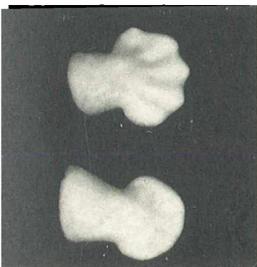


Abb. 26 a

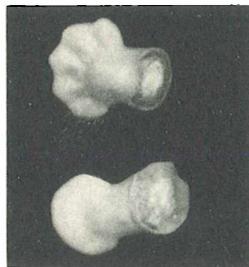


Abb. 26 b

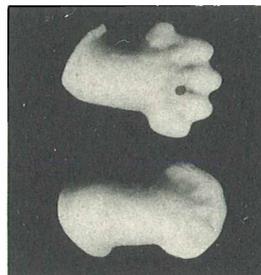


Abb. 27 a

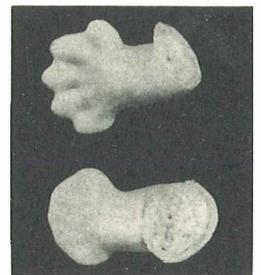


Abb. 27 b



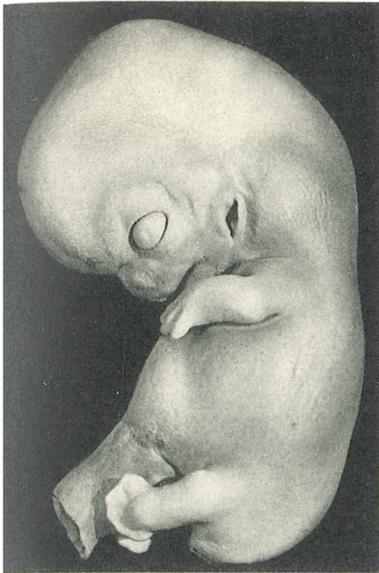


Abb. 28 a

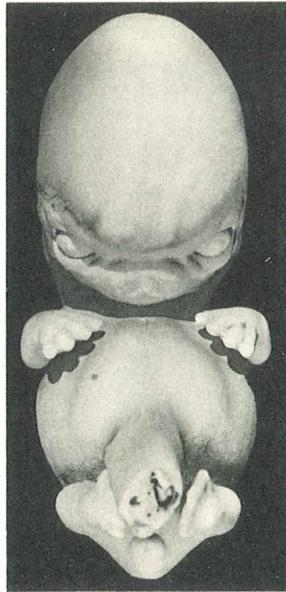


Abb. 28 b

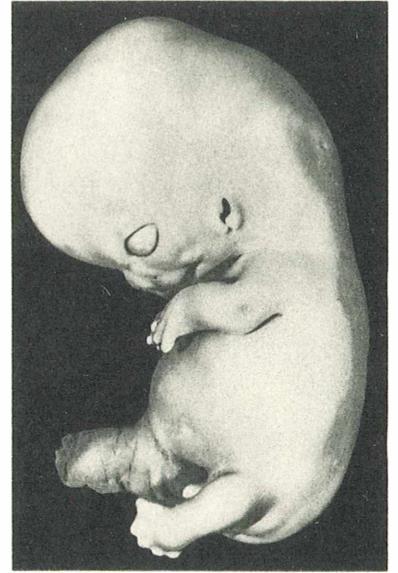


Abb. 30



Abb. 29 a



Abb. 29 b

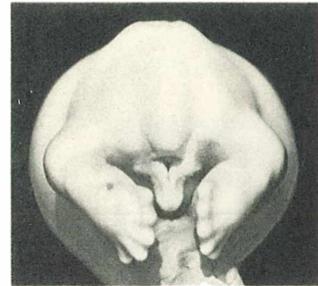


Abb. 31



Abb. 32 a



Abb. 32 b



Abb. 33 a



Abb. 33 b



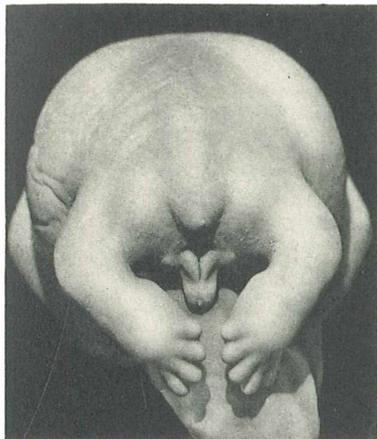


Abb. 34

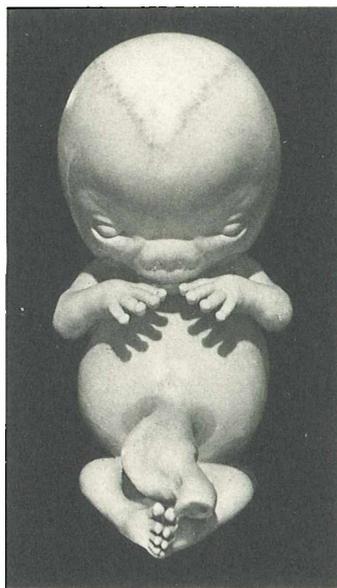


Abb. 35 a

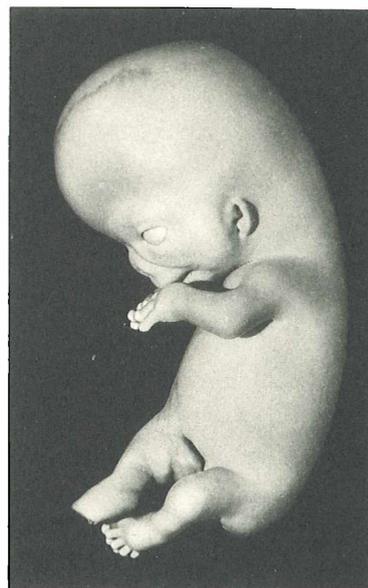


Abb. 35 b

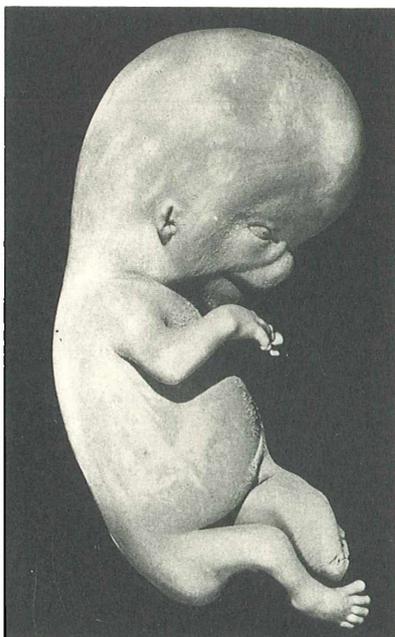


Abb. 36 a

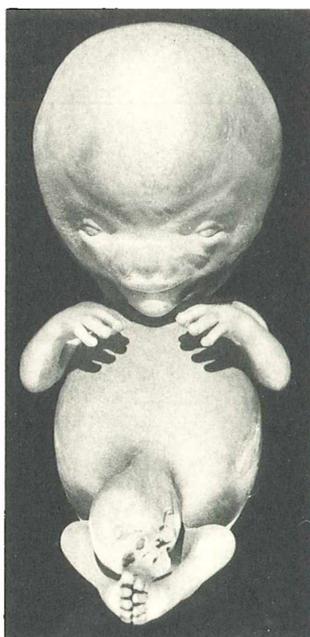


Abb. 36 b

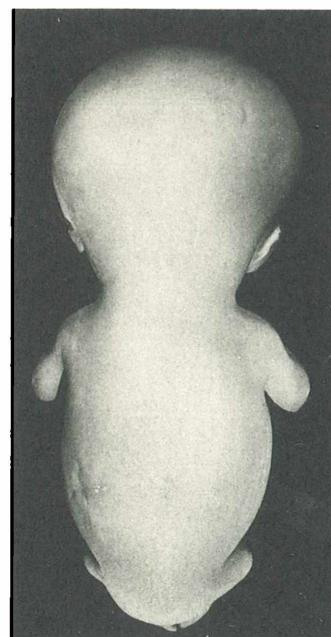


Abb. 36 c







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.](#)  
[Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:](#)  
[Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [109\\_4](#)

Autor(en)/Author(s): Hochstetter Ferdinand

Artikel/Article: [IV. Abh.: Über die Entwicklung der Form der Menschlichen Gliedmassen. \(Mit 6 Textbildern und 6 Tafeln\). 1-35](#)