AUS DER ANATOMISCHEN ANSTALT DES CAROLINISCHEN INSTITUTES ZU
STOCKHOLM.

BEITRÄGE

ZUR

MORPHOLOGIE DES GEFÄSSSYSTEMS.

I.

DIE ARMARTERIEN DES MENSCHEN.

VON

ERIK MÜLLER,
IN STOCKHOLM.

Mit 24 Figuren im Texte und 76 Figuren auf den Tafeln XVII/XXXVI.

Einleitung und Historik.

Die Morphologie des Gefäßsystems hat sich nicht des regen Interesses zu erfreuen, welches den anderen Organsystemen in unseren Tagen zu teil geworden ist. Trotz der vielen bedeutenden Arbeiten, welche besonders nach dem Durchbruch der Descendenzlehre auf diesem Gebiete entstanden sind, kann man das mit Recht behaupten. Ohne Zweifel hat dieses geringe Interesse seinen Grund darin, dass die Forscher im allgemeinen zu glauben scheinen, dass die Organe des Gefäßsystems ein mehr regelloses und zufälliges Gepräge als andere Organe haben und sich darum nicht unter allgemein gültige Gesichtspunkte einordnen lassen. Nur in dieser allgemeinen Ansicht von der Regellosigkeit des Gefäßsystems kann man die Erklärung finden, dass die Gefäße bei morphologischen Untersuchungen, wo die Knochen, Muskeln und Nerven eingehende Beachtung finden, im allgemeinen ganz ausser Acht gelassen werden. Nur unter Berücksichtigung des geringen Interesses kann man verstehen, dass Erscheinungen am Gefäßsystem, für welche wir nicht die Spur von einer Erklärung geben können und die darum unsere Aufmerksamkeit besonders verdienen, in unserer Zeit oft völlig ignoriert werden.

Dass das Gefäßsystem diese Vernachlässigung nicht verdient, findet derjenige bald, der sich dessen Studium widmet. Es ist freilich wahr, dass die Gefäße mehr als andere Organe

individuelle Variationen darbieten. Es ist auch wahr, dass bei der ersten kasuistischen Behandlung dieser Varietäten dieselben als ganz regellose Bildungen hervortraten. Je mehr sich aber die genaue anatomische Forschung mit diesen Bildungen beschäftigte, desto mehr verschwand das Gepräge der Regellosigkeit, und niemand, der sich in das Studium der Gefässanatomie vertieft, wird zweifeln, dass die Erscheinungen des Gefässsystems ganz wie diejenigen der anderen Körpersysteme sich unter allgemein gültige morphologische Regeln und Gesetze einordnen lassen.

Unter den Gefässvarietäten ziehen diejenigen der oberen Extremität des Menschen durch die Reichhaltigkeit ihrer Formen die Aufmerksamkeit in besonderem Grade auf sich. Sie sind auch ein Objekt gewesen, das die Forscher, welche sich für das Gefässsystem interessierten, mit Vorliebe bearbeitet haben. Diese Arbeiten können, wenn sie nämlich von einem allgemeinen Gesichtspunkte vorgenommen sind und den Zweck verfolgen, das wahre Wesen der Varietäten zu erklären, ein Interesse ausserhalb des kleinen Gebietes der Armarterien beanspruchen, denn die allgemeinen Gesichtspunkte, die aus diesen Forschungen gezogen werden können, müssen natürlich auch für andere Teile des Gefässsystems gelten.

Die gewöhnliche Beschreibung der gröberen Arterienverzweigung der oberen Extremität lautet in ihren allgemeinsten Zügen folgendermassen: Die A. brachialis läuft längs der inneren Seite des Oberarmes in dem wohlausgeprägten Sulcus bicipitis medialis und zeigt hierbei ein charakteristisches Lageverhältnis zum N. medianus, indem sie hinter dem Nerven gelegen ist. In der Ellenbeuge lagert sie sich lateral vom Nerven und teilt sich unter dem Lacertus fibrosus und über der tiefen Biceps-Sehne in ihre beiden Hauptäste: A. radialis und A. ulnaris. Jene verläuft in der Radialrinne nach unten. Diese verschwindet hinter dem M. pronator teres und N. medianus in die Tiefe,

giebt hier die *A. recurrens ulnaris* und dann die *A. interossea communis* ab und setzt ihren Lauf erst zwischen dem oberflächlichen und tiefen gemeinsamen Fingerbeuger und dann in den unteren Teil des Unterarmes in dem Interstitium zwischen dem *M. flex. c. u.* und *M. flex. d. s.* weiter fort.

In gewissen Fällen fand man eine Abweichung von diesem Verzweigungs-Typus und man sprach dann von den Varietäten der Armarterien. Seit längerer Zeit wusste man also, dass die genannten Vorderarmarterien sich nicht immer innerhalb der Grenzen des Unterarmes hielten. Sie konnten aus der *A. axillaris* oder *brachialis* entspringen. Man sprach in diesen Fällen von einem hohen Ursprung der Unterarmarterien oder einer hohen Teilung der *A. brachialis*. Die *A. axillaris* s. *brachialis* teilte sich nämlich dann in zwei Stämme von gleichem oder ungleichem Kaliber, von denen der eine in die *A. radialis* oder eine oberflächlich verlaufende *A. ulnaris* oder in beide diese sich fortsetzte, während je nach den verschiedenen Fällen der andere Teilast in die übrigen Unterarmarterien sich fortsetzte. Oft vereinigten sich die beiden Stämme wieder in der Ellenbeuge zu einem Stamme oder waren durch eine Anastomose vereinigt, welche Fälle man Inselbildung nannte. In anderen Fällen lag die *A. brachialis* vor dem *N. medianus*, setzte sich aber wie gewöhnlich in die Unterarmarterien fort. — Eine andere Reihe von Varietäten knüpfte sich an die mehr oder weniger ausgebildete *A. mediana* an, unter welchem Namen man ein Gefäß verstand, das längs dem Unterarmteil des *N. medianus* verlief, aber auch einen oberflächlichen Verlauf über den Flexorenmuskeln zeigt und auch höher hin von der *A. brachialis* entspringen konnte. Schliesslich fand man auch, dass die Unterarmarterien sich anomal verbinden konnten. Durch Verbindung mittelst Anastomosen und Wegfall anderer Teile der Unterarmarterien sah man die eigentümlichsten Formen entstehen. So wurde im Laufe der Zeit die Kasuistik der Arterienanomalien der oberen

Extremität mächtig vermehrt und, da die verschiedenen Fälle einander oft sehr unähnlich waren, so glaubte man, dass die Möglichkeit des Variierens eine schrankenlose war.

Wie entstehen nun diese Abweichungen von dem normalen Verzweigungstypus? Die Antwort auf diese Frage hat während der verschiedenen Perioden der Wissenschaft sehr gewechselt, und man muss gestehen, dass eine völlig befriedigende noch nicht gegeben worden ist. In den älteren Zeiten scheinen die Erklärungsversuche ganz und gar auf spekulativer Basis zu ruhen. Nur als Kuriosum darf man wohl die Erklärungsversuche von Meckel (21) anführen, welche die hohen Ursprünge der Vorderarmarterien als Nachahmungen der Hautvenen; „die hoch entspringende Speichenpulsader als Nachahmung der Cephalica, die Ellenbogenpulsader als Nachahmung der Basilica“ betrachteten.

Ein älterer Erklärungsversuch aber, der gewiss sehr beachtenswert ist, knüpft an das Vorhandensein der s. g. Vasa aberrantia (Haller) an. So schreibt Theile (38) schon 1841: „Den Übergang zum hohen Ursprung der Vorderarmpulsadern bilden die s. g. aberrierenden Gefässe, Vasa aberrantia. An einer Stelle der Oberarmpulsader nämlich entspringt ein verschieden starker Ast, der eine Strecke weit nach unten verläuft und dann wieder in die Armpulsader einmündet. Häufiger als diese inselartige Teilung ist aber der Fall, wo an einer Stelle der Armpulsader (oder selbst schon der Achselpulsader) ein Gefäss abgeht, das in eines der drei Vorderarmgefässe einmündet. Je nach der Stärke erscheint dann dieses Gefäss nur als eine Anastomose der Vorderarmpulsader oder als obere Wurzel der Vorderarmpulsader oder als eigentliche Vorderarmpulsader.“

Eine Auffassung, welche lange Zeit die Meinung über das Wesen der Gefässanomalien beherrschte, ging von der Annahme aus, dass die Arterien aus einem gleichmässigen Netzwerk hervorgingen.

Diese Lehre geht in der neueren Litteratur unter dem Namen Baader-Krausesche Lehre. Wenn man aber die Litteratur genauer durchsieht, findet man, dass die Ehre der ersten Begründung derselben dem Berner-Anatomen Chr. Aeb y zukommt. In der Einleitung zum Kapitel Gefässapparate in seinem Buche: „Der Bau des menschlichen Körpers“ hebt Aeb y hervor, dass der Grundtypus des Gefässsystems ein Netz ist. Bei den grösseren Stämmen ist die Netzform im allgemeinen nur bei Venen und Lymphgefässen deutlich wahrzunehmen. Auf der arteriellen Seite führt die Ausweitung einzelner Stämme zu einer Verkennung der ursprünglichen Netzform, so dass man glaubt, baumartige Verästelungen vor sich zu haben. Eine genauere Prüfung zeigt aber überall die feineren Schaltstücke zwischen ihnen, durch deren Ausweitung in besonderen Fällen die Varietäten entstehen. Diese Lehre wurde dann näher ausgeführt in den unter Aebys Leitung ausgeführten Dissertationen von Baader (2) und Vincent (42). — Baader hielt die Arterienvarietäten für keine zufälligen, sondern für gesetzmässige Erscheinungen, welche durch Zwischenstufen sich zu geschlossenen fortlaufenden Reihen ergänzen. Die Erklärung ihrer Entstehung fand er darin, dass die Arterien, wie die Venen, ursprünglich Netzwerke repräsentieren, welche die Gewebe auf das vollständigste durchdringen. Sie unterscheiden sich insofern, als beim venösen Typus eine grosse Anzahl von Maschen sich gleichmässig entwickeln und so die Grundform klarer hervorstehen lassen, während im arteriellen Typus aus den allgemeinen Netzen einzelne weitere Röhren sich herausheben, welche dann in der bekannten dendritischen Weise sich aneinanderfügen. Die Gefässanomalien entstehen dadurch, dass entweder neben oder statt der normalen Netzpartien noch andere zu höherer Ausbildung kommen, die solches in der Regel nicht thun; es entsteht dann je nach Umständen eine Vermehrung oder aber eine Versetzung normaler Bahnen. Den einfachsten Fall bildet offen-

bar die Erscheinung, wo in der Kontinuität einer grösseren Röhre eine auf allen Seiten gleichmässig entwickelte Masche sich einschiebt; die Arterien spalten sich dann in zwei Äste, und früher oder später laufen die Äste wieder zusammen; in höherer Entfaltung führt dies zum Rete mirabile, das ja bekanntlich auch bei den Arterien beobachtet wird; auf niederer Stufe entsteht das sogenannte Vas aberrans. Die dendritische Verzweigungsform der grösseren Arterien beruht auf einseitiger Entwicklung der einzelnen Gefässmaschen; in dem antagonistischen Wettstreit der beiden Hälften einer Masche gewinnt die eine durchaus die Oberhand. Die Zahl der möglichen Varietäten ist schrankenlos, da die Kombinationen der einzelnen Äste eines so reichen Netzwerkes ja unendlich mannigfach sein können.

Die Dissertation von Vincent scheint von viel geringerem Wert als diejenige von Baader zu sein, da in jener hauptsächlich die Meckelsche Ansicht, dass die Arterien-Anomalien der Venentypus zu reproduzieren streben, näher ausgeführt wird.

In seiner wichtigen Bearbeitung der Gefässvarietäten in Henles Handbuch der Gefässlehre 1876 hebt Krause hervor, dass „bei grösseren Reihen sich leicht Übergänge der Varietäten untereinander aufweisen lassen, die mehr oder weniger alle denkbaren Zwischenstufen repräsentieren.“ Die von Baader entwickelten Anschauungen über die Entstehungsweise der Arterienvarietäten aus dem gleichmässigen Netze werden von Krause völlig acceptiert, und er stellt als Zusammenfassung dieser Anschauungen den Satz auf, dass „die Varietäten durch abnorme Entwicklung normaler Anastomosen entstehen.“

Die Aeby-Baadersche Lehre von der Entstehung der Varietäten der Arterien galt lange Zeit als die richtige Erklärung. Sie litt aber an dem Fehler, dass sie nur auf hypothetischer Basis ruhte, und dass die exakten entwicklungsgeschichtlichen

Beweise nicht erbracht wurden. In der That hängt die Erklärung der Gefässanomalien mit der Frage betreffend die Genese der Gefässe im allgemeinen aufs engste zusammen. Während der letzten Zeit ist eine Lehre entstanden, welche die Entstehung der Gefässvarietäten auf eine ganz andere Weise erklärt. Es ist die morphologische Richtung in der Anatomie, welche, auf vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen gestützt, eine Anschauung über die Genese der Extremitätenarterien begründet hat, welche den Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen bilden mag. Wir werden im folgenden diese Arbeiten näher betrachten.

Den ersten Anstoss zu einer veränderten Auffassung gab die Arbeit von Ruge (28), welche einen sehr wichtigen Fortschritt in der Erkenntnis von den Arterienvarietäten der oberen Extremität beim Menschen bildet. Während die allermeisten der früheren Bearbeiter der Gefässanomalien den Wert der Gefässe nach den Verästelungsgebieten, nach denen die Gefässe sich begaben, beurteilten, wurde von Ruge die genau vergleichende Methode auf dieses Gebiet der Anatomie angewandt. Die Gefässe und ihre Abweichungen wurden nach ihrer Lage zu den umgebenden Organen beurteilt und die verschiedenen Formen auf dieser Basis miteinander verglichen.

Auf Grund seiner Untersuchung über die Gefässverhältnisse in den oberen Extremitäten der menschlichen Embryonen, wobei freilich nicht jüngere Stadien als solche von 2,5 cm Länge untersucht wurden, tritt Ruge mit Bestimmtheit gegen die Baader-Krausesche Ansicht von einem ursprünglichen gleichmässigen Gefässnetze auf, aus dem durch Entfaltung der grösseren Maschen die grösseren Bahnen hervorgehen sollen. „Es lässt sich nachweisen“, sagt er, „dass die Gefässe der oberen Extre-

mität, wahrscheinlich aller Körperteile, schon sehr frühzeitig in gröbere und feinere Bahnen sich differenziert zeigen, in gleicher Weise, wie die paarigen Aorten, bald nach der Körperanlage zu einer Zeit sich hervorthun, wo von anderen Gefässen des Rumpfes kaum die Rede ist, in gleicher Weise, wie sich frühzeitig die Gefässe des Dotterhofes in feinere und stärkere Gebilde sondern.“

— — — „Wir werden uns mit der Vorstellung befreunden müssen, dass zu keiner Zeit ein chaotisches Gewirr im Gefässsysteme herrscht, welches erst eine dem Zufall ausgesetzte Kraft zu ordnen hat; sondern dass viele, auch späterhin als Hauptgefässe verbleibende Bahnen schon frühzeitig auftreten.“

Bei seinen Betrachtungen über das Wesen der Arterienvarietäten geht Ruge von seiner Anschauung über die Genese der organischen Formen im allgemeinen aus. Das Variieren sowohl der Organismen als auch der Organe und Organsysteme gründet sich auf die Anpassungsfähigkeit an die Aussenwelt, Die Organsysteme stehen in sehr enger Korrelation zu einander, so dass eine Veränderung in einem Organe, hervorgerufen durch die Adaptation an die Umgebung auch eine Umgestaltung der anderen verursacht. So beherrschen die Muskeln das Skelett, die Nerven und die Gefässe, während sie selbst nach der Lebensweise der Tiere sich adaptieren. Die Nerven folgen den wandernden Muskeln. Die Gefässe bilden die Kapillargebiete innerhalb der Muskeln und anderer Organe. Zu diesen Kapillargefässen begeben sich ausser den grossen zuführenden Gefässstämmen auch andere Gefässe, welche die Kollateralbahnen bilden und einen parallelen Verlauf mit dem Hauptgefässe zeigen. Durch die während der Entwicklung stattfindenden Veränderungen in den Muskeln und den Muskelkomplexen werden auch die zu diesen gehenden Hauptgefässe verändert. Sie kommen in eine ungünstige Situation und können von anderen Gefässen ersetzt werden, „die zur Zeit alle Vortreffliches leisten, unter denen aber alsbald eine Selektion stattfinden muss, die schliess-

lich den günstigsten Gefässen zur Herrschaft verhilft“. So viel von der Entwicklung der Gefässe im allgemeinen. Was die Arterienvarietäten betrifft, so sind sie auf die Ausbildung von feinen und feinsten Gefässen zurückzuführen, die in gewöhnlichen Fällen kleine unbedeutende Muskeläste darstellen, die aber in den Fällen von Varietäten sich zu stattlichen Kollateralbahnen entwickeln können und für ein kleineres oder grösseres Gebiet der gewöhnlichen Gefässverteilung vikariierend eintreten.

Die Varietäten der menschlichen Arterien werden nun von Ruge auf bestimmte Kollateralzweige hingeführt. Er unterscheidet nicht weniger als vier solche Äste, die alle einander darin gleichen, dass sie vor dem *N. medianus* verlaufen, untereinander aber durch ihren Ursprung doch verschieden sind, wie weiter unten beschrieben werden soll. Gewöhnlich endigen sie nur als Muskeläste. Inzwischen, d. h. in Fällen von Varietäten, entfalten sie sich mächtiger und können das Gebiet der *A. brachialis* mehr oder weniger übernehmen. Das Gebiet der *A. radialis* wird in der Regel der *A. brachialis* zuerst abgenommen, dann dasjenige der *A. ulnaris*. In diesen Fällen spricht man von einem hohen Ursprung der *A. radialis* oder *A. ulnaris* aus der *A. brachialis* vermittelt des Kollateralstammes. Schliesslich kann dieser das ganze Verteilungsgebiet der *A. brachialis* übernehmen, und man findet dann im Oberarme eine mächtige Arterie, die vor dem *N. medianus* gelagert ist, während die gewöhnliche *A. brachialis* als eine kleine rudimentäre *A. brachialis* hinter dem *N. medianus* verläuft oder auch ganz fehlt. Von den vier Kollateralstämmen beansprucht besonders der, welcher erst medialwärts, dann vor dem *N. medianus* verläuft, ein besonderes Interesse, weil er in vielen Ordnungen der Säugetiere zu finden ist. Hier liegt also eine vererbte Einrichtung vor, deren Anfangsstadium durch die auf den Menschen vererbte mächtige Kollateralarterie repräsentiert ist, während der vor dem Medianus liegende Bicepsast das Endstadium eines re-

gressiven Prozesses darstellt. Die übrigen drei Kollateralstämme, die alle durch eine allerdings verschieden gelagerte Medianus-Schlinge verlaufen, sind rein „Menschliche Bildungen, in welchen eine gewisse Imitation des primären Zustandes“ unverkennbar ist. — Auch die Inselbildung lässt sich unter dem genannten Gesichtspunkte einsehen, indem der eine Inselarm mit dem Kollateralstamme, der zweite mit der gewöhnlichen A. brachialis homolog zu setzen ist. Die Eigentümlichkeit der Inselbildung besteht also darin, dass diese beiden Gefässe in der Ellenbogengegend durch eine Anastomose verbunden sind. Sowohl durch deren verschiedene Ausbildung wie durch den Ursprung der Vorderarmarterien vor oder nach der Vereinigung der zwei Inselarme unterscheiden sich die verschiedenen Inselbildungen. — Schliesslich zeigt Ruge, dass es fehlerhaft ist, in den Fällen von Armarterienvarietäten, wo im Gebiete des Oberarmes zwei Gefässe vorhanden sind, die sich in die A. radialis und ulnaris (ant.) fortsetzen, von einer hohen Teilung der A. axillaris oder brachialis in die A. radialis und ulnaris zu sprechen. Denkt man sich nämlich die gewöhnliche Teilung in die A. radialis und ulnaris (aut.) proximalwärts auf dem Oberarm verschoben, so muss immer die A. radialis den N. medianus auf dessen hinterer Seite kreuzen. Das ist aber in den Fällen eines hohen Ursprunges der A. radialis niemals so; das Gefäss, das sich in die A. radialis fortsetzt, kreuzt immer den Nerven auf der vorderen Seite, kommt von medialwärts und zieht lateralwärts.

Ich habe die Arbeit von Ruge so ausführlich recensiert, weil sie nach meiner Ansicht grundlegend für die moderne Auffassung von der Genese der Extremitätengefässe ist. Für die Beurteilung der Varietäten schätze ich die Arbeit sehr hoch, weil hier zum ersten Male die verschiedenen Formen in gewissen scharf markierten Kategorien gesammelt und durch Aufstellung von Entwicklungsreihen näher zum Verständnis gebracht sind.

In dieser Beziehung stimmen meine Untersuchungen in vielen Punkten auch mit den seinigen überein. Über die eigentliche Entstehungsart der Gefäße haben aber meine Untersuchungen mich zu ganz anderer Auffassung geführt.

Im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Extremitätsvenen bei den Amnioten macht Hochstetter (14) auch einige kurze aber wichtige Bemerkungen über die Arterienverhältnisse. Es findet sich an der vorderen Extremität bei *Lacerta*, Hühnchen und Kaninchen ein axiales Gefäß, in dem der Blutstrom gegen die Peripherie gerichtet war und das im Endgliede der Extremitätsanlage in mehrere scheinbar regellose Zweigchen sich teilte, die in ein am Rande des Endgliedes befindliches Gefäß einmündeten. Von Interesse ist auch, dass Hochstetter in dieser Abhandlung sehr bestimmt gegen Baaders und Krauses Hypothese von dem ursprünglichen Vorhandensein eines indifferenten Zustandes des Gefäßsystems auftritt. Diese Hypothese ist nach ihm ganz unrichtig, denn in allen den von ihm untersuchten Formen und in allen den untersuchten Entwicklungsstadien waren „stets ganz bestimmt gelagerte, deutlich erkennbare Gefäßbahnen entwickelt, welche allerdings teilweise nicht in den definitiven Zustand mit übergehen“. Übrigens macht Hochstetter die wichtige Bemerkung, dass es sehr wahrscheinlich ist, „dass sich die Arterienstämme ursprünglich nicht überall an der vorderen Extremität so anlegen, wie sie später gefunden werden“.

Aus der Arbeit von Bayer (3) entnehme ich, dass bei den Neuweltssaffen sich zwei Arterien auf dem Oberarme befinden. Das eine Gefäß nennt er *A. brachialis superficialis*. Dasselbe charakterisiert sich dadurch, dass es vor dem *N. medianus* gelegen ist, und entspricht einer „hohen Radialis“ der Autoren beim Menschen und einem hohen Kollateralstamm *Ruges*. Das zweite Gefäß liegt hinter dem *N. medianus* und entspricht der gewöhnlichen *A. brachialis*. Übrigens muss bemerkt werden,

dass die Verhältnisse der genannten Arterien zu den Nerven nicht so genau beschrieben sind, dass man eine bestimmte Homologisierung der Affen-Gefässe mit den Varietäten der menschlichen Armgefässe ausführen kann.

Eine Arbeit von Eichholz (6) über die Morphologie der Extremitätenarterien basiert ganz auf theoretischen Spekulationen, denen ich kein allzugrosses Gewicht beilegen kann.

Die Arbeiten von Zuckerkandl (45, 46, 47) über die Morphologie der Armarterien sind von besonderem Interesse. Auf breiter Basis versucht der Autor hier ein Bild von der Genese der Unterarmarterien zu entwerfen. Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte werden gebraucht, um einen Einblick in das Wesen der Ungleichheit der Verzweigungsformen der menschlichen Armarterien zu geben. Als Hauptresultat teilt der Verfasser mit, dass die Entwicklungsgeschichte für die früheren Stadien eine auffallende, zur späteren Verschiedenheit der Arterientypen in grellem Gegensatze stehende Gleichartigkeit der Formen aufgedeckt hat.“ — Die Armarterien der verschiedenen Säugetiere werden durch ihre Verhältnisse zu der Umgebung charakterisiert und bei den verschiedenen Ordnungen genau festgestellt und miteinander verglichen. Die A. brachialis und ihre Fortsetzung der A. interossea anterior bildet das Stammgefäss der oberen Extremität, um das sich die übrigen Arterien als Seitenäste gruppieren. Man kann nach Zuckerkandl am Vorderarme der Säugetiere und des Menschen vier verschiedene Verzweigungstypen der Arterien unterscheiden. In dem einfachsten Zustande bei dem Delphin setzt sich die A. brachialis in eine axial gelegene A. interossea fort, welche an der Hand die Aa. metacarpeae volares abgiebt. — Der zweite Typus ist durch das Auftreten der A. mediana charakterisiert, welche längs dem N. medianus verläuft und, in der Hohlhand angelangt, den oberflächlichen Gefässbogen bildet, aus dem die Digitalarterien hervorgehen. Die A. mediana tritt in zwei Kombinationen auf,

entweder, wie bei den Huftieren und Chiropteren bloss neben der Interossea oder mit einer rudimentären und schwachen *A. ulnaris* (Monotrematen, Marsupialiern, Edentaten, Nagern, Insektivoren, Carnivoren, Pinnipeden). Eine Abart der *A. mediana* ist die bei den Feliden vorkommende *A. mediano-radialis*. Darunter versteht Zuckerkandl ein Gefäß, das dem *N. medianus* bis zur Insertion des *Pronator teres* folgt, dann gegen die Radialrinne abbiegt und zum Handrücken verläuft. Bei den höheren Säugetieren tritt der dritte Typus auf, welcher an der Stelle der rudimentär gewordenen *Mediana* eine *A. radialis superficialis* und *ulnaris* zeigt, welche die Hohlhandbogen übernimmt, und bei den Primaten und Menschen endlich findet sich der vierte Typus, wo die *A. radialis profunda* und die *A. ulnaris* die Hauptgefäße des Unterarmes bilden. Nach Zuckerkandl ist also die Interossea das älteste Gefäß, dann folgt die *Mediana* und ziemlich gleichzeitig hiermit die *Radialis superficialis* und eine mangelhaft ausgebildete *Ulnaris*, am jüngsten sind die typische *Ulnaris* und die *Radialis profunda*. Von Interesse ist die Entwicklungsgeschichte der *A. radialis*. Die jüngste Form ist die *A. radialis superficialis*, welche aus der *A. brachialis* entspringt, dann vor dem *N. medianus* im Gebiete des Oberarmes verläuft; dieselbe giebt am Unterarme Äste an die radialen Muskeln ab und folgt dann den radialen Hautnerven bis auf den Handrücken herab. Das Oberarmstück dieser Arterie entspricht dem Kollateralstamm von Ruge, der also atavistisch zu deuten ist. Eine weitere Entwicklung besteht darin, dass das Gefäß (bei den Halbaffen) einen Ast in die Radialrinne sendet, der unter dem *Abductor pollicis* vorschiebend den Handrücken erreicht. Endlich rückt der Ursprung tiefer herab und erlangt die typische Form. Übrigens ist der in der Radialrinne gelegene Teil der bei niederen Säugetieren vorkommenden *A. mediano-radialis* homolog mit dem distalen Teil der *A. radialis profunda*. — Die Varietäten der Unterarmarterien sind alle mit Ausnahme von

einer starken Entwicklung der *A. mediana*, welche als atavistisch zu deuten ist, auf hohe Ursprünge der *A. radialis* und *ulnaris* zu beziehen. Diese hohen Ursprünge kommen dadurch zu stande, dass die *Vasa aberrantia* aus der *A. axillaris* oder *brachialis* eine ungewöhnlich starke Entwicklung einschlagen und mit den Unterarmarterien in Verbindung treten.

Diejenige Abteilung der Abhandlung von Zuckerkandl, welche sich mit der Entwicklungsgeschichte der Unterarmarterien beschäftigt, ist von grosser Bedeutung, da sie die vollständigste Untersuchung über dies Thema repräsentiert, die in der Literatur zu finden ist.

Es wurden untersucht acht Kaninchen, zwei Katzen- und zwei Menschen-Embryonen. Bei dem jüngsten Kaninchen-Embryo von 8,9 mm Länge besitzt die Extremität eine axiale Arterie, welche im Gebiete des Oberarms zum *N. medianus* typisch gelagert ist; dicht unter dem Ellbogengelenke liegt die Arterie hinter dem *N. medianus* und giebt hier einen perforierenden Zweig ab, der auf die dorsale Seite des Vorderarmes tritt und sich dann am distalen Ende des Unterarmes in einen *Ramus volaris* und *dorsalis* spaltet, von welchen der letztere als direkte Fortsetzung der axialen Arterie bis zum Handrücken sich fortsetzt und hier in eine Reihe von Zweigen sich auflöst. Er ist begleitet von einem Ast des *N. medianus*, der als *N. interosseus internus* zu deuten ist. „Der Stamm des Mediannerven erhält als Begleitung feine Gefässe, welche sich entlang der vollen Länge des Unterarmes, stets oberflächlich bleibend, ausbreiten“. In dem nächsten Stadium (Länge 13,5 mm) haben sich die letztgenannten Gefässe am Vorderarme beträchtlich ausgeweitet. Sie bilden ein starkes Gefässrohr, das der *A. mediana* entspricht. Es sind also in diesem Stadium zwei grössere arterielle Gefässe vorhanden, ein tiefliegendes, das axiale, und ein oberflächliches, die *A. mediana*. Bei den übrigen Kaninchenembryonen (Länge 14,2, 16, 19,5 und 20 mm) bildet die *A.*

mediana das Hauptgefäß, während das axiale Gefäß an Mächtigkeit abgenommen hat. Bei den Katzenembryonen findet Z. folgende Stadien. „Erstes Stadium: Auftreten der axialen Arterie. Zweites Stadium: Ausbildung der Arteria mediana auf Kosten des axialen Gefäßes, welches sich nun stark zurückbildet. Drittes Stadium: Rückbildung der distalen Partie der Mediana bei gleichzeitiger Ausweitung des Ramus mediano-radialis, wodurch die A. mediano-radialis etabliert wird“. Bei den menschlichen Embryonen von 7 und 11 mm Länge ist die Ausbeute die kleinste, indem nur berichtet wird, dass das primäre Gefäß des Vorderarmes axial zwischen den beiden Vorderarmknochen verläuft. Über die ontogenetische Entwicklung der Hauptbahnen des menschlichen Unterarmes, d. h. die A. ulnaris und radialis teilt Zuckerkandl nichts Bestimmtes mit. Er sagt nur, dass sie sekundäre Bildungen darstellen.

Janosik(19) berichtet über Untersuchungen der Entwicklung der Gefäße bei menschlichen Embryonen: Bei einem menschlichen Embryo von 1 cm Länge giebt die A. brachialis die A. profunda brachii, dann die A. radialis ab, welche mit der ersteren und der A. ulnaris anastomosiert, und setzt dann als A. mediana zwischen dem Radius und der Ulna abwärts verlaufend fort. Die A. interossea communis entwickelt sich viel später. Das Hauptgefäß des Unterarmes ist die Arteria mediana. Es ist daher nicht korrekt zu sagen, dass die A. brachialis sich in die A. radialis und A. ulnaris teilt, sondern in die erstere und A. mediana, von welcher letzterer die A. ulnaris und interossea als Zweige abgehen.

In Bezug auf die Entstehung der Nerven teilt Janosik mit, dass der N. radialis bei demselben Embryo ein starker Stamm ist, welcher sich um den Humerus windet. Der Nervus medianus und ulnaris bilden einen gemeinsamen Stamm, der sich erst nach der Bildung des unteren Humerusteiles in die genannten Nerven verteilt.

In einer Reihe von verdienstvollen Arbeiten (29, 30, 31) hat E. Schwalbe die Morphologie der Armarterien bearbeitet. In seiner Dissertation behandelt E. Schwalbe die verschiedenen Varietätentypen, welche die *A. mediana* bei Menschen zeigt und erklärt sie für atavistische Bildungen, da sie auch bei den Tieren zu finden sind.

Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von E. Schwalbe behandeln die Armarterien von Beutlern, Carnivoren und Halbaffen. Die Interosseae zeigen im allgemeinen ein gleichartiges Verhalten in den verschiedenen Säugetierordnungen. Die *A. mediana* und *ulnaris* dagegen zeigen grosse Verschiedenheiten, indem sie im Entwicklungsgange für einander vikariierend auftreten. Bei den niederen von den untersuchten Formen versorgt die *A. mediana* sämtliche Finger, während die *A. ulnaris* fehlt oder nur rudimentär vorhanden ist. Bei anderen Formen (gewissen Carnivoren) ist zwar die *Mediana* noch kräftig ausgebildet, die *Ulnaris* erreicht aber jetzt die *Vola manus* und anastomosiert mit jener. „Der erste Schritt zur Umwandlung ist geschehen, eine wenn auch geringe Beteiligung der *Ulnaris* ist vorhanden, und schrittweise wird die *Ulnaris* erobernd hervorgegangen sein nach dem Gesetz des Kampfes der Teile im Organismus selbst“. Bei den höheren Ordnungen werden also sämtliche Fingerarterien von der *Ulnaris* abgegeben. Die *Mediana* ist reduziert, erreicht die Hohlhand nicht. In dem *Radialis*-Gebiete finden gleichfalls viele Umwandlungen statt. Erst ist eine *A. radialis superficialis* vorhanden, die eine sehr alte Bildung ist und in zwei Formen auftreten kann: als eine *A. radialis superfic. sup.*, die über der *Medianus*-Schlinge entsteht, und eine *A. radialis superfic. inf.*, die in der Mitte des Oberarmes entspringt. Die *A. radialis superficialis* kann sich in höheren Stadien reduzieren und entweder von einer *A. mediano-radialis* oder *radialis profunda* ersetzt werden.

Die gründlichsten Untersuchungen über die Varietäten der

menschlichen Armarterien ist in einer dritten Abhandlung von E. Schwalbe ausgeführt. Er giebt erst eine Übersicht über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse von dem Wesen der Varietäten. Anomale Arterien können nicht an irgend einem beliebigen Punkt des Arterien-Baumes entstehen. Dieselben sind vielmehr auf die Entwicklung kleiner, beim Menschen auf ganz bestimmten Stellen vorkommender Muskeläste zu beziehen und entsprechen in den allermeisten Fällen bei den Tieren vorkommenden Arterien. Die Zahl der Arterien, die nicht atavistisch zu deuten sind, ist sehr klein. Was den speziellen Teil seiner Untersuchungen betrifft, so ist seine Untersuchungsmethode dieselbe wie diejenige von Ruge. Er bringt die einander ähnlichen Formen in Reihen zusammen, in denen die eine mehr entfaltete Form aus der anderen sich herleiten lässt, betont aber dabei ausdrücklich, dass er damit über die embryonale oder phylogenetische Entwicklung nichts Sicheres aussagen will. Das Material der Armarterien-Varietäten der Strassburger-Sammlung wird also in fünf Gruppen geteilt. Die zwei ersten Gruppen enthalten die Fälle von *A. brachialis superficialis*. Hierunter versteht er mit Bayer eine Arterie, die aus der *A. axillaris* oder *brachialis* entspringt und vor dem *N. medianus* verläuft. Dies Gefäß ist also homolog mit dem oberen Teil der *A. radialis superficialis* von Zuckerkandl und den Kollateralstämmen von Ruge. Mit Recht acceptiert E. Schwalbe diesen Namen, denn es handelt sich um eine Arterie, die im Gebiete des Oberarmes gelegen ist und sich sowohl in eine *A. radialis* wie *A. ulnaris superficialis* fortsetzen kann. Die 1. Gruppe enthält die Fälle von *A. brachialis superficialis superior*. In der Regel ist diese Arterie durch ein kleines, auf der Medianus-Schlinge reitendes Ästchen vertreten, das in gewissen Fällen eine mächtige Ausbildung erfahren, bis zur Ellenbeuge reichen und in die *A. brachialis* einmünden (= Inselbildung) oder einen oder zwei von den Unterarmarterien übernehmen (= hoher Ursprung der

Vorderarmarterien) oder alle Unterarmarterien aufnehmen kann (= A. brachialis liegt vor dem N. medianus). Ob diese Varietätenform atavistisch zu deuten ist, ist noch nicht bewiesen. Die 2. Gruppe umfasst die Formen der A. brachialis superficialis inf., die im Gebiete des Oberarmes entspringt, vor dem N. medianus verläuft und weiter distalwärts sich ganz wie die A. brachialis superficialis sup. verhalten kann. In der Regel ist diese Arterie durch einen kleinen Bicepsast repräsentiert. „Es ist dies sicher eine atavistische Form.“ Die 3. Gruppe: Die oberflächlich verlaufende Ulnaris, Mediana und Mediano-ulnaris lassen sich alle aus der Ausbildung der A. plicae cubiti superficialis (Gruber) herleiten. Durch die Kombination dieser Arterie mit der A. brachialis superficialis sup. seu. inf. entstehen die hohen Ursprünge dieser Arterien. Wahrscheinlich sind diese Formen atavistisch. Die 4. Gruppe enthält die Varietäten der Mediana, welche in den meisten Fällen eine unbedeutende Arterie darstellt, in anderen Fällen dagegen zu einem stattlichen Gefäss sich entwickelt, das bis in die Vola manus verläuft. Durch Anastomose mit der A. radialis entsteht die A. mediano-radialis, welche das Gebiet der A. radialis übernehmen kann. Sowohl die A. mediana wie mediano-radialis ist atavistisch zu verstehen.

Von grossem Interesse ist es zu erfahren, wie dieser Autor, der am konsequentesten die Beziehung der Varietäten zu kleinen normal vorhandenen Gefässen durchgeführt hat, über die Anastomosenbildungen in dem Arteriensystem denkt. Ich werde seine Auseinandersetzungen wörtlich mitteilen, weil es für die moderne Auffassung der Genese der Arterien sehr charakteristisch ist.

„Auf eine beliebte Erklärung der Varietätenbildung der Arterien muss ich hier kurz eingehen, nämlich auf die Erklärung, Varietäten entstanden durch „Ausbildung von Anastomosen.“ Nun ist es ja höchst wahrscheinlich, dass Anastomosenbildung eine gewisse Rolle bei der Varietätenbildung spielt, jedoch wohl in anderer Weise, als man häufig annimmt. Es

ist darauf aufmerksam zu machen, dass die normal vorhandenen Anastomosenbildungen zweier Arterien zur Varietätenbildung meines Wissens nie in Betracht kommen. Wir haben z. B. bekanntlich stets eine Anastomose durch das Ellenbogenarterien-netz zwischen der Collateralis ulnaris und Recurrens ulnaris. Durch Ausbildung dieser Anastomose müsste ein Zweig, ein „Kollateral-ast“ zu stande kommen, der an der Stelle der Collateralis ulnaris inf. von der Brachialis abgeht und an der Abgangsstelle der Recurrens ulnaris in dieselbe einmündet. Ein solcher Stamm ist meines Wissens noch nie beobachtet worden. In dieser Weise spielt also die Anastomosenbildung für die Entstehung der Varietäten keine Rolle. Dagegen ist es eine gute Art der Beschreibung, durch Anastomosenbildung eine Varietät aus der anderen abzuleiten, bzw. eine Varietätenform mit der anderen in Verbindung zu setzen. Ich verweise auf das Schema der verschiedenen „Radialisursprünge“, das ich später geben werde. Ob aber die Anastomosenbildung etwas anderes ist als eine Art der Vorstellung, ist wohl zweifelhaft. Das zum wenigsten scheint mir höchst unwahrscheinlich, dass während des Embryonallebens des Individuums, an dem wir später die Abweichung finden, dieselbe je durch Anastomosenbildung zu stande kommt. Ich will wieder durch ein kurzes Beispiel das eben Gesagte erläutern. Stellen wir uns die Entstehung der Ulnaris superficialis nach der durch obige Annahme geforderten Weise vor. Eine Arteria plicae cubiti superf. ist — wie normal angelegt. Während des Embryonallebens kommt eine Anastomose dieser besonders gut ausgebildeten Arterie mit dem distalen Abschnitt der Ulnaris zu stande. Dadurch ist ausser dem normalen Weg durch die Ulnaris ein neuer Weg für das Blut, das von der Brachialis zur Hand strömt, geschaffen. Aus irgend welchen Gründen benutzt nun das Blut mehr den neuen oberflächlichen Weg als den normalen. Der proximale Teil der tiefen Ulnaris bleibt daher schwächer, er wird vielleicht noch durch einen abnormen

Druck beeinflusst, schliesslich schwindet er ganz. Er schwindet so vollständig, dass im späteren Leben keine Andeutung von ihm mehr zu finden ist. — Eine solche Entstehungsart ist möglich, aber nicht beweisbar. Wir erhalten durch solche Überlegung eine Vorstellung, wir können die ausgebildeten Zustände besser verstehen. Aber ob sich thatsächlich derartige Vorgänge abgespielt haben, oder ob nicht vielmehr die *Ulnaris profunda* im proximalen Teil gar nicht angelegt wurde, lässt sich nicht entscheiden. Das letztere scheint mir wahrscheinlicher. Dagegen bleibt die allerdings auch nicht sicher zu beweisende Möglichkeit bestehen, dass in ähnlicher Weise durch Anastomosenbildung sich die phylogenetische Entwicklung abgespielt haben mag.“

Ich habe dies Citat mitgeteilt, um zu zeigen, wie wenig wir eigentlich über die wirkliche oder direkte Entstehung der Varietäten der Arterien unterrichtet sind.

Die Untersuchungen, welche Grosser (9) über die Entwicklung der Arterien der oberen Extremität bei den Chiropteren angestellt hat, stimmen in ihren Hauptresultaten mit denen von Zuckerkandl überein. Das erste Gefäss der Extremität ist ein axiales Gefäss, das zwischen den Anlagen der Vorderarmknochen zu liegen kommt. In dem distalen Teil der Extremität spaltet sich dies Gefäss in einen feinen ventralen und einen starken dorsalen Ast, welcher die Anlage des Carpus durchbohrt und sich an der dorsalen Fläche der Extremität verzweigt. Bei einem etwas älteren Embryo ($7\frac{1}{4}$ mm) spaltet sich das axiale Gefäss nach der Abgabe der *A. interossea dorsalis* proximal vom Carpus in einen ventralen und einen dorsalen Ast, der zwischen den Vorderarmknochen auf die Dorsalseite tritt. Ein *intracarpales* Gefäss fehlt. — An dem Oberarm dieser Tiere läuft der *N. medianus* mit einem ganzen Bündel von arteriellen Gefässen zusammen, die von Grosser als *A. brachialis*, *radialis superficialis*, *radialis accessoria* und *collateralis ulnaris* beschrieben

werden. Über deren Entwicklung schreibt Grosser: „Der hier dargestellte Entwicklungsgang zeigt, dass die eigentümliche Anordnung paralleler Gefässstämme am Oberarm gleich beim Embryo als solche angelegt wird, also nicht erst sekundär durch Verbindung von Vorderarmgefässen mit einem Vas aberrans des Oberarmes — wie dies für den Menschen zur Erklärung eines hohen Ursprunges einer Arterie angenommen wird — zustande kommt.“ Diese Beobachtung ist nicht ohne Gewicht, wie unten näher ausgeführt werden soll.

Wenn wir nach dieser Durchsicht der Litteratur den Blick zurückwerfen, so finden wir, dass die Ansichten der neueren Forscher über die Entstehung der Extremitätengefässe von den Anschauungen von Aeby, Baader und Krause bedeutend abweichen. Die Hypothese von dem ursprünglich gleichartigen Gefässnetze, aus dem die Arterien durch stärkere Ausbildung gewisser Teile und Wegfall anderer entstehen sollten, findet keinen Anhänger mehr, wird im Gegenteil als vollkommen unrichtig betrachtet. Nach den phylogenetischen Ergebnissen der modernen Forschungen entstehen die Gefässstämme, sowohl die normalen wie die Varietäten, als solche d. h. als bestimmt gelagerte Bildungen (man könnte sogar von Individuen sprechen), welche während der historischen Entwicklung successive auftreten, indem der eine den anderen verdrängt. Die embryonale Entwicklung ist nur eine Rekapitulation dieser Vorgänge.

So liegt eine, wie dies auf den ersten Blick erscheint, in den Hauptzügen fertige Lehre von der Genese der Extremitätengefässe vor. Man kann so leicht verstehen, wie sie als Reaktion gegen die ältere Ansicht von der Regellosigkeit im Gefäßsysteme entstanden ist. Der Inhalt dieser Lehre trägt ein Gepräge davon, dass die ausgewachsenen Formen den Anfangspunkt der Studien bildeten und dass die genaue vergleichende Methode zu einseitig betrieben ist. Der grosse Fortschritt, welchen die Gefäßmorpho-

logie durch die neueren vergleichend anatomischen Arbeiten gemacht hat, besteht eben darin, dass man den morphologischen Charakter der besonderen Gefässe durch deren Verhalten zu den Umgebungen scharf bestimmte. Ihre Eigenschaft von scheinbar freien Ästen im Gefässbaume der erwachsenen Formen wurde hierdurch zum Hauptcharakter. Da nun der Gefässbaum bei den niederen Formen mit wenigen Ästen versehen ist, so lag die Annahme sehr nahe, dass die Genese der Extremitätengefässe nur in einem Hervortreten neuer und Verschwinden älterer Äste bestand.

Bei einer näheren Betrachtung dieser Lehre findet man aber im Bau derselben gewisse Schwächen. Als eine solche gestatte ich mir von vergleichendem Standpunkte hervorzuheben, dass ein sehr wichtiger Punkt in der Anatomie der Extremitätenarterien im Lichte dieser neuen Lehre ganz unerklärt geblieben ist nämlich das Vorkommen der sogenannten Wundernetze. Wie wir durch die älteren Untersuchungen von Hyrtl (17) u. a. wissen, sind bei gewissen Säugetierordnungen z. B. den Edentaten die Extremitätengefässe nicht aus einfachen Stämmen, sondern aus langgestreckten Netzen von Gefässen sogenannter Wundernetze gebildet. Das Erstaunen, welches diese sonderbaren Bildungen bei ihrem ersten Auftreten erweckt haben und die einen Ausdruck in ihrer Benennung gefunden haben, scheint in der neueren Zeit durch ein Gefühl von Apathie ersetzt zu werden, denn ihre Gegenwart in der Natur wird in den neueren Arbeiten nur ganz im Vorbeigehen berücksichtigt. So z. B. schreibt Zuckerkandl: „Die Vorderarmarterien der Edentaten stimmen demnach im wesentlichen mit jenen der Beutler und wahrscheinlich auch mit jenen der Monotremen überein“. Und doch existiert zwischen den Extremitätenarterien der Beutler und der Edentaten ein tief greifender und sowohl vom genetischen wie physiologischen Standpunkte bisher unerklärter Unterschied, indem bei den Beutlern die Gefässe einfache Stämme, bei den Edentaten

komplizierte Netzbildungen darstellen. E. Schwalbe bespricht die Wundernetze in Kürze, findet aber nur, dass sie „ein ungeklärtes Kapitel in der Lehre von den Armarterien sind“.

Eine andere Schwäche in der oben besprochenen Lehre besteht darin, dass man keine Auskunft darüber erhält, auf welche Weise die Gefäße entstehen. Wachsen die entstehenden Arterienstämme von der axialen Arterie heraus? Werden sie in loco als *A. radialis*, *ulnaris* u. s. w. gebildet? Oder gehen sie aus anderen Gefäßformationen hervor? Für die letzte Ansicht sprechen vielleicht die Andeutungen von Zuckerkandl, dass die *A. mediana* durch die Ausweitung von feinen Gefäßen, welche den *N. medianus* begleiten, entsteht. Diese Fragen drängen sich beim Studium der neueren morphologischen Arbeiten mit Notwendigkeit dem Leser auf. Sie müssen beantwortet werden, um eine richtige Auffassung von der Genese der Extremitätengefäße zu erhalten.

Das jetzt Gesagte hat auch seine Gültigkeit für die Varietäten. Die ontogenetischen Ergebnisse geben uns gar keine Haltepunkte über die direkte Entstehungsweise derselben. In dieser Hinsicht befinden wir uns eigentlich ganz auf demselben Standpunkte wie Theile, welcher schon 1843 den hohen Ursprung der Vorderarmarterien durch ihre Verbindung mit den aus der *A. brachialis* entspringenden *Vasa aberrantia* erklärte.

Die meisten von den neueren Forschern z. B. Ruge und Zuckerkandl gehen nicht näher auf diese Frage ein. Nach Gegenbaur (8) entstehen die Varietäten auf ganz dieselbe Weise wie die sich erweiternden Stämme bei einer Unterbindung des zuführenden Gefäßstammes, d. h. durch mächtigere Ausbildung der normal bestehenden Anastomosen. Dieses Erklärungsschema kann aber nur für sehr wenige Varietäten Geltung finden z. B. für diejenigen unter den Oberarmästen der *A. brachialis*. Für die wichtigsten Varietäten, z. B. die hohen Ursprünge der Vorderarmarterie kann es nicht gelten, da niemand behaupten wird, dass

normale und direkte Anastomosen zwischen der A. axillaris oberhalb der Medianus-Schlinge und der A. radialis bestehen. Dass unsere Kenntnisse in diesem Punkte d. h. über die direkte Entstehungsweise der Varietäten so gering sind, beruht nach meiner Ansicht darauf, dass die embryonale Entwicklung der Extremitätenarterien nicht genügend durchforscht worden ist.

Die wichtigsten Bedenken gegen die modernen Ansichten über die Entwicklung der Extremitätengefäße entstehen aber, wenn man erwägt, wie die Arterien in anderen Gebieten des Körpers entstehen. So z. B. die Entstehung der Gefäße des Halses aus den Kiemenbogenarterien. Hier wissen wir ja von den älteren Ratkeschen und den jüngeren Hisschen Untersuchungen, dass eine ursprüngliche Netzanlage in der Weise umgebildet wird, dass durch Schwund ein Teil der Anastomosen und weitere Entwicklung der anderen Röhren die voll entwickelte Arterienverzweigung hervorgeht. Auch die hier typischen Arterienanomalien entstehen nicht durch Entwicklung von Kollateralgefäßen, sondern durch abnormen Wegfall resp. Ausbildung von anderen Teilen der Embryonalanlage als gewöhnlich.

Endlich kann ich nicht umhin, daran zu erinnern, dass ein bedeutender Unterschied besteht zwischen den modernen Angaben über die Entfaltung der Extremitätengefäße und der wohlbekannten ersten Entstehung der arteriellen Bahnen im Keimhof. Es ist freilich wahr, dass die allgemeine Entstehungsweise der Gefäße zu den schwierigsten und am verschiedensten beantworteten der Embryologie gehören. Doch ob die Gefäße sich aus dem Entoderm oder aus dem Mesoderm entwickeln, hat für die hier vorliegenden Fragen einen untergeordneten Wert. Wichtig für uns ist dagegen die Weise, in der die Arterien aus ihnen entstehen. Hierbei ist zu erinnern, dass Roux (27) in seinen interessanten Untersuchungen über die Verzweigungen der Blutgefäße hervorhebt, dass im Keimhof sowohl die arteriellen wie die venösen Bahnen, als Anpassung an die

Kräfte des Blutstromes, aus unregelmässig netzförmigen Anlagen hervorgehen, und His (13) giebt eine sehr gute Darstellung über die erste Bildung der Gefässe im Embryo, die ich hier wörtlich citieren will. „Schon von vornherein wachsen die Gefässanlagen in vorhandene Lückenräume hinein. Die Aorten, die Kardinalnerven, die Intervertebralgefässe u. a. m. entstehen aus Zellsprossen, welche in die offenen Zwischenräume zwischen den Seitenplatten und den Urwirbeln vordringen, nachdem sie sich zuvor im Gebiete der Area vasculosa und pellucida bei Amnioten in weiten, unter dem Epiblast liegenden Spalten, bei Anamniern an der Oberfläche des Dotters ausgebreitet hatten. Diese ersten Gefässanlagen sind netzförmig unter sich verbunden, und auch grössere Stämme, wie die Aorten und die Kardinalnerven, erscheinen anfangs nur als reihenförmig verbundene Endschlingen eines ausgedehnten Röhrennetzes.¹⁾ Von den zuerst sich anlegenden Blutbahnen erhalten sich aber in der Folge nur diejenigen geringeren Stromwiderstandes, während die übrigen sich schliessen, oder in der Ausbildung zurückbleiben. So erhält sich von den zahlreichen Quergefässen, welche ursprünglich aus dem Dotterkreislauf in die Aorta descendens einmündeten, zuletzt nur die eine A. omphalomesenterica, während die übrigen noch vor eintretendem Darmschluss verkümmern. Ähnliche Beispiele liefern die Kardinalvenen, die A. vertebralis u. a. m.“

Schliesslich müssen auch die genauen Untersuchungen von Thoma (40) genannt werden. Auch er weist deutlich nach, dass die Bildung des dendritischen Verzweigungstypus der Arterien aus einem kapillaren Netzwerke durch Schwund der anderen Teile des Netzes hervorgeht. Ich kann die theoretischen Einwendungen, die ich gegen die moderne Anschauung über die

¹⁾ Kurs. von mir.

Genese der Extremitätenarterien gemacht habe, nicht besser schliessen, als durch die Anführung des folgenden Citates, welches eines von den Hauptresultaten Thomas enthält: „Ein Gefässsystem, welches baumförmig verzweigte Arterien und Venen und ein zwischen diese eingeschaltetes Kapillarnetz aufweist, kann nur zur Entwicklung gelangen, wenn vom Beginne des Kreislaufes an zwischen dem Punkte, an welchem der aus dem arteriellen Ostium hervortretende Blutstrom in das Kapillargebiet eindringt und dem Punkte, an welchem das zum venösen Ostium strömende Blut die Kapillarbahn verlässt, ein den Strom vielfältig teilendes Kapillarnetz eingeschaltet ist.“

Aus den zuletzt mitgeteilten Erfahrungen geht also hervor, dass entweder die Extremitätengefässe auf ganz andere Art als die übrigen Gefässe des Körpers entstehen, oder dass die neue Lehre von der Genese der Extremitätengefässe unvollständig ist.

Eigene Untersuchungen.

Die Veranlassung zur Untersuchung über die Morphologie der Arterien gaben mir einige Präparate, welche Abweichungen von dem gewöhnlichen Verzweigungsschema zeigten, zu deren Verständnis ich die betreffende Litteratur studieren musste. Während dieses Studiums wuchs mein Interesse für dieses Thema, und ich konnte mich mit den neuesten schon erwähnten Erklärungsversuchen nicht begnügen. Meine ersten Studien galten den Arterienverhältnissen bei den menschlichen Föten. Bevor ich aber diese mitteile, sehe ich mich genötigt, einige ältere Angaben, die auch in die neuere Litteratur aufgenommen sind, zu citieren. Hyrtl (16) untersuchte die Arterien bei vier von ihm injizierten Menschenföten vom 2. und 4. Monate. Trotz der geringen Anzahl des untersuchten Materials zieht er hieraus den wichtigen Schluss, dass normal bei

den menschlichen Föten eine sogen. hohe Teilung der Arteria brachialis in die Arteria radialis und ulnaris stattfindet. Diese hohe Teilung soll sich während der weiteren Entwicklung durch ungleiches Wachstum zurückbilden.

Die als Varietät beim Erwachsenen vorkommende hohe Teilung der Arteria brachialis ist also als eine Hemmungsbildung aufzufassen.

Diese Angaben von Hyrtl werden durch die Untersuchungen von Ruge ganz widerlegt. Die menschlichen Embryonen und Föten von 2,5 cm Länge bis zur Geburt zeigen ähnliche Verhältnisse der Arterien wie die erwachsenen Individuen, d. h. entweder die normale Verteilung oder die gleichen Variationen. An mehreren Objekten war etwa in der Mitte des Oberarmes der vor dem N. medianus verlaufende Bicepsast vorhanden. An dem Arm eines Neugeborenen setzte dieser Ast als Arteria radialis zum Vorderarme und zur Hand fort. In drei Fällen (Embryonen von 9, 10 und 11 cm) war das in der Achselhöhle über der normal gelagerten Medianus-Schlinge befindliche Gefäß stark entwickelt. Es verzweigt sich in der Achselhöhle und in den M. pectoralis, coraco-brachialis und biceps brachii. In dem einen Falle hatte dieses Gefäß die ganze A. brachialis ersetzt, welche sich nur bis zur Ellenbeuge ausbreitete.

Gestützt auf solche Erfahrungen spricht Ruge die Ansicht aus, dass Hyrtl vier Varietäten mit hohem Ursprunge der Arteria radialis vor sich gehabt habe.

Trotz der genauen und zuverlässigen Untersuchung von Ruge kehrt die Angabe von einer bei den Föten konstant vorkommenden hohen Teilung der Arteria brachialis in der neueren Litteratur wieder. So schreibt Popowsky (24) so spät wie 1894: „In neuerer Zeit haben die Untersuchungen Sernows (Fall einer nicht vollständigen Entwicklung der Oberarmarterien, russisch Medic. Bote, 1870, No. 40—41), Duvernoys (Ent-

wicklung und Klassifikation der Anomalien der Arterien der oberen Extremität, Diss. Moskau, 1875) und Manchots (Die Hautarterien des menschlichen Körpers, Leipzig 1899) gezeigt, dass beim menschlichen Embryo von 6 Monaten die Teilung der Arteria axillaris in zwei Äste von fast gleichem Kaliber in der Achselhöhle stattfindet und dass beide Stämme im Sulcus bicipitalis einander parallel in Begleitung des N. medianus, welcher zwischen ihnen liegt, verlaufen.“ Popowsky glaubt also ganz bestimmt, dass beim menschlichen Fötus eine hohe Teilung der Arteria brachialis konstant vorkommt, trotzdem dass er seine Gefässuntersuchung in demselben Laboratorium — dem von Gegenbaur — gemacht hat, in dem Ruge seine Untersuchung ausgeführt hat. Ja, er findet sogar in diesem Umstande eine Bestätigung des biogenetischen Grundgesetzes, indem er hervorhebt, dass dieser fötale Zustand der Armarterien beim Menschen der von Bayer nachgewiesenen hohen Teilung der Arteria brachialis bei den Affen entsprechen soll.

Freilich finde ich es nicht notwendig, eine besondere Untersuchung anzustellen, um die genannte litterarische Differenz hinsichtlich des Verhältnisses der Arteria brachialis bei den Föten zu erklären. Denn es ist wohl ohne weiteres klar, dass Ruge recht hat und die Differenz so zu erklären ist, dass die übrigen Autoren nur eine kleine Anzahl von Föten untersucht und diese alle Varietäten dargeboten haben. Mir ist es auch so gegangen, dass ich im Anfange meiner Arbeit in der Mehrzahl der Fälle Varietäten der Arteria brachialis gefunden habe.

Ich beschloss, die Armarterien an einer grossen Anzahl von menschlichen Föten zu untersuchen, um an einem grossen Material die arterielle Verzweigung des menschlichen Armes kennen zu lernen und besonders um zu erfahren, ob während der fötalen Zeit ein Unterschied der Arterienverteilung im Verhältnis zu dem ausgewachsenen Zustande sich bekundete. Ich habe also 100 Föten von den verschiedenen Fötalmonaten unter-

sucht. Dies wertvolle Material habe ich von meinen hiesigen Kollegen, den Herren Dr. F. Westermarck, Dr. E. Alin und Dr. G. Lindström erhalten, wofür ich denselben zu grossem Dank verpflichtet bin.

Um einen Vergleich mit den Befunden bei den Föten ausführen zu können, habe ich auch 100 Extremitäten von Erwachsenen bearbeitet. Ein Teil der letztgenannten Arme stammt aus dem Präpariersaal der hiesigen anatomischen Anstalt, die anderen, sowie alle die Arme von Föten sind teils von mir, teils von meinem Assistenten Herrn cand. med. Oskar J. G. Andersson präpariert und beschrieben worden. Für das grosse Interesse und die Mühe, die er bei diesen Untersuchungen niedergelegt hat, bin ich ihm sehr verbunden und danke ihm hiermit bestens dafür.

Alle die Föten und eine grosse Anzahl der Präparate von den Erwachsenen sind mit Teichmannscher Masse injiziert. Diese vortreffliche Injektionsmethode habe ich während einer Studienreise im Sommer 1899 in der I. anatomischen Anstalt in Wien bei den Herren Professor E. Zuckerkandl und Prosektor J. Tandler kennen gelernt, wofür ich diesen beiden Herren hier meinen besten Dank ausspreche.

Da die Befunde, welche ich bei den jetzt genannten anatomischen Untersuchungen machte, nicht mit der neuesten Erklärung der Bildung der Extremitätengefässe stimmten, beschloss ich die Entwicklung der Armarterien selbst zu durchforschen. Die folgende Untersuchung gliedert sich dann in einen anatomischen und einen entwicklungsgeschichtlichen Teil.

I. Anatomischer Teil.

In dem folgenden teile ich unsere Protokolle über die Untersuchung der Armarterien sowohl an den Föten wie an den Erwachsenen mit. Es ist deutlich, dass das Studium dieser Beschreibungen, die sehr oft nur Wiederholungen enthalten, für

viele Leser nicht besonders geniessbar sind und die Geduld aller Leser auf die Probe stellen. Trotzdem zögere ich gar nicht, dieselben mitzuteilen. Ich habe nämlich sehr oft selbst erfahren, wie lehrreich das Durchlesen gerade der Untersuchungs-Protokolle von E. Schwalbe in Bezug auf meine Studien über die Arterien-Verhältnisse der oberen Extremitäten gewesen ist. Da ohne Zweifel das Studium der Arterienvarietäten beim Menschen nicht abgeschlossen ist und also noch mehrere Bearbeiter erwarten kann, so finde ich es nicht nutzlos, die Protokolle in vollständiger Form zu publizieren.

Anatomische Beschreibung der Arterienverhältnisse der oberen Extremitäten bei 100 untersuchten menschlichen Föten.

1. (I)¹⁾. 36 cm Länge. Weib. Rechter Arm (Taf. XIX XX. Fig. 3). Über der Medianus-Schlinge teilt sich die A. axillaris in zwei Gefässe von etwas verschiedenem Kaliber. Das eine — das dünnere — läuft vor dem N. medianus, das andere durch die Medianus-Schlinge und nimmt seinen Platz hinter dem Nerven. In der Mitte des Oberarmes verbinden sie sich durch eine quergehende lateralwärts vom N. medianus belegene Anastomose mit einander. Eben an der Teilungsstelle der A. axillaris geht die A. subscapularis ab. Weiter nach unten gehen von der tiefen A. brachialis die Aa. circumflexae, profunda brachii und collateralis ulnaris sup. und inf. ab. Die vordere A. brachialis setzt sich in die in der Radialis-Rinne typisch gelagerte A. radialis fort. Die tiefe A. brachialis nimmt in der Ellenbeuge die gewöhnliche Lage zum N. medianus ein, geht dann in die Tiefe hinter dem M. pronator teres und N. medianus, giebt erst die A. recurrens ulnaris ab und teilt sich dann in drei Äste: A. ulnaris, interossea communis und mediana. Die beiden ersten verhalten sich ganz wie gewöhnlich. Die A. mediana verläuft erst durch den N. medianus, dann vor demselben bis in die Hand, wo sie als Aa. digitales volares I und II endigt. — In der Ellenbeuge sind die beiden Aa. brachiales durch eine sehr kräftige hinter der Biceps-Sehne belegene bogenförmige Anastomose verbunden. Von der Mitte der Anastomose entspringt ein starker Ast, der nach oben in die Rinne zwischen den radialen Muskeln und dem M. brachialis internus verläuft. Andere dünne Äste entspringen aus der Anastomose und ziehen nach unten in die radiale Muskulatur. Auch muss bemerkt werden, dass von der genannten Anastomose ein feiner Ast vor der Biceps-Sehne zu der oberflächlichen A. brachialis zieht.

¹⁾ Die römischen Ziffern bezeichnen die Nummern der untersuchten Föten.

No. 2. (I). 36 cm Länge. Weib. Linker Arm (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 2 und 4). Die *A. brachialis* und ihre Äste am Oberarme zeigen normale Verhältnisse. Im Unterarme findet sich eine *A. mediana*, die erst radialwärts, dann vor dem *N. medianus* verläuft. In ihrem oberen Teil ist sie durch eine schräggehende Anastomose mit der *A. radialis* verbunden (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 2). In dem unteren Teil des Unterarmes löst sie sich in ein feines Netz auf, dessen Äste sich sowohl mit der *A. radialis* wie mit der *A. ulnaris* durch Anastomosen vor den Flexoren-Sehnen verbunden sind. Die *A. interossea anterior* anastomosiert über dem *M. pronator quadratus* mit der *A. ulnaris*.

3. (II). 29 cm. Weib. Rechter Arm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 3). Die Medianus-Schlinge ist doppelt. Die erste liegt noch in der Achselhöhle, die zweite wird an der Grenze zwischen der Achselhöhle und dem Oberarme gebildet. Die *A. axillaris* läuft hinter der ersten, dann vor der zweiten und dem *N. medianus* bis zur Ellenbeuge, wo sie die Lage lateral vom Nerven einnimmt und die Unterarmarterien auf gewöhnliche Weise abgibt. Die *A. subscapularis* und *circumflexae humeri* entspringen nebeneinander, ungefähr 6 mm über dem unteren Rande der Sehne des *M. latissimus dorsi*. Die *A. profunda brachii* und *collateralis ulnaris superior* entspringen mit einem gemeinsamen Stamme weiter unten ungefähr an diesem Rande. Die *A. mediana* entspringt an der Stelle, wo die *A. brachialis* sich in die *A. interossea communis* und *ulnaris* teilt, geht bald durch den *N. medianus* und verläuft dann bis zur *Vola manus*, wo sie durch Verbindung mit der *A. ulnaris* den oberflächlichen Hohlhandbogen bildet.

No. 4 (II) 29 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 5 (III) 22 cm. Mann. Rechter Arm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 8). Die *A. axillaris* giebt auf derselben Stelle, wo die *A. thoracico-acromialis* abgeht, eine sehr starke *A. subscapularis*, die medianwärts von dem *N. ulnaris* und der unteren Medianwurzel nach ihrem Gebiete verläuft, ab, dann folgen weiter unten die *Aa. circumflexae humeri* mit normalem Verlaufe; endlich an der Medianus-Schlinge, welche erst an dem unteren Rande der *Latissimus*-Sehne gebildet wird, teilt sich die *A. brachialis* in zwei Stämme: ein mächtiger Ast läuft vor der Schlinge und dann vor dem *N. medianus*, reichliche Äste an den *M. biceps* abgebend, an dem unteren Teil des Oberarmes giebt sie die *A. coll. uln. inf.* ab, um darauf den gewöhnlichen Platz lateral vom *N. medianus* einzunehmen und in die *A. interossea* und *ulnaris* sich fortzusetzen. An der Teilungsstelle der *A. axillaris* entspringt die *A. profunda brachii*. Der hintere Teilungsast der *A. axillaris* bleibt hinter dem *N. medianus*, giebt die *A. collateralis ulnaris sup.* ab, windet sich dann in der Mitte des Oberarmes um den *N. medianus* und verläuft sowohl vor diesem wie der *A. brachialis*, um dann in die *A. radialis* sich fortzusetzen, die im Gebiete des Unterarmes auf gewöhnliche Weise verläuft.

No. 6 (III) 22 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. brachialis*

die im oberen Teil des Oberarmes ganz normal verläuft und die A. profunda brachii und collateralis ulnaris superior abgibt, windet sich in der Mitte des Oberarmes um den N. medianus und verläuft vor diesem zur Ellenbeuge, um dann die gewöhnliche Lage und Verteilung darzubieten. Auf der Windungsstelle entspringt aus der A. brachialis ein feiner Ast, der hinter dem N. medianus verläuft und in dem unteren Teil des Oberarmes als Muskelast im M. brachialis internus endigt. Die A. collateralis ulnaris inferior entspringt aus der A. brachialis superficialis und verläuft quer vor diesen zu ihrem Verteilungsgebiete.

No. 7 (IV) 42 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 8 (IV) 42 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 9 (V) 47 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 10 (V) 47 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 11 (VI) 41 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 12 (VI) 41 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 13 (VII) 31 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 14 (VII) 31 cm. Weib. Linker Arm. Die A. axillaris zerfällt über der doppelten Medianus-Schlinge, die im unteren Teil der Achselhöhle dicht über dem Rande der Latissimus-Sehne belegen ist, in zwei Äste, von denen einer vor dem N. medianus auf dem Oberarme verläuft und sich dann in die A. radialis fortsetzt, der andere bleibt hinter dem Nerven und geht in die übrigen Unterarterien über. Die A. subscapularis entspringt vor der Teilung und auch bevor die A. axillaris durch den Nervenplexus passiert ist. Die übrigen Oberarmäste entspringen aus der tiefen A. brachialis. Desgleichen auch die A. recurrens radialis.

No. 15 (VIII) 26 cm. Weib. Rechter Arm. In der Mitte des Oberarmes teilt sich die bisher normal verlaufende A. brachialis in zwei Äste, von denen einer hinter dem N. medianus bis in die Plica cubiti verläuft, wo er seinen Platz lateral vom Nerven einnimmt und auf gewöhnliche Weise in die A. ulnaris und interossea fortsetzt, der zweite Ast verläuft hinter und medial von dem Nerven, bis er in der Plica cubiti den Nerven auf der vorderen Seite kreuzt, jetzt verläuft er oberflächlich auf dem M. pronator teres und flexor carpi radialis, bis er im unteren Teil des Unterarmes radialwärts abweicht, um dann den gewöhnlichen Platz in der Radialrinne einzunehmen. Wir finden also in diesem Falle eine A. brachialis superficialis inferior, die sich in die A. radialis fortsetzt, deren Lage aber sowohl in dem Oberarm wie in dem Unterarmverlaufe ein wenig von dem gewöhnlichen abweicht. Die Aa. collaterales ulnares sup. et inf. und recurrens radialis entspringen alle aus der oberflächlichen A. brachialis. Dieser Umstand ist beachtenswert und steht vielleicht im Zusammenhange mit der veränderten Lage der A. brachialis superficialis inferior. Es sieht ganz aus, als ob die Arterie durch die genannten Äste von ihrer gewöhnlichen Lage vor dem N. medianus nach hinten und medialwärts gezogen worden wäre.

No. 16 (VIII) 26 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 17 (IX) 20 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 18 (IX) 20 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 19 (X) 19,5 cm. Weib. Rechter Arm. Die A. mediana perforiert den N. medianus im oberen Teil und läuft dann von diesem in die Aa. digitales volares I und II aus.

No. 20 (X) 19,5 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 21 (XI) 42 cm. Rechter Arm. An der Medianus-Schlinge, die in der Mitte der Achselhöhle hinter dem M. pectoralis minor liegt, teilt sich die A. axillaris in eine A. brachialis superficialis und profunda. Jene verläuft vor dem N. medianus längs dem Biceps-Rande, Äste zu diesem Muskel sendend. An der Ellenbeuge geht sie in die A. radialis über. Die A. brachialis profunda giebt die A. subscapularis, circumflexae, profunda brachii, collateralis uln. sup. und inf. und geht weiter in die A. ulnaris und interossea über. In der Ellenbeuge sind die beiden Arterien durch eine gut ausgebildete bogenförmige Anastomose miteinander verbunden. Diese gestaltet sich folgendermassen: In der Ellenbeuge entspringt aus der A. brachialis superficialis die A. recurrens radialis, welche einen konvexen nach unten und radialwärts gerichteten Bogen beschreibt, ehe sie nach oben in dem Sulcus cubitalis lateralis verschwindet. Aus der A. brachialis profunda entspringt ungefähr auf der gewöhnlichen Stelle der A. radialis ein Ast, der nach unten und radialwärts gerichtet ist und für die radiale Muskelgruppe bestimmt ist. Dieser Ast ist verbunden mit der A. recurrens radialis eben an deren Biegungsstelle nach oben. So kommt also eine bogenförmige Anastomose zu stande, deren Konvexität nach unten und radialwärts gerichtet ist, deren Kaliber aber nicht gleichmässig ist, indem der mittlere Teil viel schmaler ist als die beiden Endteile. Eine A. subtendinea fehlt.

No. 22 (XI) 42 cm. Mann. Linker Arm. (Taf. XVII/XVIII, Fig. 9.) Dieser Fall zeigt grosse Ähnlichkeit mit der anderen Seite, indem auch eine Teilung in die A. brachialis superficialis und profunda an einer hochbelegenen Medianus-Schlinge stattfindet. Jene setzt sich in die A. radialis fort, diese geht nach Abgabe der Oberarmarterien in die Ulnaris und Interossea über. Die Gefäßverhältnisse in der Ellenbeuge sind aber anderer Art, indem hier eine typische A. recurrens radialis fehlt. Ihr Verteilungsgebiet haben zwei andere Gefässe übernommen, nämlich teils eine sehr kräftige A. subtendinea, die unter der Biceps-Sehne verläuft und dann nach oben in dem Sulcus cubitalis lateralis ganz wie eine A. recurrens radialis verläuft und auch Äste nach unten in die radiale Muskulatur sendet, teils ein sehr feines Gefäss, das von der A. brachialis profunda auf dem gewöhnlichen Platz der A. radialis entspringt, nach unten und radialwärts verläuft, um in den radialen Muskeln zu endigen. Dies Gefäss ist durch eine feine Anastomose mit der A. brachialis superficialis resp. deren Fortsetzung verbunden. Die A. mediana ist als kleiner Muskel- und Nervenast vorhanden, der

bis zum unteren Drittel des Unterarmes verläuft und durch eine schräggehende, unter dem *M. pronator teres* verlaufende Anastomose mit der *A. radialis* zusammenhängt.

No. 23 (XII) 50 cm. Weib. Rechter Arm. Die Medianus-Schlinge befindet sich im unteren Teil der Achselhöhle, gerade an der Grenze gegen den Oberarm. Oberhalb der Medianus-Schlinge gehen ab: die *A. subscapularis*, *circumflexa post.* und *profunda brachii*, (von denen die letzte hinter der Teres-Major-Sehne ihr Gebiet erreicht), die *A. circumflexa ant.* dicht neben der vorigen. Ein paar Mm. nach unten erfolgt der Abgang der *A. coll. uln. sup.*, welche auch einen Ast längs dem *N. radialis* zu dem *M. triceps* sendet. Dann läuft die *A. brachialis* vor der Medianus-Schlinge und vor dem Nerven in die Unterarmarterien fort.

No. 24 (XII) 50 cm. Weib. Linker Arm. Die Medianus-Schlinge ist dreifach vorhanden. Über der ersten teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste: einer verläuft vor dem *N. medianus* in die Unterarmarterien, der andere giebt die *A. subscapularis*, *circumflexae humeri*, *profunda brachii* ab und endet als *A. coll. uln. sup.*

No. 25 (XIII) 34,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 26 (XIII) 34,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 27 (XIV) 20 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 28 (XIV) 20 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 29 (XV) 16,5 cm. Weib. Rechter Arm. Es giebt zwei Medianus-Schlingen: eine in der Mitte der Achselhöhle unter dem *M. pectoralis minor*, eine weiter distalwärts in der Höhe der Teresmajor-Sehne. An der ersten teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste: einen tieferen, welcher deutlich der lateralen Seite des *N. medianus* folgt und die *A. subscapularis* wie die Oberarmarterien abgiebt und eine oberflächliche, die vor dem *N. medianus* dem Bicepsrand sehr genau folgt. In dem unteren Teil des Oberarmes, ein wenig über der Epicondylus-Linie liegen die beiden *A. brachiales* sehr nahe, fast bis zur Berührung aneinander. Nun setzt sich die *A. brachialis superficialis* in die *A. radialis* und *recurr. rad.* und die *A. brachialis profunda* in die *A. interossea* und *ulnaris* nach der Abgabe der *A. recurrens ulnaris* fort.

No. 30 (XV) 16,5 cm. Weib. Linker Arm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 6). Die *A. axillaris* passiert auf die gewöhnliche Weise die Medianus-Schlinge, giebt die *A. subscapularis*, *profunda brachii* und *collateralis ulnaris sup.* ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes in zwei Arterien, von denen die eine sich um die mediale Seite des *N. medianus* auf dessen Vorderseite windet und dann in die *A. radialis* sich fortsetzt. Die hintere *A. brachialis* geht in die übrigen Unterarmarterien über. In der Ellenbeuge anastomosiert die *A. recurrens radialis*, die aus der oberflächlichen Arterie entspringt, mit einem Muskelast von der tiefen *A. brachialis*.

No. 31 (XVI) 38,5 cm. Mann. Rechter Arm. Die Medianus-Schlinge ist doppelt. Die A. axillaris verläuft hinter den beiden, giebt die A. subscapularis, circumflexae hum. und profunda brachii ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes in die A. brachialis superficialis inf., die sich in die A. radialis fortsetzt und die A. brachialis profunda, welche die A. coll. ulnaris sup. et inf., recurrens radialis und ulnaris abgiebt und dann in die übrigen Unterarmarterien sich fortsetzt. Die A. mediana ist stark entwickelt, passiert durch den oberen Teil des N. medianus, und geht dann auf dessen vorderer Seite bis zur Vola manus, wo sie sich in die Aa. digitales volares I und II spaltet. Vor der Spaltung ist sie durch eine dünne Anastomose mit der A. ulnaris verbunden.

No. 32 (XVI) 38,5 cm. Mann, Linker Arm. Normal.

No. 33 (XVII) 45 cm. Mann. Rechter Arm. Die Medianus-Schlinge wird hoch oben in der Achselhöhle auf gewöhnliche Weise gebildet. Durch sie passiert die A. axillaris, welche die A. subscapularis, circumflexae hum. und profunda brachii abgiebt und sich dann im oberen Teil des Oberarmes in die A. brachialis superficialis inf. teilt, die auf typische Weise sich in die A. radialis fortsetzt und auch die A. recurrens radialis abgiebt. Aus der A. brachialis profunda entspringen die A. coll. uln. sup. et inf., dann setzt sie sich in die A. interossea und ulnaris fort.

No. 34 (XVII) 45 cm. Mann. Linker Arm. Die Extremitäts-Gefäße zeigen die gewöhnliche Anordnung und Verteilung. Von der A. interossea über dem M. pronator quadratus geht ein Ast unter rechtem Winkel ulnarwärts ab, wendet an dem Rande der Ulna nach unten und geht vertikal bis an das untere Ende der Ulna, wo er mit der A. ulnaris anastomosiert.

No. 35 (XVIII) 43,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 36 (XVIII) 43,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 37 (XIX) 47 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 38 (XIX) 47 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 39 (XX) 46 cm. Mann. Rechter Arm. Es findet sich eine kräftige A. mediana, welche bis an die Hand geht und in den oberflächlichen Handbogen einmündet.

No. 40 (XX) 46 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

N. 41 (XXI) 24 cm. Weib. Rechter Arm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 7). Die Medianus-Schlinge ist doppelt vorhanden: die erste befindet sich in der Mitte der Achselhöhle, die zweite in der Höhe der Latissimus-Sehne. Die A. axillaris von normaler Lage und normalem Verlauf geht durch die Medianus-Schlinge, sendet an der erste Schlinge einen feinen Ast, der vor dem Nerven verläuft und bald endigt (= Rudiment der A. brachialis superficialis superior), giebt dann die A. subscapularis und profunda brachii ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes bald unter dem Rande der Latissimus-Sehne in zwei Äste: eine stärkere

A. brachialis superficialis inf. und eine schwächere *A. brachialis profunda*, welche die *Aa. collaterales uln. sup. et inf.* entsendet. In der Höhe der Epicondylus-Linie verbinden sie sich lateral vom *N. medianus* wieder zu einem Stamm, der sofort die *A. radialis* abgibt und dann als typische *A. brachialis* weiter zieht. Die Unterarmarterien verhalten sich normal.

No. 42 (XXI) 24 cm. Weib. Linker Arm (Fig. 5, Taf. XVII/XVIII). Hier findet sich auch eine doppelte Medianus-Schlinge. Die *A. axillaris* verläuft normal zu den beiden und sendet durch die zweite einen feinen Ast, der auf dem Nerven liegt und bald endigt (= Rudiment der *A. brachialis superficialis media*.) Auf der gewöhnlichen Stelle nach dem Abgange der *A. coll. uln. inf.* giebt sie eine *A. brachialis superficialis inf.* ab, die in die *A. radialis* sich fortsetzt, während die *A. br. prof.* in die Unterarmarterien übergeht und auch die *A. recurrens radialis* abgibt.

No. 43 (XXII) 24 cm. Weib. Rechter Arm. Im oberen Teil des Oberarmes windet sich die Armarterie um die mediale Seite des *N. medianus*, verläuft dann eine Strecke auf dem Nerven, nimmt in der Ellenbeuge den gewöhnlichen Platz lateral von dem Nerven ein und setzt sich dann in die Unterarmarterien fort. An der Stelle, wo die Arterie den veränderten Platz einnimmt, wird ein Ast abgegeben, welcher hinter dem *N. medianus* eine kurze Strecke verläuft, dann einen Ast zum *N. ulnaris* sendet, welcher der *A. coll. uln. sup.* entspricht, um schliesslich als *A. coll. uln. inf.* zu endigen.

No. 44 (XXII) 24 cm. Weib. Linker Arm (Taf. XVII/XVIII), Fig. 4). Der *N. medianus* hat zwei Schlingen. Die *A. axillaris* geht auf gewöhnliche Weise durch die erste, giebt die *A. subscapularis*, *circumflexae hum.*, *profunda brachii* und *coll. uln. sup.* ab, passiert dann vor der zweiten Schlinge, die an dem Übergange zwischen der Achselhöhle und dem Oberarme liegt und geht dann, wie eine typische *A. brachialis superfic.* vor dem *N. medianus* in die Unterarmarterien über. Im unteren Teil des Oberarmes geht die *A. coll. uln. inf.* ab, quert den *N. medianus* auf dessen vorderer Seite, läuft dann vertikal nach unten, teilt sich in der *Fossa cubiti* in zwei Äste, die wieder zusammen treten und so eine Insel bilden, wonach sie unmittelbar über dem Ursprunge der *A. recurrens ulnaris* in die *A. brachialis* mündet.

No. 45 (XXIII) 35,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 46 (XXIII) 35,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 47 (XXIV) 33 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 48 (XXIV) 33 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 49 (XXV) 47 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 50 (XXV) 47 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 51 (XXVI) 43 cm. Weib. Rechter Arm. Es finden sich zwei Medianus-Schlingen vor. Die *A. axillaris* verläuft normal, giebt aber vor dem Durchtritt durch die Medianus-Schlinge einen kräftigen

Ast ab, der den Ursprung für die *A. subscapularis*, *circumfl. hum. post.* und *thoracalis lateralis* bildet. Im unteren Teil des Oberarmes entspringen zwei *Aa. coll. uln. inf.*, die sich bogenförmig miteinander verbinden, und aus diesem Bogen entspringen Äste, die sowohl quer nach hinten über dem medialen Epicondylus wie nach unten in die *Fossa cubiti* verlaufen. Die *A. mediana* ist sehr stark entwickelt, perforiert den oberen Teil des *N. medianus*, spaltet sich in der Hohlhand in die sehr kräftigen *Aa. digitales volares I* und *II* und verbindet sich durch einen sehr dünnen Ast mit der *A. ulnaris* zum oberflächlichen Handbogen. Schliesslich findet man in der unteren Hälfte des Unterarmes zwei Anastomosen zwischen der *A. radialis* und *mediana*. Beide verlaufen mit nach unten gerichteter Konvexität: eine 5 und die andere 15 mm über dem Handgelenk.

No. 52 (XXVI) 43 cm. Weib. Linker Arm. Durch die hoch in der Achselhöhle belegene Medianus-Schlinge zieht die *A. axillaris* auf gewöhnliche Weise; bevor sie aber durch die Schlinge verläuft, wird ein sehr kräftiger Ast abgegeben, von welchem die *A. thoracalis lateralis*, *subscapularis* und *circumflexa hum.* entspringen, während die *A. circumfl. hum. anterior* auf gewöhnliche Weise aus der *Axillaris* entspringt. Im Gebiete des Oberarmes werden die *A. profunda br., coll. uln. sup. et inf.* typisch abgegeben. Im Gebiete des Unterarmes ist die *A. mediana* kräftig ausgebildet, windet sich radialwärts um den *N. medianus* und verhält sich im übrigen ganz wie auf der rechten Seite. Zwei Anastomosen zwischen der *A. radialis* und *mediana* sind auch zu finden: eine in der Mitte des Unterarmes, eine 10 mm über dem *Carpus*.

No. 53 (XXVII) 37,5 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. mediana* von feinem Kaliber reicht bis zur Hand, wo sie eine Verbindung mit dem *R. volaris superficialis* der *A. radialis* eingeht. Dazu verbindet sie sich oben über dem Handgelenk mit der *A. radialis* durch eine quergehende dünne Anastomose.

No. 54 (XXVII) 37,5 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. mediana* reicht bis zur Mitte des Unterarmes.

No. 55 (XXVIII) 38,5 cm. Weib. Rechter Arm. Die *A. brachialis*, die sonst einen normalen Verlauf und eine normale Verteilung darbietet, giebt im oberen Teil des Oberarmes ein Gefäss ab, das mit dem *N. musculo-cutaneus*, der hier nicht den *M. coraco-brachialis* durchbohrt, zwischen dem *M. biceps* und *brachialis internus* als treuer Begleiter verläuft und Äste an die beiden Muskeln abgiebt, um schliesslich in der *Fossa cubiti* in die *A. recurrens radialis* einzumünden. Die *A. mediana* ist als schwaches Gefäss vorhanden, reicht zur Mitte des Unterarmes und steht durch eine schräggehende, radialwärts unter dem *M. pronator teres* verlaufende Anastomose mit der *A. radialis* in Verbindung. Weiter unten in der Mitte des Unterarmes geht ein feines Gefäss von der *A. radialis* zum *N. medianus*, folgt dieser eine kurze

Strecke, um an dem unteren Teil des Unterarmes wieder in die A. radialis einzumünden.

No. 56 (XXVIII) 38,5 cm. Weib (Taf. XVII/XVIII, Fig. 1). Linker Arm. Zwischen den A. coll. uln. sup et inf. (ungefähr 1 cm distalwärts von jener) verläuft nach unten auf dem M. brachialis int. eine Arterie, die sich oben über dem Epicondylus med. bogenförmig sowohl mit der A. coll. uln. sup. wie mit der A. c. u. inf. verbindet. Sonst normale Arterienverteilung.

No. 57 (XXIX) 40,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 58 (XXIX) 40,5 cm. Mann. Linker Arm. Die A. axillaris teilt sich an der Medianus-Schlinge in zwei starke Äste, von denen einer vor dem N. medianus verläuft, in der Fossa cubiti die normale Lage der A. brachialis einnimmt und dann auf gewöhnliche Weise in die Unterarmarterien sich fortsetzt. Der andere Teilstück zieht als kurzer, aber kräftiger Stamm durch die Medianus-Schlinge und löst sich in die A. subscapularis, circumflexae hum., profunda brachii und coll. uln. sup. auf, während die A. coll. uln. inf. von der A. brach. superf. abgegeben wird.

No. 59 (XXX) 44 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 60 (XXX) 44 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 61 (XXXI) 51 cm. Weib. Rechter Arm. Eine starke A. mediana läuft erst radialwärts vom N. medianus, dann vor diesem bis in die Hohlhand, wo sie sich in die Aa. digitales I und II spaltet und mit feinen Ästen sowohl mit dem R. volaris A. radialis wie mit der A. ulnaris sich verbindet; dazu anastomosiert sie über dem Handgelenk mit der A. radialis.

No. 62 (XXXI) 51 cm. Weib. Linker Arm. Die A. collat. uln. sup. et inf. sind durch einen langen Ast miteinander verbunden. Die A. mediana, ziemlich kräftig, durchbohrt den N. medianus, reicht bis zur Hand und bildet hier die Aa. digitales volares I und II. — Aus der A. interossea ant. entspringt ein Gefäß über dem M. pronator quadratus und anastomosiert mit einem Ast von der A. ulnaris an dem ulnaren Rande des Carpus.

No. 63 (XXXII) 37 cm. Weib. Rechter Arm. Die Injektion ist unvollständig. Doch lässt sich nachweisen, dass, wie auf der linken Seite, eine A. brach. superf. inf. vorhanden ist, die sich in eine A. antibrachii superficialis ulnaris fortsetzt.

No. 64 (XXXII) 37 cm. Weib. Linker Arm. Nachdem die A. brachialis die A. profunda brachii abgegeben hat, teilt sie sich im oberen Teil des Oberarmes in zwei Äste, von denen der hintere den gewöhnlichen Lauf der A. brachialis fortsetzt und die A. coll. uln. sup. et inf. abgibt, während der andere Teilstück sich medialwärts um den N. medianus windet, dann vor diesem bis zum Lacertus fibrosus verläuft. Jetzt geht das Gefäß ulnarwärts schräg über den M. pronator teres, flexor carpi, flexor dig. comm. (M. palmaris longus fehlt), bis es

im unteren Teil des Unterarmes die gewöhnliche Lage der *A. ulnaris* an der Seite des *N. ulnaris* einnimmt, um dann in den *Arcus volaris* subl. sich fortzusetzen. — Die *A. brachialis profunda*, deren Verlauf im Gebiete des Oberarmes schon beschrieben ist, geht auf gewöhnliche Weise in die *Fossa cubiti* hinein, giebt die *A. radialis* und die *A. recurrens* uln. ab, die sowohl nach oben wie nach unten Äste in die ulnare Muskulatur sendet. Nach dem Abgange einer schwachen *A. mediana*, die nur bis zu der Mitte des Unterarmes reicht, setzt sich die *A. brach. prof.* in die *A. interossea communis* fort. Keine Spur von der *A. ulnaris* in ihrem oberen Teil ist vorhanden.

No. 65 (XXXIII) 51 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. mediana* ist kräftig entwickelt und reicht bis in die Hand. Die *A. mediana* perforiert den *N. medianus* im oberen Teile ihres Verlaufes, läuft dann vor dem Nerven und verbindet sich in der Handplatte sowohl durch eine kräftige Anastomose mit der *Arteria ulnaris*, wie durch eine schwache solche mit dem *Ramus volaris* der *A. radialis*.

No. 66 (XXXIII) 51 cm. Mann. Linker Arm. Starke *A. mediana*, reicht bis in die Hand. Sie läuft erst radialwärts, dann vor dem *N. medianus*, geht in die *A. dig. vol. I* über und verbindet sich durch einen feinen Ast mit der *A. ulnaris*, aus der die *A. digitalis volaris II* entspringt.

No. 67 (XXXIV) 26,5 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. mediana* liegt erst radialwärts, dann vor dem *N. medianus*, reicht bis in die *Vola manus*, wo sie die *Aa. digitales volares I und II* abgiebt.

No. 68 (XXXIV) 26,5 cm. Mann. Linker Arm. *A. mediana*, wie im vorhergehenden Falle.

No. 69 (XXXV) 51,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 70 (XXXV) 51,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 71 (XXXVI) 50 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. circumflexa hum. post.* ist doppelt vorhanden: ein schwacher Ast befindet sich an der gewöhnlichen Stelle, ein kräftiger Ast entspringt weiter distalwärts zusammen mit der *A. profunda brachii* und verläuft an der hinteren Seite der Sehne des *M. teres major* zu dem gewöhnlichen Verteilungsgebiet der Arterie.

No. 72 (XXXVI) 50 cm. Mann. Linker Arm. Verhält sich wie der vorhergehende.

No. 73 (XXXVII) 52 cm. Weib. Rechter Arm. Die Extremitäten-Arterie, die durch die Achselhöhle auf gewöhnliche Weise und mit normaler Astabgabe verläuft, windet sich im oberen Teile des Oberarmes nach der Abgabe der *A. coll. uln. sup.* vor dem *N. medianus*, und verläuft vor diesem nach der Ellenbeuge, wo sie die gewöhnliche laterale Lage zum *N. medianus* einnimmt. Die Unterarmarterien zeigen die normale Anordnung. An der Stelle, wo die Arterie sich um den *N. medianus* windet, entpringt ein feines Gefäß, das die gewöhnliche Lage zum *N. medianus* im ersten Teil ihres Verlaufes zeigt. Später

läuft es mehr ulnarwärts, giebt über dem Epicondylus medialis einen Querast ab, der sich wie eine typische A. coll. uln. inf. verhält, zieht so nach unten in die Fossa cubiti und mündet schliesslich in die A. brachialis dicht über der Abgangsstelle der A. recurrens ulnaris hinein. Diese anastomosiert auf die gewöhnliche Weise mit dem als A. coll. uln. inf. oben bezeichneten Gefäss.

No. 74 (XXXVII) 52 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 75 (XXXVIII) 55 cm. Mann. Rechter Arm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 10). Die Medianus-Schlinge ist doppelt. Die A. axillaris passiert durch die obere und nimmt den gewöhnlichen Platz zum N. medianus ein, giebt die A. subscapularis, dann unmittelbar einen kurzen, aber kräftigen Ast für die A. circumflexa post. und profunda brachii ab, von denen diese hinter der Teresmajor-Sehn nach ihrem Gebiete verläuft. Im oberen Teil des Oberarmes wird die kräftige A. coll. uln. sup. abgegeben, die auch längs dem N. radialis Äste entsendet. Dicht über der Mitte des Oberarmes teilt sich die bisher normal verlaufende A. brachialis in zwei Äste von ungefähr gleichem Kaliber, der eine windet sich um den N. medianus, geht vor diesem in die A. radialis über und giebt auch die A. recurrens radialis ab, der andere setzt sich in die Unterarmarterien fort; auf der gewöhnlichen Stelle der A. radialis wird ein kleiner Muskelast abgegeben, der sich in die radialen Muskeln auflöst.

No. 76 (XXXVIII) 55 cm. Mann. Linker Arm (Taf. XIX/XX, Fig. 5). Die Medianus-Schlinge ist doppelt vorhanden. Die A. axillaris und ihre Äste verhalten sich ganz normal. Im oberen Teil des Oberarmes gehen die A. profunda brachii und collateralis uln. sup. ab. Dann teilt sich die A. brachialis im Gebiete der oberen Hälfte des Oberarmes in zwei Äste von ungleichem Kaliber, die sich in ihrer weiteren Lage und Ausbreitung sehr sonderbar verhalten. Der dickere Teilstast durchbohrt nämlich den N. medianus und läuft dann lateralwärts vor dem N. medianus in die Ellenbeuge hin, giebt hier eine A. radialis ab und verhält sich im übrigen wie eine typische A. brachialis profunda, indem sie in der Tiefe unter dem tiefen Pronator-Kopf und N. medianus in die A. ulnaris und interossea sich fortsetzt. Der dünnere von den beiden Ästen, in denen die A. brachialis sich teilt, folgt dem N. medianus längs dessen medialer und hinterer Seite bis zum unteren Teile des Oberarmes. Hier wendet sie radialwärts und geht schräg über sowohl den N. medianus wie die A. brachialis, um in dem oberen Teil der A. radialis 5 mm von dessen Ursprünge einzumünden. Die beiden jetzt beschriebenen Oberarmarterien bilden also in ihrer Gesamtheit nebst dem oberen Teil der A. radialis eine ∞ langgestreckte Figur. Innerhalb des genannten Teiles der A. radialis entspringt die A. recurrens radialis.

No. 77 (XXXIX) 41 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 3). Die A. axillaris und ihre Fortsetzung der A. brachialis verhält sich, was Lage und Äste betrifft, völlig normal bis dicht über der Mitte

des Oberarmes. Hier teilt sie sich nämlich in zwei Äste, die erst nebeneinander und hinter dem N. medianus verlaufen: der eine medial, der andere lateral. Im unteren Teile des Oberarmes und in der Ellenbeuge kreuzt jener sowohl den N. medianus wie die andere, jetzt an der lateralen Seite neben dem N. medianus belegene A. brachialis profunda und setzt sich in die A. radialis-*fort.* Die A. brachialis profunda geht in die übrigen Unterarmarterien fort. Aus der A. brachialis superficialis entspringt die A. recurrens radialis, und diese anastomosiert mit einem kleinen Muskelast, der aus der A. mediana entspringt. Die A. mediana ist ein kurzes, aber ziemlich starkes Gefäß, das längs dem N. medianus zur Mitte des Unterarmes sich streckt. Hier steht sie durch eine kräftige Anastomose, die zwischen dem M. pronator teres und flexor carpi radialis hervorkommt, mit der A. radialis in Verbindung, während ein sehr feiner Ast dem N. medianus folgt, um bald zu endigen. — Schliesslich muss bemerkt werden, dass sowohl von der A. brachialis profunda, wie von der A. brachialis superficialis eine quergehende A. coll. uln. inf. abgeht.

No. 78 (XXXIX) 41 cm. Mann. Linker Arm. Normale Arterienverteilung. Es finden sich zwei Medianus-Schlingen: eine in der Achselhöhle, eine im oberen Teil des Oberarmes. Der N. musculo-cutaneus verläuft in der Medianus-Bahn.

No. 79 (XL) 40 cm. Mann. Rechter Arm. A. thoracalis lat., subscapularis und circumfl. hum. post. gehen mit einem gemeinsamen Stamm proximal von der Medianus-Schlinge ab. Sonst normal.

No. 80 (XL) 40 cm. Mann. Linker Arm. Doppelte A. circumfl. hum. post.

No. 81 (XLI) 46 cm. Mann. Rechter Arm. Die A. mediana ist stark entwickelt und reicht bis in die Vola manus, wo sie die Aa. digitales volares I und II abgibt.

No. 82 (XLI) 46 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 83 (XLII) 55 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 84 (XLII) 55 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 85 (XLIII) 35,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 86 (XLIII) 35,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 87 (XLIV) 43 cm. Weib. Rechter Arm. (Taf. XXI/XXII, Fig. 4). Bei diesem interessanten Specimen zeigt der Plexus brachialis eine von dem gewöhnlichen Typus abweichende Anordnung, und auch die A. axillaris verhält sich anders als gewöhnlich in Bezug auf den Plexus. Erst verhalten sich die Nervenstämmen normal, indem C V und C VI zum oberen primären Truncus zusammentreten. Auf dieselbe Weise laufen C VIII und T I zu einem unteren primären Stamme zusammen. C VII verläuft als mittlerer Primärstamm zwischen den genannten. Jetzt teilt sich jeder von diesen Stämmen in eine ventrale und eine dorsale Portion. Die drei ventralen Portionen laufen zu einem mächtigen plattenförmigen Nervenstamm zusammen, welcher in der Mitte der

Achselhöhle liegt. Aus seinem unteren Rande entspringen die N. cutaneus brachii, antibrachii und der N. ulnaris, der obere Teil läuft in einen mächtigen Strang aus, der sich erst auf der Grenze zum Oberarme in zwei Äste N. musculo-cutaneus und medianus teilt. Von dem N. musculo-cutaneus, der den M. coraco-brachialis nicht durchbohrt, geht ein Ast ab, der sich im unteren Teil des Oberarmes wieder mit dem N. medianus vereinigt. Die drei dorsalen Portionen von den primären Stämmen treten zu einem Stamm zusammen, aus dem der N. radialis und axillaris hervorgeht. Die Extremitätsarterie verhält sich jetzt so, dass sie schon über der Clavikel durch die ventrale Portion des Plexus geht, indem sie zwischen den mittleren und unteren Primärtrunci hindurchschlüpft und dann durch die Achselhöhle zwischen der ventralen und dorsalen Portion sich fortsetzt. Auf der vorderen Seite wird sie also von dem N. medianus und ulnaris bedeckt. Hinter ihr liegt der N. radialis. Die Äste, die in der Achselhöhle abgegeben werden, sind normal. Im Gebiete des Oberarmes hält sie den gewöhnlichen Platz zum N. medianus ein, liegt in der Fossa cubiti lateral vom N. medianus und setzt sich dann in die Unterarmarterien fort. In dem oberen Teil des Oberarmes geht ein Ast ab, der schräg über der vorderen Seite des N. medianus lateralwärts zieht, um in der Plica cubiti in der knieförmig gebogenen A. radialis 4 mm von deren Ursprung einzumünden (Taf. XXI/XXII, Fig. 4). Auf diese Weise wird ein Gefäßring gebildet, durch den der N. medianus verläuft. Von dem Knie der A. radialis geht die A. recurrens radialis ab. Die A. collateralis ulnaris inf. ist doppelt vorhanden, teils entspringt ein solches Gefäß aus der A. brach. prof., teils ein solches aus der A. brach. superfic. Beide laufen quer nach dem Verteilungsgebiet und anastomosieren miteinander. — Von der im vorhergehenden beschriebenen A. brachialis superficialis inferior gehen zwei feine Äste ab: der eine über, der zweite unter dem Lacertus fibrosus (Taf. XXI/XXII, Fig. 4). Sie ziehen wie typische A. plicae cubiti schräg nach unten und medialwärts über die Flexorengruppe, der obere anastomosiert mit der A. collateralis uln. inf. von der A. brachialis profunda, der untere zieht nach der Spalte zwischen dem M. flexor carpi ulnaris und flexor digitorum subl. und mündet hier in die A. ulnaris hinein. Die A. radialis und ulnaris sind im unteren Teil des Unterarmes durch eine quergehende subfascial belegene Anastomose miteinander verbunden. Die A. mediana ist stark entwickelt, verläuft bis in die Hand, giebt die A. digitalis volaris I ab und verbindet sich durch einen feinen Ast mit der A. ulnaris, welche die übrigen Fingerarterien abgiebt.

No. 88 (XLIV) 43 cm. Weib. Linker Arm. Die A. recurrens radialis ist durch eine bogenförmige Anastomose mit der ziemlich schwachen A. subtendinea verbunden.

No. 89 (XLV) 42 cm. Rechter Arm. Normal.

No. 90 (XLV) 42 cm. Linker Arm. Normal.

No. 91 (XLVI) 46 cm. Mann. Rechter Arm (Taf. XXI/XXII, Fig. 6). Die *A. plicae cubiti* ist als ein feines Gefäß subkutan über der Flexorengruppe verfolgbar und mündet zwischen dem *M. flexor carpi uln.* und *flexor dig. comm.* an der Grenze des unteren Drittels des Unterarmes in die *A. ulnaris* hinein. Gerade über dem Carpus biegt sich je ein feines Gefäß von der *A. radialis* bzw. *A. ulnaris* zum *N. medianus*, und alsdann verbinden sich dieselben zu einem eine kurze Strecke längs dem Nerven ziehenden Gefäß.

No. 92 (XLVI) 46 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. axillaris* teilt sich an der in der Mitte der Achselhöhle belegenen Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen einer vor dem *N. medianus* verläuft und in die Unterarmarterien sich fortsetzt, während der hintere Stamm die *A. subscapularis*, *circumflexae hum.*, *profunda brachii* wie die *A. coll. uln. sup.* abgibt und dann als feiner Stamm hinter dem *N. medianus* auf dem *M. brachialis int.* verläuft, um als *A. nutritia humeri* zu endigen. Die *A. circumflexa hum. post.* ist doppelt vorhanden; die eine entspringt mit der *A. subscapularis*, die andere mit der *A. profunda brachii* und geht hinter der Sehne des *M. teres major* nach oben. Die *A. collateralis uln. inf.* entspringt aus der *A. brachialis superficialis* und läuft quer vor dem *N. medianus* zu ihrem Gebiete.

No. 93 (XLVII) 26,5 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. circumflexa hum. post.* ist doppelt und verhält sich wie im vorhergehenden Falle. Die *A. mediana* läuft erst radialwärts, dann vor dem *N. medianus* zur Hohlhand, wo sie die *Aa. digitales volares I* und *II* abgibt und mit der *A. ulnaris* anastomosiert.

No. 94 (XLVII) 26,5 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. circumflexa hum. post.* ist auch in diesem Falle doppelt vorhanden.

No. 95. (XLVIII) 30 cm. Weib. In der Mitte der Achselhöhle teilt sich die *A. axillaris* an der Medianus-Schlinge in zwei Stämme: einen vorderen, der vor dem *N. medianus* verläuft und in die Unterarmarterien sich fortsetzt, und einen hinteren, der die *A. subscapularis*, *circumflexae hum.*, *profunda brachii* abgibt und als *A. coll. uln. sup.* endigt. Die *A. coll. uln. inf.* läuft quer von der *A. brach. superfic.* vor dem *N. medianus* zu ihrem Gebiete. Die *A. mediana* läuft durch den *N. medianus*, dann vor demselben bis zur *Vola manus*, wo sie sich mit der *A. ulnaris* zu einem oberflächlichen Bogen verbindet.

No. 96 (XLVIII) 30 cm. Weib. Linker Arm. Es findet sich eine *A. brachialis superficialis sup.*, die sich in dem Verlaufe und der Astabgabe ganz wie auf der rechten Seite verhält. Die *A. mediana* läuft erst ulnarwärts, dann vor dem *N. medianus* und endet am Handgelenk.

No. 97 (XLIX) 45 cm. Weib. Rechter Arm (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 7). Dies Präparat zeigt interessante Arterienverhältnisse sowohl im Gebiete des Oberarmes wie des Unterarmes. An der hoch in der Achselhöhle belegenen Medianus-Schlinge teilt sich die *A. axillaris* in zwei Stämme.

Der eine läuft vor dem N. medianus, giebt die A. thoracico-acromialis und thoracalis lateralis ab, dann im Gebiete des Oberarmes die A. coll. uln. sup., die Äste für den M. biceps und brachialis int. und die A. coll. uln. inf. Der Stamm hinter der Medianus-Schlinge setzt sich in die A. subscapularis, circumflexae hum. und profunda brachii fort. Die letzte ist doppelt vorhanden, indem eine starke A. prof. brachii hinter der Teres-Sehne, eine schwächere solche vor derselben zu deren gewöhnlichem Verteilungsgebiete verläuft. — Die oben beschriebene A. brachialis superficialis superior setzt ihren Weg auf die gewöhnliche Weise lateral vor dem N. medianus in der Fossa cubiti fort und giebt hierunter eine A. subtendinea ab, welche die A. recurrens radialis ersetzt. Auf dem normalen Platz entspringt eine A. radialis, die in Verlauf und Verteilung viel Interessantes darbietet. In ihrem oberen Teile verläuft sie ganz typisch in der Radialrinne, bis sie etwas unter der Mitte des Oberarmes über dem M. flexor poll. longus — M. palmaris longus fehlt — ulnarwärts abweicht und ihren Platz an der vorderen Seite des N. medianus einnimmt. Jetzt verläuft das Gefäß als eine typische A. mediana bis zur Vola manus, wo sie sich in eine kräftige A. digitalis I und eine ziemlich schwache A. digitalis II teilt. Von der so verlaufenden Arterie von kräftigem Kaliber gehen zwei feinere Gefäße aus, die nicht ohne Interesse sind. Unter der Mitte des Unterarmes, wo also die Arterie ulnarwärts abweicht, giebt in der Verlängerung die bisher als eine typische A. radialis verlaufende Arterie ein sehr feines Gefäß ab, das am unteren Teil des Radius sich in feine Gefäße auflöst. 5 mm über dem Handgelenk geht von der Fortsetzung der jetzt als typische A. mediana gelagerten Arterie unter spitzem Winkel ein Ast ab, der schräg radialwärts unter der Sehne der M. abductor pollicis und extensor pollicis brevis verläuft und nun in der „Tabatière“ den gewöhnlichen Platz der A. radialis einnimmt, jetzt in dem I. dorsalen Interstitium verschwindet, um in der Tiefe der Vola manus mit dem R. profundus der A. ulnaris den tiefen Hohlhandbogen zu schliessen.

No. 98 (XLIX) 45 cm. Weib. Linker Arm. Die Oberarmarterien verhalten sich genau wie auf der rechten Seite, indem auch hier eine A. brachialis superficialis superior vorliegt, deren Astabgabe derjenigen der anderen Seite ganz ähnlich ist. Die Unterarmarterien von normaler Verteilung — eine A. mediana fehlt — bieten aber einige Details dar, die nicht ohne Interesse sind. Besonders auffallend ist nämlich der Kaliberunterschied zwischen der A. radialis und ulnaris. Diese ist nämlich ein sehr dünnes Gefäß, während jene viel dicker ist. Am Carpus erhält die A. ulnaris einen bedeutenden Zufluss durch eine Anastomose mit der A. interossea anterior. Der oberflächliche Hohlhandbogen ist inzwischen sehr dünn, und die Fingerarterien erhalten ihr Blut hauptsächlich von dem tiefen Bogen.

No. 99 (L) 44,5 cm. Weib. Rechter Arm. Die A. radialis giebt einen feinen Ast ab, der mehr oberflächlich ein Stück parallel

mit dem Hauptgefäß verläuft, um dann wieder in dieses einzumünden. Eine schwache *A. mediana* ist vorhanden.

No. 100 (L) 44,5 cm. Weib. Linker Arm. Die *A. mediana* ist kräftig und reicht bis in die Hand, wo sie sich mit der *A. ulnaris* zu einem oberflächlichen Bogen verbindet.

No. 101 (LI) 51 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. subscapularis* geht ab, bevor die *A. axillaris* die normal gelagerte Medianus-Schlinge passiert hat. In dem mittleren Teil des Oberarmes nach dem Abgange der *A. collateralis uln. sup.*, die einen Ast aussendet, welcher hinter dem *N. medianus* auf dem gewöhnlichen Platz der Armarterie eine lange Strecke verläuft, um dann als Muskelarterie in den *M. triceps* und *brachialis int.* zu endigen, windet sich die *A. brachialis* um den *N. medianus*, läuft dann schräg auf dessen vorderer Seite zur Ellenbeuge, wo sie lateral vom Nerven lagert und dann in die Unterarmarterien sich fortsetzt.

No. 102 (LI) 51 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. axillaris* geht durch die hoch oben gelegene Medianus-Schlinge, giebt die *A. subscapularis*, *circumflexae humeri* und zwei *A. profunda brachii* und *A. collateralis uln. inf.* ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes in zwei Äste, von denen einer schräg über die vordere Seite des *N. medianus* zieht, eine stattliche *A. plicae cubiti* und *A. recurrens radialis* abgiebt und dann in die *A. radialis* sich fortsetzt. Der andere Teilst: die *A. brachialis profunda* geht in die übrigen Unterarmarterien fort.

No. 103 (LII) 23 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XIX/XX, Fig. 2). Nach dem Abgange der *A. coll. uln. sup.* teilt sich die bisher ganz normal verlaufende Extremitätenarterie gerade an der Grenze der Achselhöhle und des Oberarmes in zwei Äste, von denen der dünnere sich um die mediale Seite des *N. medianus* zu der vorderen windet, dann vor dem Nerven bis zur Ellenbeuge läuft, um hier nach Kreuzung des tieferen Teilstes sich in die *A. radialis* fortzusetzen. Die *A. brachialis profunda* setzt sich auf gewöhnliche Weise in die *A. interossea comm.* und *A. ulnaris* fort. In der Ellenbeuge sind die beiden Armarterien durch eine nach unten und radialwärts gerichtete Anastomose miteinander in Verbindung, von welcher sowohl nach unten wie nach oben Äste in die radiale Muskelgruppe ausstrahlen, was also der Verästelung der *A. recurrens radialis* entspricht. Die nach oben verlaufenden Äste sind indes schwach und werden durch eine sehr kräftige *A. subtendinea* ersetzt.

No. 104 (LII) 23 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 105 (LIII) 14 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 106 (LIII) 14 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 107 (LIV) 55 cm. Weib. Rechter Arm. Die *A. axillaris* und ihre Äste verhalten sich normal mit der Ausnahme, dass die *A. circumfl. hum. post.* zusammen mit der *A. profunda brachii* entspringt

und nach oben zu seinem Verteilungsgebiet hinter der Teres major-Sehne verläuft. Dicht über der Mitte des Oberarmes teilt sich die *A. brachialis* in die *A. brachialis superficialis* und *profunda*. Jene setzt sich medialwärts und vor dem *N. medianus* in die *A. radialis* fort, aus der auch die *A. recurrens radialis* entspringt. Diese geht nach dem Abgange einer *A. coll. uln. inf.* und einer sehr gut ausgebildeten *A. plicae cubiti* in die übrigen Unterarmarterien über. Die *A. mediana* ist ziemlich kräftig in ihrem Anfange, geht aber bald zum grössten Teil in die Muskeläste über. Nur ein feiner Ast setzt sich auf der radialen und dann auf der vorderen Seite des *N. medianus* fort und bekommt bald über dem Handgelenke eine Verstärkung durch einen Ast, welcher in dieselbe einmündet und aus einer Anastomose zwischen der *A. interossea ant.* und *radialis* entspringt. Die *A. mediana* zieht dann weiter und mündet in den oberflächlichen Hohlhandbogen ein, der von den kräftigen *Rami volares superficiales* der *A. radialis* und *ulnaris* gebildet wird.

No. 108 (LIV) 55 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 109 (LV) 47 cm. Weib. Rechter Arm. Gerade unter dem Rande der Latissimus-Sehne teilt sich die bisher normal verlaufende Armarterie in eine *A. brachialis superficialis inf.*, die um und vor den *N. medianus* verläuft und in die *A. radialis* übergeht, und in die *A. brachialis profunda*, welche in die übrigen Unterarmarterien sich fortsetzt. In der Tiefe der Fossa cubiti sind die beiden Arterien durch eine konvexe, radialwärts gerichtete Anastomose verbunden, von der Äste nach den radialen Muskeln entspringen. Man könnte die Sache auch so ausdrücken, dass man sagte, dass die *A. radialis recurrens* aus der tiefen *A. brachialis* entspringt und durch eine kräftige Anastomose mit der oberflächlichen Arterie verbunden ist.

No. 110 (LV) 47 cm. Weib. Linker Arm. Verhält sich ganz wie auf der anderen Seite, indem an der Grenze zwischen Achselhöhle und Arm die Teilung in die *A. brachialis superficialis inf.* und *brachialis profunda* stattfindet, von denen jene sich in die *A. radialis* und diese in die übrigen Unterarmarterien fortsetzt. Nur findet keine Anastomosierung statt in der Ellenbeuge, indem die *A. recurrens radialis* bloss aus dem oberflächlichen Gefäss entspringt.

No. 111 (LVI) 39 cm. Weib. Rechter Arm. (Taf. XVII/XVIII, Fig. 2.) Die *A. axillaris* teilt sich an der unter dem *M. pectoralis minor* gelegenen Medianus-Schlinge in eine *A. brachialis superficialis*, die sich in die Unterarmarterien auf typische Weise fortsetzt und einen kurzen, aber kräftigen Stamm bildet, welcher die *A. subscapularis*, *circumflexae hum.*, *profunda brachii* und *collateralis uln. sup.* abgibt und dann als feiner Ast hinter dem *N. medianus* verläuft, um in dem *M. brach. int.* zu endigen. Die *A. coll. uln. inf.* entspringt aus der *A. brach. superfic.* und läuft quer auf der vorderen Seite des *N. medianus* zu ihrem Verästelungsgebiete.

No. 112 (LVI) 39 cm. Weib. Linker Arm. Nach der Abgabe der *A. coll. uln. sup.* teilt sich die bisher normal verlaufende Extremitätenarterie in zwei Äste, von denen einer um den *N. medianus* sich windet, dann vor diesem verläuft und sich in die *A. radialis* fortsetzt, aus der auch die *A. recurrens radialis* entspringt. Der hintere Teilst verläuft ganz normal und setzt sich in die *A. interossea* und *ulnaris* fort. Auf dem gewöhnlichen Platz der *A. radialis* entspringt aus der tiefen Arterie ein feiner Ast, der sich in die radialen Muskeln auflöst.

No. 113 (LVII) 37 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. profunda brachii* entspringt aus der *A. circumflexa hum. post.* und verläuft hinter der *M. Teres major*-Sehne zu ihrem Verästelungsgebiete.

No. 114 (LVII) 37 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. profunda brachii* ist doppelt vorhanden, indem eine gröbere solche, mit der *A. subscapularis* entspringend, hinter der *Teres*-Sehne verläuft und eine feinere weiter unten an der gewöhnlichen Stelle ausspringt.

No. 115 (LVIII) 45 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XXI/XXII Fig. 3.) Die *A. axillaris* teilt sich an der hoch oben in der Achselhöhle gelegenen *Medianus*-Schlinge in zwei kräftige Arterienstämme, einen vorderen und einen hinteren. An der Teilungsstelle entspringen die *A. thoracico-acromialis* und *thoracalis lateralis*. Der vordere Stamm läuft vor dem *N. medianus* bis zur *Plica cubiti*. Dann verläuft sie über die *M. pronator teres* und *flexor carpi radialis* — der *M. palmaris longus* fehlt — in der Rinne zwischen den *M. flexor carpi radialis* und *flexor dig. com.*, dann in der Mittellinie des Unterarmes nach unten. Im unteren Teile des Verlaufes liegt sie erst gerade vor, dann ulnarwärts von der stark entwickelten *A. mediana*. In der Höhe des *Os pisiforme* nimmt sie den gewöhnlichen Platz der *A. ulnaris* ein. — Der hintere von den oben genannten Teilsten der *A. axillaris* giebt die *Aa. subscapularis, circumflexae hum.* und die Oberarmäste ab und geht dann auf gewöhnliche Weise in die Unterarmarterien über. Wie schon erwähnt, ist eine gut ausgebildete *A. mediana* vorhanden, die erst radialwärts um, dann vor dem *N. medianus* verläuft, bis zur *Vola manus* reicht, wo sie die *A. digitalis volaris I* abgiebt und mit dem *R. volaris superfic.* von der *A. ulnaris* anastomosiert.

No. 116 (LVIII) 45 cm. Mann. Linker Arm. (Taf. XXI/XXII Fig. 2.) Die *Medianus*-Schlinge ist doppelt. Über der ersten teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste, wovon der eine vor dem *N. medianus* sich in die Unterarmarterien fortsetzt, der zweite hinter dem *N. medianus* sich in die Schulterregion und den Oberarm verteilt. Beide Gefäße bieten viel Interesse dar. Das hintere Gefäß zieht durch die *Medianus*-Schlinge als ein kräftiger Stamm, der bald die *A. subscapularis, circumflexae hum.* an dem oberen Rande der *Latissimus*-Sehne abgiebt, dann im Gebiete des Oberarmes die *A. profunda brachii*, einen selbstständigen Ast für den langen *Triceps*kopf und eine sehr kräftige *A.*

nutritia hum. abgiebt. Das Gefäß setzt auf dem M. brach. int. vor dem Septum interm. int. seinen Weg weiter fort, giebt 1 cm von den genannten Gefäßen eine A. coll. uln. sup. ab und über dem Epicondylus medialis eine quere A. coll. uln. inf., verschwindet dann in der Fossa cubiti unter der Eminentia muscularis medialis und mündet in die A. recurrens ulnaris, 1 mm von deren Ursprung. Von der hinteren Seite des kurzen Ursprungsstammes entspringt ein feines Gefäß, das durch die zweite Medianus-Schlinge verläuft und nach kurzem Verlaufe auf der vorderen Seite des N. medianus endigt. — Der vordere Teilstamm läuft vor dem N. medianus bis zur Ellenbeuge, wo er lateral vom Nerven lagert. Über dem Lacertus fibrosus geht eine kräftige Arterie ab, die ulnarwärts schräg über den N. medianus und den M. pronator teres und flexor carpi radialis, dann gerade nach unten über den M. flexor dig. comm. zieht, um 5 mm über dem Os pisiforme schräg nach ulnarwärts abzuweichen und an dem genannten Knochen den gewöhnlichen Platz der A. ulnaris einzunehmen. Im untersten Teil des Unterarmes liegt sie 1—3 mm ulnarwärts und in derselben Höhe wie die A. mediana. 3 mm unter der jetzt beschriebenen Arterie entspringt die A. radialis, Verlauf und Verteilung wie gewöhnlich. Nun setzt sich die A. brach. in die Fossa cubiti fort und teilt sich hier in der Tiefe unter dem M. pronator teres in die A. mediana, A. interossea comm. und zwei kleine Muskeläste, die sich in den Flexor dig. com. prof. und längs dem N. ulnaris verteilen. Die A. mediana läuft erst an der unteren Seite des N. medianus, dann an ihrer ulnaren Seite hin, um schliesslich im unteren $\frac{1}{4}$ -Teil des Unterarmes sich um diese zu winden und an der vorderen Seite bis in die Vola manus zu verlaufen, hier die A. digitalis volaris I abzugeben und durch einen feinen Ast mit der A. ulnaris sich zu verbinden.

No. 117 (LIX). Weib. 43 cm. Rechter Arm. Normal.

No. 118 (LIX). Weib. 43 cm. Linker Arm. Normal.

No. 119 (LX). Weib. 53 cm. Rechter Arm. Die A. circumfl. hum. post. entspringt mit der A. profunda brachii und verläuft hinter der Teres major-Sehne nach oben.

No. 120 (LX). Weib. 53 cm. Linker Arm. Normal.

No. 121 (LXI). Weib. 22 cm. Rechter Arm. Normal.

No. 122 (LXI). Weib. 22 cm. Linker Arm. Normal.

No. 123 (LXII). Mann. 39,5 cm. Rechter Arm. Normal.

No. 124 (LXII). Mann. 39,5 cm. Linker Arm. Normal.

No. 125 (LXIII). Mann. 18,5 cm. Rechter Arm. Die A. axillaris giebt einen Stamm ab, der die A. subscapularis und A. circumfl. hum. post. abgiebt, dann teilt sie sich an der hoch gelegenen Medianus-Schlinge in zwei Stämme, von denen der vordere in die A. radialis und rec. radialis sich fortsetzt, der hintere die Oberarmarterien mit Ausnahme von der A. circumfl. hum. post. abgiebt und dann in die übrigen Unterarmarterien übergeht. Die A. mediana läuft erst an der ulnaren Seite,

perforiert dann den Nerven, läuft auf dessen vorderer Seite zur Hand und endet als *A. digitalis volaris I*.

No. 126 (LXIII). Mann. 18,5 cm. Linker Arm. (Taf. XIX/XX Fig. 1.) Die *A. axillaris* giebt einen sehr kräftigen Stamm für die *A. sub scapularis* und *circumfl. hum. post.*, geht dann durch die obere von den zwei vorhandenen *Medianus*-Schlingen. Dicht unter dem Rande der *Latissimus*-Sehne, wo die *A. profunda brachii* und *coll. uln. sup.* abgehen, entspringt auch aus der hinteren Seite der im ganzen Bereiche des Oberarms normal verlaufenden *A. brachialis* ein feiner Ast, der sich medialwärts um den *M. ulnaris* windet, dann schräg nach vorne und radialwärts über sowohl die hinter dem *N. medianus* gelegene *A. brachialis*, wie über diesen Nerven verläuft, um dann in der Ellenbeuge in die *A. radialis* sich fortzusetzen. Die normal verlaufende *A. brachialis* giebt die *A. coll. uln. inf.*, dann die *A. recurrens ulnaris* ab und teilt sich in die *A. interossea*, *ulnaris* und *mediana*, welche den oberen Teil des *N. medianus* perforiert, um dann vor dem Nerven in die Handplatte auszulaufen und in die *A. digitalis volaris I* sich fortzusetzen. Im oberen Teil des Unterarmes sind die beiden Armarterien durch eine bogenförmige Anastomose miteinander verbunden, welche in die tiefe Arterie 1 mm über die Teilungsstelle in die *A. ulnaris* und *interossea* einmündet. Aus der Anastomose entspringen die Äste der *A. recurrens radialis*.

No. 127 (LXIV) 48 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 128 (LXIV) 48 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 129 (LXV) 54 cm. Weib. Rechter Arm. (Taf. XIX/XX, Fig. 4.) Die *Axillaris* und ihre Äste verhalten sich ganz normal. Gerade auf der Grenze zwischen der Achselhöhle und dem Oberarm giebt die *A. brachialis* die *A. profunda brachii* und zwei kräftige Muskeläste für den langen *Triceps*kopf ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes in zwei Äste, von denen der kräftigere sich um den *N. medianus* windet und schräg vor diesem zieht, um in der Ellenbeuge dicht an dem *Biceps* Platz zu nehmen. Dann entsendet sie die *A. recurrens radialis* und *radialis*, geht darauf in der Ellenbeuge in die Tiefe und teilt sich hier nach Abgabe der *A. recurrens ulnaris* unter dem *M. pronator teres* in die *A. interossea* und *ulnaris*. Der andere von den oben genannten Teilästen der *A. brachialis* von dünnerem Kaliber läuft hinter dem *N. medianus*, giebt die *A. coll. uln. sup. et inf.* ab, nimmt dann in der Ellenbeuge seinen Platz lateral von dem *N. medianus* und mündet alsdann in die *A. brachialis superficialis* gerade an dem Ursprunge der *A. recurrens ulnaris* hinein. Die Topographie in der Ellenbeuge ist also die: Medial von dem *M. biceps* liegt die *A. brachialis superficialis*, 2 mm medialwärts liegt die *A. brachialis profunda* und dicht medial davon der *N. medianus*, alle auf dem *M. brachialis internus*. Durch den Zusammenfluss der *Aa. brachiales* wird eine sehr schöne Insel gebildet, durch die der *N. medianus* verläuft.

— Längs dem N. medianus befindet sich ein feines Netzwerk von arteriellen Gefässen, das sowohl nach oben mit einem Ast aus der A. interossea zusammenhängt, wie nach unten an dem Handgelenke durch quere Anastomosen mit der A. ulnaris zusammenhängt. Dazu hängt das Netzwerk auf drei Stellen durch quergehende Äste mit der A. radialis zusammen: einer unter der Insertion des M. pronator teres, zwei andere resp. 2 und 1 cm über dem Carpus.

No. 130 (LXV) 54 cm. Weib. Linker Arm. (Fig. 1, Taf. XXIII/XXIV.) Nach dem Abgange der A. coll. uln. sup. im oberen Teil des Oberarmes windet sich die bisher normal verlaufende A. brachialis um die mediale Seite des N. medianus und verläuft schräg über die vordere Seite des N. medianus, um in der Ellenbeuge den normalen Platz der A. brachialis lateral vom N. medianus einzunehmen, und geht dann in die Unterarmarterien über. Die A. mediana ist als ein sehr feines Gefäss vorhanden, das einen sehr gewundenen Verlauf zeigt, bis zum Handgelenk reicht und durch zwei Queranastomosen im unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes mit der A. radialis in Verbindung steht und eine quere Verbindung mit der A. ulnaris hat.

No. 131 (LXVI) 49 cm. Weib. Rechter Arm. 1,5 cm über der in der Achselhöhle gelagerten Medianus-Schlinge entspringt ein kräftiger gemeinschaftlicher Stamm für die A. subscapularis und circumflexa hum. post. Gerade vor dem Durchlauf durch die Schlinge entspringt ein feiner Ast, der vor dem Nerven verläuft und als Muskel- und Nervenast nach einem Verlaufe von ca. 2,5 cm endigt. Nachdem die A. axillaris dann auf gewöhnliche Weise durch die Medianus-Schlinge passiert ist, giebt sie die A. circumfl. hum. ant. und A. profunda brachii ab und teilt sich dann im oberen Teil des Oberarmes 2,2 cm von dem Rande der Latissimus-Sehne in zwei Äste, von denen einer sich um den N. medianus zur vorderen Seite windet und dann in die A. radialis sich fortsetzt, aus der auch die A. recurrens radialis entspringt. Der andere Teilstamm verläuft schräg an der hinteren Seite des Nerven und setzt sich dann in die übrigen Unterarmarterien fort. Die A. mediana ist als dünnes Gefäss vorhanden und geht bis zum Handgelenk, wo sie sich in feine Äste auflöst.

No. 132 (LXVI) 49 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 133 (LXVII) 52 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 134 (LXVII) 52 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 135 (LXVIII) 21 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 136 (LXVIII) 21 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 137 (LXIX) 12,5 cm. Weib. Rechter Arm. Die A. axillaris giebt einen gemeinsamen Stamm für die A. subscapularis und circumfl. hum. post. ab, geht dann durch die unter dem M. pectoralis minor gelegene Medianus-Schlinge, liegt erst rein lateralwärts von dem Nerven, giebt auf gewöhnliche Weise die A. circumfl. hum. ant., profunda brachii und coll. uln. sup. ab und teilt sich im oberen Teil des Ober-

armes in zwei Äste, von denen der eine vor dem N. medianus bis zur Ellenbeuge verläuft. Hier wendet er sich ulnarwärts, zieht schräg über den M. pronator teres und flexor carpi radialis (M. palmaris longus fehlt), dann gerade nach unten auf den M. flexor dig. comm., um endlich an der Grenze zwischen dem mittleren und unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes ulnarwärts abzuweichen und den gewöhnlichen Platz der A. ulnaris an dem N. ulnaris einzunehmen und als solche weiter fortzulaufen. — Der tiefere Teilst, der aus der A. brachialis im oberen Teil des Oberarmes entsteht, verläuft hinter und dann lateral von dem N. medianus, giebt die A. radialis und recurrens ulnaris ab und setzt sich dann als A. interossea in die Tiefe fort. Die gewöhnliche A. ulnaris fehlt in ihrem oberen Teil ganz.

No. 138 (LXIX) 12 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 139 (LXX) 32 cm. Mann. Rechter Arm. Die A. axillaris teilt sich an der Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen der eine vor der Medianus-Schlinge und dem N. medianus verläuft, der zweite durch die Schlinge geht, um hinter dem Nerven fortzusetzen. Am Anfange des vorderen Stammes, beinahe an der Teilungsstelle, entspringt ein gemeinsamer Stamm der A. subscapularis und circumfl. hum. post. Der hinter dem N. medianus verlaufende Teilst giebt die A. circumfl. hum. ant., profunda brachii, collateralis uln. sup. an den gewöhnlichen Stellen ab und endigt dann als Muskelast in der Mitte des Oberarmes. Der vordere Teilst läuft vor dem N. medianus und teilt sich im unteren Teil des Oberarmes 8 mm über dem medialen Epicondylus in zwei Äste. Der hintere von diesen zieht lateral vom N. medianus in die Tiefe der Fossa cubiti und setzt sich nach Abgabe der A. recurrens ulnaris und eine schwache A. mediana, die bis zur Mitte des Unterarmes reicht, in die A. interossea fort. Der vordere von den letztgenannten Ästen zieht nach unten längs dem Biceps-Rande vor der hinteren Arterie und teilt sich nach einem Verlaufe von 11 mm in zwei Äste. Der eine von diesen zieht als typische A. radialis in der Radialrinne zu ihrem Verästelungsgebiete und giebt auch die A. recurrens radialis ab. Der zweite Ast läuft schräg ulnarwärts über den Sulcus cubitalis medialis, den M. pronator teres und flexor carpi radialis, dann gerade nach unten unter den M. palmaris longus auf den M. flexor dig. com. subl., so dass er im unteren Teil des Unterarmes ulnar von der Sehne des M. palmaris longus liegt. An dem Handgelenk weicht er ulnarwärts ab und nimmt in der Höhe des Os pisiforme den gewöhnlichen Platz der A. ulnaris radial vom N. ulnaris ein.

No. 140 (LXX) 32 cm. Mann. Linker Arm. Die A. axillaris giebt die A. subscapularis ab und teilt sich dann an der in der Achselhöhle — hinter der unteren Pectoralis minor-Kante — gelegenen Medianus-Schlinge in zwei Äste. Der vordere läuft vor dem N. medianus bis zur Ellenbeuge, wo er über die M. pronator teres, flexor carpi radialis-

palmaris longus und flexor dig. comm. subl. schräg nach unten und ulnarwärts zieht und an der Grenze zwischen dem mittleren und unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes seinen Platz als eine typische A. ulnaris einnimmt, die weiter in die Vola manus verläuft. — Wenn wir jetzt zu der Medianus-Schlinge zurückkehren, so finden wir, dass die hintere A. brachialis die A. circumfl. hum. ant., dann an dem unteren Rande der Latissimus-Sehne die A. profunda brachii und eine mit diesem auspringende A. circumfl. hum. post. inf., auf den gewöhnlichen Stellen die A. collateralis ulnaris sup. et inf. abgibt und in der Plica cubiti ihren Platz lateral von dem N. medianus einnimmt, dann folgt der Abgang der A. radialis und in der Tiefe unter dem M. pronator teres teilt sich die A. brachialis nach dem Abgange der A. recurrens ulnaris in die A. mediana und die kurze Interossea communis. Die A. mediana zieht durch den oberen Teil des N. medianus und läuft dann vor dem Nerven bis in die Hand und verbindet sich in der Vola bogenförmig mit der A. ulnaris zu einem sehr schönen oberflächlichen Handbogen. Auf der gewöhnlichen Ursprungsstelle der A. ulnaris finden sich nur ein paar Muskeläste für den M. flexor poll. longus.

No. 141 (LXXI) 50,5 cm. Mann. Rechter Arm. Die Medianus-Schlinge ist doppelt vorhanden. Die erste liegt im mittleren Teil der Achselhöhle unter dem M. pectoralis minor, die zweite im obersten Teil des Oberarmes ein paar Millimeter unter dem Rande der Latissimus-Sehne. Die A. axillaris läuft durch die erste Schlinge, giebt dann einen langen Stamm für die A. subscapularis und circumfl. hum. post. ab, während aus der anderen Seite des Arterienrohres eine dünne A. circumfl. hum. ant. entspringt. An der zweiten Schlinge geht von der hinteren Seite die A. profunda brachii ab, während aus der vorderen Seite ein Ast entspringt, der durch die Schlinge nach vorne geht und dann vor dem N. medianus weiter verläuft. Der Hauptstamm, d. h. die A. brachialis profunda, setzt seinen Weg hinter dem N. medianus fort, giebt auf gewöhnliche Weise die Oberarmarterien ab und setzt sich im Bereiche des Unterarmes in die A. radialis, recurrens ulnaris mediana und interossea fort. Die A. mediana reicht bis zum unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes und giebt einen starken Ast zum M. flexor poll. longus. Die gewöhnliche A. ulnaris fehlt. Das Schicksal der vor der unteren Medianus-Schlinge verlaufenden Arterienarterie ist folgendes: Nachdem das Gefäß auf der für die A. brachialis superficialis charakteristische Weise vor dem N. medianus und längs dem medialen Biceps-Rande verlaufen ist, geht es an der Ellenbeuge schräg über die M. pronator teres, flexor carpi radialis und palmaris longus und dann auf den M. flexor dig. comm. subl. gerade nach unten, um in dem untersten Teile des Unterarmes ulnarwärts abzuweichen und bald über dem Os pisiforme seinen Platz radial von dem N. ulnaris zu nehmen, und von hier an verläuft das Gefäß als typische A. ulnaris in die Hohlhand hinein.

No. 142 (LXXI) 50,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 143 (LXXII) 41 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 144 (LXXII) 41 cm. Weib. Linker Arm. Die A. axillaris und ihre Äste sind normal. Im obersten Teil des Oberarmes ein wenig unter dem Rande der Latissimus-Sehne entspringt aus der normal gelagerten A. brachialis ein Gefäß von dünnerem Kaliber, das sich medialwärts um den N. ulnaris windet und dann längs der medialen Seite des N. medianus verläuft bis zur Stelle, wo dieser Nerv unter dem M. pronator teres in dem medialen Sulcus cubitalis verschwindet. Hier läuft es gerade nach unten über die M. pronator teres, flexor carpi rad., palmaris longus und flexor dig. comm., um ca. 1 cm über dem Handgelenk ulnarwärts abzuweichen und die gewöhnliche Lage und den gewöhnlichen Verlauf der A. ulnaris zu zeigen. Die tiefe A. brachialis giebt die Oberarmarterien, die A. radialis, recurrens ulnaris, eine schwache A. mediana ab, die bis ca. 1 cm über das Handgelenk reicht und hier durch eine bogenförmige Anastomose mit der A. radialis verbunden ist, und setzt sich dann in den kurzen Stamm der A. interossea fort. Die A. ulnaris fehlt vollständig in ihrem oberen Teil.

No. 145 (LXXIII) 50,5 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 146 (LXXIII) 50,5 cm. Weib. Linker Arm. Die Medianus-Schlinge ist doppelt: Die erste liegt unter dem Pectoralis minor, die zweite im oberen Teil des Oberarmes. Die A. axillaris verläuft durch die erste und giebt ihre Äste ab. Erst folgen im Bereiche des M. subscapularis die A. subscapularis und circumfl. hum. post., dann A. circumfl. hum. ant., und weiter unten entspringt in der Höhe der Latissimus-Sehne ein gemeinsamer Stamm für die A. profunda brachii, coll. uln. sup. et inf. Dieser läuft hinter dem N. medianus auf dem M. brachialis int., entfernt sich in der unteren Hälfte des Oberarmes von dem N. medianus und läuft gerade vor dem Septum intermusculare internum. 1 cm unter dem Abgange dieses Stammes geht die A. brachialis vor der im oberen Teil des Oberarmes gelegenen Medianus-Schlinge, läuft vor dem N. medianus und setzt sich in die Unterarmarterien fort.

No. 147 (LXXIV) 48 cm. Weib. Rechter Arm. In der Achselhöhle wird der N. medianus auf gewöhnliche Weise gebildet. Die A. axillaris geht durch die Schlinge und nimmt die gewöhnliche Lage im Verhältnis zum N. medianus ein. Der N. musculo-cutaneus ist sehr kräftig, geht durch den M. coraco-brachialis und sendet dann eine starke Anastomose zum N. medianus im oberen Teil des Oberarmes. Auf diese Weise werden zwei Medianus-Schlingen gebildet, zu denen die A. axillaris resp. brachialis typisch verläuft. Etwas über der Mitte des Oberarmes, ungefähr in derselben Höhe wie die zweite Medianus-Schlinge, teilt sich inzwischen die A. brachialis in zwei Äste, und der eine von diesen windet sich um den Nerven medialwärts und nach vorne und läuft dann in die A. radialis aus. Der zweite Teilstück bleibt hinter dem N. medianus, dann lateral von ihm und setzt sich so in

die übrigen Unterarmarterien fort. In der Ellenbeuge sind die beiden *A. brachialis* durch eine bogenförmige, hinter der tiefen *Biceps*-Sehne gelegene Anastomose miteinander verbunden, von der die Äste sowohl nach oben wie nach unten in die radiale Muskelgruppe ausstrahlen. Eine typische *A. recurrens radialis* fehlt.

No. 148 (LXXIV) 48 cm. Weib. Linker Arm. Zwei Medianus-Schlingen werden gebildet, von denen die eine im oberen Teil der Achselhöhle, die andere in der Höhle der *Latissimus*-Sehne gebildet wird. Die *A. axillaris* verläuft auf gewöhnliche Weise zu beiden. Im oberen Teil des Oberarmes teilt sich die Arterie nach Abgabe der *A. profunda brachii* und *collateralis uln. sup.* in zwei Äste, von denen der eine erst medialwärts, dann vor dem *N. medianus* verläuft und in die *A. radialis* sich fortsetzt, während der zweite hinter und dann lateralwärts vom Nerven geht und den übrigen Unterarmarterien den Ursprung giebt. In der *Fossa cubiti* stehen die zwei *Aa. brachiales* durch eine sehr dünne Anastomose miteinander in Verbindung; unter derselben entspringt die sehr kräftige *A. recurrens radialis* aus der *A. radialis*.

No. 149 (LXXV) 46 cm. Weib. Rechter Arm. Nach dem Abgange der *A. profunda brachii* und *coll. uln. sup.* teilt sich die *A. brachialis* 10 mm unter dem Rande der *Latissimus*-Sehne in zwei Äste, von denen der eine medialwärts und vor dem *N. medianus* in die *A. radialis* sich fortsetzt, während die hintere Arterie in die übrigen Unterarmarterien übergeht. Aus der tiefen *A. brachialis* entspringt eine gut ausgebildete *A. subtendinea*, die unter der *Biceps*-Sehne lateralwärts verläuft und in die radialen Muskeln sich verästelt. Aus der *A. radialis* entspringt eine *A. recurrens radialis*, die auf gewöhnliche Weise verläuft und auch Muskeläste zu den radialen Muskeln aussendet. Die beiden letztgenannten Arterien anastomosieren aber nicht miteinander.

No. 150 (LXXV) 46 cm. Weib. Linker Arm. An der hinter dem *M. pectoralis minor* gelegenen Medianus-Schlinge teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste, von denen einer vor dem *N. medianus* in die *A. radialis* sich fortsetzt, der zweite nach Abgabe der Oberarmarterien in die übrigen Unterarmarterien sich fortsetzt. In der Ellenbeuge stehen die beiden Armarterien durch eine sehr kräftige, hinter der *Biceps*-Sehne verlaufende Anastomose miteinander in Verbindung. Aus dieser entspringen die Äste, welche der Ramifikation der *A. recurrens radialis* entsprechen.

No. 151 (LXXVI) 27 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XXI/XXII, Fig. 5.) An der hinter dem *M. pectoralis minor* in der Achselhöhle gelegenen Medianus-Schlinge teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste von gleichem Kaliber. Der eine läuft vor dem *N. medianus* längs dem *Biceps*-Rande bis zur Ellenbeuge, wo er oberflächlich schräg über den *M. pronator teres*, *flexor carpi uln.* (*M. palmaris longus* fehlt) und dann auf dem *M. flexor dig. comm.* gerade nach unten zieht. 15 mm über

dem Handgelenk teilt diese Arterie sich in zwei Äste, von denen der eine vor dem *N. medianus* in die *Vola manus* zieht und in die *Aa. digitales volares I* und *II* übergeht, während der andere Teilast schräg ulnarwärts verläuft und an der medialen Seite des *Os pisiforme* den gewöhnlichen Platz der *A. ulnaris* einnimmt, um in die *A. digitales volares III* und *IV* sich fortzusetzen. — Die tiefe *A. brachialis*, die aus der *A. axillaris* an der *Medianus-Schlinge* entstand, entsendet die *A. subscapularis* und dann die Oberarmarterien, um im Gebiete des Unterarmes die *A. radialis*, *recurrens ulnaris* und eine schwache *A. mediana*, die zur Mitte des Unterarmes reicht, abzugeben und dann in die *Aa. interossea* sich fortzusetzen. Die *A. ulnaris* fehlt ganz im oberen Teile.

No. 152 (LXXVI) 27 cm. Mann. Linker Arm. (Taf. XIX/XX, Fig. 7.) An der in der Achselhöhle gelegenen *Medianus-Schlinge* teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste, von denen der vordere vor dem *N. medianus*, dann über den *M. pron. teres*, *flexor c. r.* (*M. palmaris longus* fehlt), *flexor d. c.* in der Mitte des Unterarmes gerade nach unten verläuft, im unteren Teil des Unterarmes vor dem *N. medianus* sich lagert und so in die *Vola manus* sich fortsetzt, wo er sich mit der *A. ulnaris* zum oberflächlichen Handbogen vereinigt. Die tiefe, an der *Medianus-Schlinge* entstandene *A. brachialis* entsendet die *A. subscapularis* und *A. circumfl. hum. post. sup. et ant.*, dann die *A. profunda brachii* und *circumfl. hum. post. inf.*, die nach oben hinter der *Teres-Sehne* verläuft, darauf die Oberarmarterien und an der gewöhnlichen Stelle die *A. radialis*, *recurrens ulnaris*, und schliesslich teilt sich das Gefäß in die *A. interossea post.*, *ant.*, *A. ulnaris* (von gewöhnlichem Verlaufe), *A. mediana* (zur Mitte des Unterarmes) und die *A. interossea*.

No 153 (LXXVII) 36,5 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XIX/XX, Fig. 6.) Über der in der Achselhöhle gelegenen *Medianus-Schlinge* teilt sich die *A. axillaris* in zwei Stämme. Der kräftigere von diesen setzt seinen Lauf hinter dem *Nervus medianus* fort, giebt die *A. subscapularis* und die Oberarmarterien, die *Radialis* und *A. recurrens ulnaris* an ihren gewöhnlichen Stellen ab und teilt sich dann in die *A. mediana*, *ulnaris* und *interossea ant. et post.* Diese letzteren zeigen das gewöhnliche Verhalten. Die *A. mediana* ist erst durch den tiefen Ursprung des *M. pronator teres* von dem *N. medianus* getrennt, dann läuft sie längs dem *N. medianus* radialwärts und macht danach eine scharfe Biegung, wodurch die Arterie vor den Nerven zu liegen kommt, und läuft dann bis in die *Vola manus* hinein. Die dünne *A. brachialis superficialis* läuft vor dem *N. medianus* zum *M. pronator teres*, dann verläuft sie über diesen und den *M. flexor carpi radialis* nach unten bis zur Mitte des Unterarmes, wo sie sich zwischen dem *M. flexor carpi radialis* und *M. flexor dig. comm.* in die Tiefe (*M. palmaris longus* fehlt) senkt und in die obengenannte knieförmige Biegung der *A. mediana* hineinmündet.

No. 154 (LXXVII) 36,5 cm. Mann. Linker Arm. Die starke A. mediana reicht bis in die Hand hinein und zerfällt in die Aa. dig. vol. I und II.

No. 155 (LXXVIII) 45 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 156 (LXXVIII) 45 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 157 (LXXIX) 46 cm. Mann. Rechter Arm. An der hoch in der Achselhöhle gelegenen Medianus-Schlinge teilt sich die A. axillaris in zwei Arterien: Eine vordere kräftigere, die sich in die Unterarmarterien fortsetzt und eine hintere, welche die A. subscapularis, circumfl. hum., profunda brachii und coll. uln. sup. abgibt. Die A. coll. uln. inf. entspringt aus der oberflächlichen A. brachialis und verläuft hinter dem N. medianus zu ihrem Gebiete.

No. 158 (LXXIX) 46 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 159 (LXXX) 52 cm. Weib. Rechter Arm. (Taf. XXIII/XXIV Fig. 6.) Die A. axillaris ist normal. An dem Rande der Latissimus-Sehne geht ein gemeinsamer Stamm für die A. profunda brachii und coll. uln. sup. ab, und 6 mm weiter distalwärts teilt sich die A. brachialis in zwei Äste, von denen einer sich medialwärts um den N. medianus in dem unteren Teil des Oberarmes windet und sich vor dem Nerven in die Unterarmarterien fortsetzt. Hinter dem Nerven verläuft der schwache Teilst, welcher nach der Abgabe der A. coll. uln. inf. in der Ellenbeuge medial von dem Nerven endigt. — An der Teilungsstelle der A. brachialis in die A. ulnaris und interossea comm. entspringt eine A. mediana, welche hinter dem N. medianus bis 2 cm oberhalb des Handgelenkes verläuft. Hier windet sie sich radialwärts vom Nerven vor diesem und anastomosiert durch einen quergehenden Ast mit der A. radialis. Dann löst sie sich an dem unteren Teil des Nerven in ein Wundernetz auf, und dieses anastomosiert wieder mit der A. radialis ein paar Millimeter über dem Handgelenk.

No. 160 (LXXX) 52 cm. Weib. Linker Arm. Eine A. mediana ist stark entwickelt, geht bis in die Vola manus und bildet mit der A. ulnaris den oberflächlichen Hohlhandbogen. In dem unteren Teil des Unterarmes ist sie mit der A. ulnaris durch eine quergehende Anastomose verbunden.

No. 161 (LXXXI) 54 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 162 (LXXXI) 54 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 163 (LXXXII) 42 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 164 (LXXXII) 42 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 165 (LXXXIII) 49 cm. Weib. Rechter Arm. Die A. axillaris teilt sich über der Medianus-Schlinge in zwei Äste: Ein stärkerer vorderer verläuft vor dem N. medianus und setzt sich in die Unterarmarterien fort und ein schwächerer hinterer giebt die A. subscapularis, circumfl. hum. ant. et post., profunda brachii und coll. uln. sup. ab und geht dann als feiner Ast hinter dem N. medianus weiter und verbindet sich mit der A. coll. uln. inf., welche aus der A. brachialis

superfic. entspringt und quer über den N. medianus auf dessen vorderer Seite verläuft. Ungefähr in der Mitte des Unterarmes geht eine Arterie von der A. radialis ab, verläuft schräg nach unten und ulnarwärts zum N. medianus und dann längs diesem bis in den Canalis carpi, wo sie sich in feine Äste auflöst.

No. 166 (LXXXIII) 49 cm. Weib. Linker Arm. Die A. axillaris zieht auf die gewöhnliche Weise durch die Medianus-Schlinge und giebt die A. subscapularis ab, welche quer durch den N. radialis zu ihrem Gebiete verläuft. An dem unteren Rande der Latissimus-Sehne nach der Abgabe der A. prof. brachii teilt sich die A. brachialis in zwei Äste, von denen der eine vor dem N. medianus nach unten verläuft und in die Arterien des Unterarmes sich fortsetzt, während eine dünne A. brachialis hinter dem N. medianus verläuft, welche die A. coll. uln. sup. abgiebt und dann als A. coll. uln. inf. endigt.

No. 167 (LXXXIV) 40 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 168 (LXXXIV) 40 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 169 (LXXXV) 39 cm. Mann. Rechter Arm. (Taf. XXI/XXII, Fig. 1.) Nach Abgabe der A. coll. uln. sup. teilt sich die A. brachialis im oberen Teil des Oberarmes in zwei Äste. Der eine von diesen läuft vor dem N. medianus und teilt sich in der Ellenbeuge in zwei Äste, von denen der eine sich zu der Radialrinne begiebt und als typische A. radialis mit Abgabe der A. recurrens radialis verläuft. Der andere Ast geht schräg nach unten und ulnarwärts über die M. pronator radii teres und flexor carpi radialis und dann gerade nach unten über den M. flexor dig. comm. subl. — M. palmaris longus fehlt — um darauf im unteren Teil des Unterarmes mehr ulnarwärts zu ziehen und den Platz einer typischen A. ulnaris einzunehmen. Die hintere im oberen Teil des Oberarmes aus der A. brachialis entstehende Arterie verläuft auf gewöhnliche Weise erst hinter, dann lateral vom N. medianus und setzt sich nach Abgabe der A. recurrens ulnaris und einer sehr schwachen A. mediana in die A. interossea comm. fort. Eine typische A. ulnaris fehlt.

No. 170 (LXXXV) 39 cm. Mann. Linker Arm. Die A. axillaris und ihre Äste sind normal. Die A. brachialis teilt sich nach Abgabe eines vereinigten Stammes für die A. prof. br. und coll. uln. sup. in zwei Stämme: einen vorderen schwächeren, der sich vor dem N. medianus windet und in die A. radialis fortsetzt, und einen hinteren, welcher die A. coll. uln. inf. und recurrens rad. abgiebt und dann in die übrigen Unterarmarterien übergeht.

No. 171 (LXXXVI) 40 cm. Weib. Rechter Arm. Die A. axillaris giebt einen gemeinsamen Stamm für die A. subscapularis und circumflexa hum. post. ab und teilt sich dann an der im unteren Teil der Achselhöhle gelegenen Medianus-Schlinge in einen kräftigen vorderen Stamm und einen schwächeren hinteren. Jener geht im Bereiche des Oberarmes vor dem N. medianus und giebt in der Plica cubiti eine

Arterie ab, welche schräg über den *M. pronator teres*, *Flexor carpi radialis* und *Flexor dig. comm. subl.* — *M. palmaris longus* fehlt — ulnarwärts zieht, um schon im unteren Teil des Unterarmes 3 cm über dem Handgelenke seinen Platz neben dem *N. ulnaris* einzunehmen und von da als typische *A. ulnaris* weiter fortzulaufen. 8 mm von dem Ursprunge der jetzt beschriebenen Arterie geht die typisch verlaufende *A. radialis* ab. Der Hauptstamm setzt seinen Weg weiter in die Tiefe fort, giebt die *A. recurrens ulnaris* ab und teilt sich dann in die *A. interossea post.*, eine schwache *A. mediana*, *A. interossea ant.* und einen Muskelast, der nach unten und ulnarwärts, wie die gewöhnliche *A. ulnaris* verläuft. — Der hintere schwächere Teilast der *A. axillaris* folgt der hinteren Seite des *N. medianus* bis zum unteren Teil des Oberarmes und giebt während dieses Verlaufes die *A. circumfl. hum. ant.*, zwei *Aa. brachii prof.* und die *A. coll. uln. sup.* ab und endigt als *A. coll. uln. inf.*

No. 172 (LXXXVI) 40 cm. Weib. Linker Arm. Die Arterien verhalten sich wie an der rechten Seite, mit der Ausnahme, dass hier die Medianusschlinge höher liegt und die *A. subscapularis* und *circumflexa hum. post.* aus der *A. brachialis profunda* entspringen und dass die *A. antibrachii superficialis* während ihres ulnarwärts gerichteten Verlaufes unter dem *M. palmaris longus* verläuft.

No. 173 (LXXXVII) 27 cm. Weib. Rechter Arm. Die *A. axillaris* teilt sich an der im unteren Teile der Achselhöhle gelegenen Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen der eine vor dem *N. medianus* verläuft, um dann in die Unterarmarterien sich fortzusetzen; der hintere Ast giebt die *A. subscapularis*, *circumfl. hum., prof. br. und coll. uln. sup. ab.* Die *A. coll. uln. inf.* entspringt auf der gewöhnlichen Stelle und verläuft hinter dem *N. medianus* zu ihrem Gefäßgebiet.

No. 174 (LXXXVII) 27 cm. Weib. Linker Arm. Die *A. axillaris* verläuft durch die Medianus-Schlinge, giebt die *A. subscap., circumfl. hum. ant. et post., profunda br. und coll. uln. sup. ab.* windet sich dann im oberen Teil des Oberarmes vor dem *N. medianus* und geht in die Unterarmarterien fort. Die *A. coll. uln. inf.* verläuft auf gewöhnliche Weise hinter dem *N. medianus*.

No. 175 (LXXXVIII) 54 cm, Mann. Rechter Arm. In der Mitte des Oberarmes teilt sich die *A. brachialis* in zwei Arterien: eine schwächere windet sich um den *N. medianus* und setzt sich in die *A. radialis* fort, ein kräftigerer Ast verläuft hinter und dann lateralwärts von dem Nerven und geht in die *A. ulnaris* und *interossea* über. Die *A. coll. uln. inf.* entspringt aus der *A. brachialis superficialis* und verläuft vor dem *N. medianus*. Die *A. recurrens radialis* entspringt von der *A. radialis*. Eine *A. subtendinea* ist vorhanden, die aus der *A. brachialis profunda* entspringt, unter der *Biceps-Sehne* lateralwärts verläuft und sowohl den *N. radialis* wie die *A. recurrens* kreuzt, um sich in der radialen Muskulatur zu verteilen.

No. 176 (LXXXVIII) 54 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 177 (LXXXIX) 34 cm Weib. Rechter Arm. (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 5.) Die *A. mediana* ist als ein schwacher Muskelast in ihrem oberen Teil vorhanden. Im unteren Teil des Unterarmes, 8 mm über dem Handgelenk, geht von der *A. radialis* unter beinahe rechtem Winkel ein kräftiger Ast ab, welcher zum *N. medianus* verläuft und dann diesem bis in die *Vola manus* folgt, wo er sich mit der *A. ulnaris* zum oberflächlichen Volarbogen verbindet.

No. 178 (LXXXIX) 34 cm. Weib. Linker Arm. Die *A. mediana* schwach, reicht bis in das untere $\frac{1}{3}$ des Unterarmes.

No. 179 (XC) 10 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 180 (XC) 10 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 181 (XCI) 34,5 cm. Mann. Rechter Arm. Normal.

No. 182 (XCI) 34,5 cm. Mann. Linker Arm. Normal.

No. 183 (XCII) 44 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. axillaris* teilt sich an der Medianus-Schlinge in zwei Äste: ein vorderer setzt sich vor dem *N. medianus* in die Unterarmarterien fort, und ein hinterer geht durch die Medianus-Schlinge und giebt die *A. subscapularis*, *circumfl. hum. ant. et post.*, *profunda brachii*, *coll. uln. sup. et inf.* ab und endigt als Muskelast im unteren Teil des *M. brach. int.*

No. 184 (XCII) 44 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. radialis* giebt im unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes einen feinen Ast ab, der längs dem *N. medianus* bis zum Handgelenk verläuft.

No. 185 (XCIII) 39 cm. Mann. Rechter Arm. Die *A. axillaris* teilt sich über der Medianus-Schlinge in zwei Äste. Der eine von diesen läuft vor dem *N. medianus* und setzt sich in die *A. recurrens rad.* und *radialis* fort. Der hintere Teilstast bleibt hinter dem *N. medianus* und geht in die übrigen Unterarmarterien über.

No. 186 (XCIII) 39 cm. Mann. Linker Arm. Die *A. axillaris* teilt sich über der Medianus-Schlinge in zwei Äste: der eine geht vor dem *N. medianus* in die Unterarmarterien fort, der andere schwächere läuft hinter dem Nerven, giebt die Oberarmarterien ab und endigt als *A. coll. uln. inf.* — Die stärkere, vor dem *N. medianus* verlaufende Arterie giebt in der *Plica cubiti* ein Gefäß ab, das schräg über die Flexorenmasse verläuft und im unteren Teil des Unterarmes, 1 cm über dem Handgelenk, ulnarwärts abbiegt und seinen Platz längs dem *N. ulnaris* nimmt. Die *A. radialis* und *interossea* verlaufen wie gewöhnlich; an dem gewöhnlichen Platz der *A. ulnaris* findet sich ein feiner Ast, der ein Stück längs dem *N. ulnaris* verläuft und dann als Muskelast endigt.

No. 187 (XCIV) 22,5 cm. Rechter Arm. Normal.

No. 188 (XCIV) 22,5 cm. Linker Arm. Normal.

No. 189 (XCV) 30 cm. Weib. Rechter Arm. Die *A. axillaris* teilt sich über der Medianus-Schlinge in zwei Äste: ein vorderer stär-

kerer setzt sich in die Unterarmarterien fort, ein hinterer schwächerer giebt die Oberarmarterien, mit Ausnahme von der A. coll. uln. inf., ab, die aus der tiefen entspringt und vor dem N. medianus verläuft.

No. 190 (XCV) 30 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 191 (XCVI) 49 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 192 (XCVI) 49 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 193 (XCVII) 42 cm. Weib. Rechter Arm. Normal.

No. 194 (XCVII) 42 cm. Weib. Linker Arm. Normal.

No. 195 (XCVIII) 53 cm. Mann. Rechter Arm. Von dem unteren Teil der A. brachialis geht eine Arterie ab, welche hinter der Biceps-Sehne und vor der A. recurrens radialis radialwärts verläuft, Äste zu der radialen Muskelgruppe sendet, dann durch den M. brachioradialis geht und subkutan wird, um endlich mit einem Ast von der A. radialis, welcher 3,5 mm unter der A. recurrens radialis entspringt und zwischen dem Extensor carpi radialis brevis und extensor dig. comm. zur Oberfläche kommt, sich zu vereinigen.. Von der A. interossea volaris geht über den M. pronator quadratus ein Ast ab, welcher erst quer ulnarwärts, dann nach unten unter dem M. flexor c. ulnaris verläuft und am Os pisiforme endigt. Die A. mediana reicht bis in den Canalis carpi.

No. 196. (XCVII) 53 cm. Mann. Linker Arm. Die A. mediana und der Ast aus der A. interossea verhalten sich wie rechts.

No. 197 (XCIX) 39 cm. Weib. Rechter Arm. Nach der Abgabe der A. coll. uln. sup. windet sich die A. brachialis an dem unteren Rande des M. lat. dorsi vor den N. medianus und giebt gleichzeitig einen dünnen Ast ab, der den gewöhnlichen Verlauf hinter dem N. medianus nimmt und nach Abgabe der A. coll. uln. inf. in die Fossa cubiti endigt. Die vor dem N. medianus verlaufende A. brachialis giebt eine Arterie ab, die schräg über die Flexorenmasse zu der Ulnarrinne verläuft, um sich dann 2,5 cm über dem Handgelenk an den N. ulnaris zu legen und längs diesem auf gewöhnliche Weise in die Hand zu verlaufen. In einem Abstände von 2 mm von der jetzt beschriebenen Arterie erfolgt der Abgang der A. radialis, und nach darauf erfolgtem Abgang der A. recurrens ulnaris setzt sich die A. brachialis in die A. interossea fort. Im unteren Teil des Unterarmes, 2,5 cm oberhalb des Handgelenkes, entspringt aus der A. radialis unter rechtem Winkel ein Ast, der unter dem M. flexor carpi rad. quer zum N. medianus sich biegt, um dann als ein sehr feines Gefäß nach unten auf der Vorderseite des N. medianus zu verlaufen und durch einen querverlaufenden Ast vor dem Flexor dig. subl. mit der A. ulnaris zu anastomosieren.

No. 198 (XCIX) 39 cm. Weib. Linker Arm. Die A. axillaris teilt sich über der Medianus-Schlinge in zwei Arterien: die eine setzt ihren Weg vor dem N. medianus auf dem Oberarme bis zur Plica cubiti fort, wo sie oberflächlich über der Flexorenmasse erst gerade nach unten verläuft. Im unteren Teil des Unterarmes macht sie eine

sanfte Biegung lateralwärts und folgt dann dem N. ulnaris in die Hand. Wo sie abbiegt, geht ein feiner Ast ab, der nach unten längs dem N. medianus verläuft, um 7 mm von ihrem Abgange mit einer schräg von der A. radialis unter dem Flex. c. rad. kommenden Arterie sich zu vereinigen. Die hinter dem N. medianus verlaufende A. brachialis giebt die A. radialis und A. recurrens ulnaris ab, um dann in die A. interossea sich fortzusetzen.

No. 199 (C) 53,5 cm. Rechter Arm. Die A. mediana bis zum unteren Teil des Unterarmes.

No. 200 (C) 53,5 cm. Linker Arm. Die A. mediana zur Mitte des Unterarmes.

Zusammenstellung der Befunde einer Untersuchung der Gefäße der oberen Extremitäten bei 100 menschlichen Föten.

Gleich denjenigen Forschern, welche in der letzten Zeit die Variationen der Armarterien untersucht haben, finde ich bei der Durchsicht meines Materiales, dass freilich die Formen sehr wechseln können, dass aber keine Regellosigkeit herrscht, sondern dass die Varietäten sich alle zu gewissen Typen hinführen lassen. Ich werde daher im folgenden mein Material in dieser Weise ordnen.

Wenn ich meine Sammlung von präparierten Gefäßextremitäten der menschlichen Föten durchsehe, so finde ich, dass 83 Präparate die Gefäßverteilung haben, welche als normal bezeichnet ist, während die übrigen 127 Nummern mehr oder weniger Abweichung von dieser Verzweigung zeigen.

Gewöhnlich entspringen die A. subscapularis und circumflexa post. aus der A. axillaris erst, nachdem dieses Gefäß die Medianus-Schlinge passiert hat. In gewissen Fällen, z. B. Nr. 51 und 52 verhalten sich aber die Gefäße so, dass sie aus einem Stamm entspringen, der proximal von der Medianus-Schlinge aus

der *A. axillaris* entsteht. Der genannte Stamm verläuft dann medial vom *N. ulnaris*, ehe er sich in die beiden Arterien teilt. Oft kann nur die *A. subscapularis* diese veränderte Lage in ihrem Ursprungsteil zeigen.

Einige Fälle in meiner Sammlung (z. B. 71, 72, 93, 94, 113, 114) zeigen nur weniger interessante Variationen im Gebiete der Oberarmarterien, die schon lange bekannt sind. So kann die *A. circumfl. hum. post.* doppelt vorhanden sein, indem, nebst der gewöhnlichen Arterie dieses Namens, noch ein anderes Gefäss weiter unten entspringt und nach demselben Verteilungsgebiete, aber dorsal von der *Teres major*-Sehne verläuft. Die gewöhnlich vorkommende *A. circumfl. hum. post.* kann auch ganz fehlen und durch das letzte beschriebene Gefäss ersetzt werden. Die *A. profunda brachii* kann dadurch variieren, dass sie höher oben zusammen mit der *A. circumfl. hum. post.* entspringt, um dann hinter der *Teres*-Sehne ihr Gebiet zu erreichen.

Die *Aa. collaterales uln. sup. et. inf.* zeigen ein ziemlich wechselndes Verhalten, das vielfach mit den Variationen der *A. brachialis* in Zusammenhang zu bringen ist. Hierüber wird weiter unten näher gesprochen. Erwähnenswert ist die oft zu findende reichliche Anastomosierung (Fig. 1, Taf. XVII/XVIII) zwischen diesen Gefässen. Gleichzeitig findet man oft eine Verdoppelung des einen oder anderen dieser Gefässe. So z. B. Nr. 51, wo zwei *A. collaterales uln. inf.* vorhanden sind, die sich bogenförmig miteinander verbinden (Taf. XVII/XVIII, Fig. 1.) Das Bild dieser Gefässe ist dann ein Netz an der medialen Seite des Oberarmes. An sich ziemlich unbedeutend, sind solche Befunde doch von Interesse, weil sie auf die alte Ansicht hinzielen, nach der die frei verzweigten Arterien aus einem Netz hervorgehen.

Das grösste Interesse knüpft sich doch an die Variationen der grossen Gefässstämme der Extremität, zu deren näheren Betrachtung ich jetzt übergehe.

I. Gruppe.

Die Arteria axillaris oder brachialis verläuft vor dem N. medianus.

In meiner Sammlung repräsentieren 32 Fälle (d. h. 16 %) diese Anomalie (Nr. 3, 6, 23, 24, 43, 44, 58, 73, 92, 95, 96, 97, 98, 101, 111, 116, 129, 130, 139, 146, 157, 159, 165, 166, 171, 172, 173, 174, 183, 186, 189, 197).

Eine nähere Untersuchung dieser Präparate zeigt, dass die Arterie sich verschieden zum N. medianus verhält. Es wird daher ein Eingehen auf die Bildung dieses Nerven aus dem Plexus brachialis nötig. In den allermeisten Fällen wird der Nerv auf folgende Weise gebildet. In dem mittleren Teil der Achselhöhle umfassen zwei Nervenstämme: der eine von dem oberen, der andere von dem unteren sekundären Truncus kommend, die A. axillaris und verbinden sich vor denselben zum N. medianus. Die so gebildete, nach oben offene Schlinge, durch welche die A. axillaris passiert, liegt in den meisten Fällen in dem Teil der Achselhöhle, der dem unteren Rande des M. pectoralis minor entspricht. Der übrige Teil des oberen sekundären Truncus setzt sich in den N. musculo-cutaneus fort, während die Portion des unteren sekundären Stammes, welche nicht in die Medianus-Bahn übergeht, in die N. ulnaris, cutaneus medialis brachii und antibrachii sich auflöst. Die einfachste Abänderung von dieser Anordnung besteht darin, dass die Medianus-Schlinge etwas nach oben oder nach unten verschoben werden kann, während die Nervenstämme die gewöhnliche Anordnung zeigen. Sehr oft findet man inzwischen eine doppelte Medianus-Schlinge, d. h. die obere oder untere Medianus-Wurzel ist doppelt vorhanden. In diesen Fällen liegt die erste Schlinge an dem unteren Rande des M. pectoralis minor, während die zweite Schlinge an dem unteren Rande der Teres-Sehne oder im obersten Teil des Oberarmes gelegen ist.

Es kann aber auch so sein, dass die beiden Stränge der einen Wurzel nur durch eine kleine Spalte in der Nervenplatte getrennt sind, in welchem Falle die beiden Schlingen ganz nahe an einander gerückt sind. Inzwischen ist die eine von den Wurzeln in drei Stränge aufgesplittert, in welchen Fällen man von drei Medianus-Schlingen sprechen kann. Schliesslich kann (wie in Fall Nr. 78) der N. musculo-cutaneus ganz in der Bahn des N. medianus verlaufen. Die genannten Varietäten der Medianus-Bildung sind bereits früher in der Litteratur von Gegenbaur (7) und Ruge (28) ausführlich berücksichtigt. Sie sind von zwei Gesichtspunkten von Interesse, teils sind derer Kenntnisse notwendig für eine genaue Beurteilung der Morphologie der A. axillaris, teils stehen die jetzt mitgeteilten Facta in sehr intimum Konnex mit der später zu beschreibenden Entwicklung des Plexus brachialis.

Das gewöhnliche Verhalten der Extremitäten-Arterie zum Plexus brachialis und N. medianus beim menschlichen Fötus ist das (Taf. XVII/XVIII, Fig. 1), dass die A. axillaris nach Abgabe der A. thoracico-acromialis und thoracalis lateralis durch die oben beschriebene Medianus-Schlinge passiert und dann ihre Lage hinter dem N. medianus einnimmt und zwar bis zur Ellenbeuge, wo sie lateralwärts neben dem N. medianus gelegen ist. Im oberen Teile dieses Verlaufes variiert die Lage etwas, indem bei einigen Individuen das Gefäss hinten und etwas medialwärts vom Nerven belegen ist, bei anderen Individuen dagegen nach hinten und lateralwärts liegt. Nach kurzem Verlaufe von der Stelle, wo die A. axillaris die Medianus-Schlinge passiert hat, giebt sie die A. subscapularis und circumflexae hum. ab ungefähr an der Grenze zwischen dem M. subscapularis und Teres major, Weiter nach unten, entweder noch im Gebiete der Achselhöhle oder im obersten Teil des Oberarmes folgt der Ursprung der A. profunda brachii und dann derjenige der A. coll. uln. sup. Im unteren Teil des Oberarmes folgt der Abgang der A. coll.

uln. inf. So nimmt, wie schon gesagt, die A. brachialis ihre Lage in der Ellenbeuge lateral von dem N. medianus, giebt hier die A. radialis ab und setzt dann hinter dem M. pronator teres und N. medianus ihren Lauf in die Tiefe fort, um nach Abgabe der A. recurrens ulnaris in die A. mediana, ulnaris und interossea auf eine in den Einzelfällen sehr variierende Weise sich zu teilen. Wie man aus dieser Darstellung ersieht, huldige ich der zuerst von Zuckerkandl dargestellten Auffassung, dass es unrichtig ist zu sagen, dass die A. brachialis nur zur Teilung in die A. radialis und ulnaris reicht. Die richtige Auffassung — sowohl nach dem Studium der Varietäten wie nach der Entwicklung der Arterien zu urteilen — ist, dass die A. brachialis und ihre Fortsetzung der A. interossea ant. den Hauptstamm der Arterienverzweigung der oberen Extremität bildet, von dem die übrigen Gefäße als Äste ausgehen. Der später stattfindende Wechsel im Kaliber zwischen der A. interossea und ulnaris motiviert die obengenannte Beschreibung, nach der bei dem Erwachsenen die A. brachialis in den genannten Ästen sich auflöst. Trotzdem dass die Arbeit von Zuckerkandl schon 1892 erschien, verharren viele neuere Lehr- und Handbücher noch in der alten Auffassung von einer Teilung der A. brachialis in die A. radialis und ulnaris. Dass es sich hier nicht um Geschmackssachen, sondern um reelle Differenzen handelt, beweisen die Fälle von s. g. hohem Ursprung der A. interossea, welche Fälle nach der alten Auffassung ganz unverständlich und auch sehr schwierig vom Gesichtspunkte der Terminologie zu beschreiben sind, während sie nach der modernen Anschauung sehr leicht zu verstehen und zu beschreiben sind.

Wenn wir nach dieser Beschreibung der normalen Verhältnisse der A. axillaris resp. brachialis zu den oben genannten 32 Fällen zurückkehren, in welchen die Extremitätenarterie vor dem N. medianus verläuft, so finden wir bei einer näheren Untersuchung, dass dieselben sich in drei verschiedene

Kategorien einordnen lassen. In der ersten Kategorie (Taf. XVII/XVIII, Fig. 2, Textfigur 1) liegt nämlich die Medianus-Schlinge hoch in der Achselhöhle, und die A. axillaris teilt sich an derselben in zwei Äste, von denen der eine, die A. brachialis superficialis superior vor dem N. medianus bis zur Ellenbeuge verläuft. Hier nimmt sie den gewöhnlichen Platz lateral

Fig. 1.

vom Nerven ein, giebt die A. radialis ab und setzt sich dann wie gewöhnlich in die Unterarmarterien fort. Der andere Teilst, die A. brachialis profunda, läuft ganz, wie die A. axillaris es thut, durch die Medianus-Schlinge oder durch die obere, wenn zwei Medianus-Schlingen vorhanden sind, setzt sich dann hinter dem N. medianus fort und giebt auf den gewöhnlichen Stellen die A. subscapularis, circumflexae, profunda brachii und collateralis ulnaris sup. ab. Die Endigungsweise dieses Gefäßes kann verschieden sein. Entweder kann dasselbe als A. coll. uln. sup. endigen, oder es setzt sich mit abnehmendem Kaliber hinter dem N. medianus fort und hört als Muskelast in dem

M. brachialis auf, oder setzt sich als A. coll. uln. inf. fort. Dies Gefäß kann sich nämlich bei den jetzt beschriebenen Varietäten etwas verschieden verhalten. In gewissen Fällen entspringt diese Arterie aus dem Hauptstamm (A. b. s. s.) und läuft entweder vor oder hinter dem N. medianus zu ihrem Gebiete, wobei der Endast der hinter dem N. medianus verlaufenden A. brachialis profunda als Anastomose mit der A. coll. uln. inf. zusammenhängen kann. In anderen Fällen entsteht

die A. coll. uln. inf. nicht aus der A. brachialis superficialis. Dann verhält sich die A. brach. profunda so, dass sie sich von dem N. medianus entfernt und auf dem M. brachialis int. in der Nähe vom Septum intermusculare mediale verläuft und Äste ausschickt, die das Septum durchbohren und zum Rete cubitale sich begeben, während das Gefäß in die Fossa cubiti verläuft und hier entweder in die A. recurrens ulnaris oder in die A. brachialis dicht über dem Ursprung einmündet. Zu der jetzt beschriebenen Gruppe von einer typischen A. brachialis superficialis superior gehören in meiner Sammlung Nr. 24, 58, 92, 95, 96, 97, 98, 111, 116, 157, 165, 172, 183, 186, 189. Nr. 139 zeigt auch eine typische A. brachialis superficialis superior, die sich aber in der Hinsicht von der anderen unterscheidet, dass die A. subscapularis und circumfl. hum. post. aus einem gemeinsamen Stamm entspringt, der aus der A. axillaris vor deren Durchtritt durch die Medianus-Schlinge entsteht. Summa: 16 Fälle.

Den zweiten Typus der A. brachialis superficialis nenne ich die A. brach. superfic. media (Taf. XVII/XVIII, Fig. 3 und 4, Textfigur 2). Sie gestaltet sich folgendermassen: Die Medianus-Schlinge ist doppelt vorhanden. Die eine von diesen liegt hoch oben in der Achselhöhle, die andere liegt auf der Grenze zwischen der Achselhöhle und dem Oberarm. Die A. axillaris zieht durch die obere Schlinge wie gewöhnlich, lagert sich hinter dem N. medianus und giebt an der gewöhnlichen Stelle die A. subscapularis, circumfl. hum. ant. et post., profunda brachii und coll. uln. sup. ab, welche entweder jede für sich aus der A. brachialis entspringen oder sich so verhalten, dass die A. profunda brachii und collateralis uln. sup. aus einem gemeinsamen Stamm ihren Ursprung nehmen; dann an die zweite Schlinge gelangt, verändert sie ihren Lauf, indem sie durch die zweite Schlinge nach vorne verläuft und vor dem N. medianus ihren Platz einnimmt und dann in die Unterarmarterien sich fortsetzt. So verhalten sich die Fälle Nr. 3, 146 und 44. Dass die A. brachi-

alis superficialis in diesen Fällen in ihrem oberen Teil nicht homolog mit der A. brachialis superficialis superior ist, steht für mich ausser allem Zweifel, und ich habe ihr darum auch einen besonderen Namen gegeben. Schon die anatomischen Verhältnisse beweisen dies. In zwei wichtigen Punkten unterscheidet sich die A. brachialis superficialis media von der A. brach. superf. superior und zwar teils in ihrem Verhältnisse zum N. medianus, indem sie erst an der zweiten Medianus-Schlinge die veränderte Lage zum Nerven einnimmt, während die A. brach. superf. sup. dies schon an der ersten thut, teils in dem Ursprungsverhalten der Oberarmarterien denn diese entspringen in dem Falle einer A. brach. superf. sup. aus einem gemeinsamen Stamme, der durch die erste Schlinge verläuft, während sie in dem Falle einer A. brach. superf. media jede für sich aus dem Arterienrohr oder die A. profunda brachii und A. coll. uln. sup. aus einem gemeinsamen Stamm über der zweiten Schlinge entstehen. Die genannte Auffassung wird übrigens auch durch die embryologische Untersuchung bestätigt.

Doch giebt es auch andere Fälle, die beim ersten Anblicke vielleicht zur A. brach. superf. sup. gerechnet werden müssten, die aber bei einer näheren Betrachtung ohne Zweifel zu der Kategorie der A. br. s. m. gehören, besonders sind dies die Fälle Nr. 23 und 171, (Textfigur 3). Hier handelt es sich um einfache Medianus-Schlingen, die aber nicht an dem gewöhnlichen Platz hoch oben in der Achselhöhle gelegen sind, sondern entweder im unteren Teil der Achselhöhle (im Bereiche der Zone des M. latissimus dorsi) oder im obersten Teil des Oberarmes zu finden sind. Schon hoch oben in der Achselhöhle schiebt sich die A. axillaris zwischen die beiden vorderen Stränge des Plexus brachialis, kommt dann hinter diese und sendet hier sowohl die A. subscapularis und circumflexae wie die A. profunda brachii und coll. uln. sup. ab; darauf läuft sie vor der Medianus-Schlinge und vor dem Nerven weiter und setzt sich

in die Unterarmarterien fort. So verhält sich Nr. 23, während bei Nr. 171 die A. subscapularis und circumfl. hum. post. gemeinsam medial von dem Truncus secundarius inf. entspringen und die A. circumfl. ant., profunda brachii und coll. uln. sup. aus einem gemeinsamen Stamm entspringen. In diesen Präparaten verhält sich also die Extremitätenarterie ganz wie in

Fig. 2.

Fig. 3.

den vorigen im Verhältnis zum N. medianus. Die Schlinge des N. medianus, durch welche der N. medianus verläuft, liegt auf ganz derselben Stelle, die Äste der A. axillaris und des oberen Teiles der A. brachialis verhalten sich ganz ähnlich. Der einzige Unterschied, der vorhanden ist, liegt darin, dass eine obere Medianus-Schlinge nicht vorhanden ist. Diese ist, so denke ich mir die Sache, in jedem Falle embryonal angelegt, in diesen Fällen aber verschwunden. Die näheren Beweise für

die Richtigkeit dieses Satzes werden im embryologischen Teil gegeben.

Den dritten Typus der *A. brachialis superficialis* nenne ich die *A. brachialis superficialis inferior* (Textfigur 4, Fig. 1, Taf. XXIII/XXIV) und diese Abweichung charakterisiert sich dadurch, dass die bisher ganz normal verlaufende *A. brachialis* sich medialwärts um den *N. medianus* windet, ihren Platz vor dem Nerven nimmt und so bis zur *Plica cubiti* verläuft, wo sie auf gewöhnliche Weise lateralwärts von dem Nerven sich lagert. Die Windungsstelle befindet sich im allgemeinen in dem oberen Teil des Ober-

Fig. 4.

armes, kann aber auch im mittleren (Nr. 6, 101), oder sogar im unteren Teil des Oberarmes (z. B. Nr. 159) liegen. Die Fälle Nr. 6, 43, 73, 101, 129, 130, 159, 166, 173, 174 und 197, die alle diese Anomalie repräsentieren, belehren über die Details der genannten Anordnung. Hinter dem *N. medianus* kann sich ein Rudiment der *A. brachialis prof.* vorfinden und zwar in der Form einer kleinen Arterie, die in dem Falle einer hohen Lage der Windungsstelle den Strom der *A. coll. uln. sup.* in sich aufnehmen kann, in dem Falle einer mehr distalwärts gelegenen Ursprungsstelle dies aber nicht thut. Auch kann sie sich zur *A. coll. uln. inf.* ganz so verhalten, wie das Rudiment der *A. br. prof.* in den Fällen einer *A. brach. superfic. sup.* und wie auf Seite 444 beschrieben ist.

Die Abweichung, welche die *A. axillaris* resp. *brachialis* in den Fällen gezeigt hat, die ich unter Gruppe I zusammengestellt habe, kann auf den ersten Blick ziemlich unbedeutend zu sein scheinen. So ist es aber nicht. Es handelt sich nicht um eine Lageverschiebung der gewöhnlichen *A. axillaris* resp. *brachialis*. Es handelt sich um eine ganz andere Arterie als die gewöhnliche *A. brachialis*. Der Blutfluss hat eine andere Strombahn

als gewöhnlich genommen. Die ontogenetische Entwicklung der Extremitätenarterien, wie sie weiter unten ausführlich mitgeteilt werden soll, zeigt dies bestimmt. Ich stehe also gleich Bayer und E. Schwalbe auf dem Standpunkte, dass die im Verhältnis zum N. medianus so verlaufende Arterie A. brachialis superficialis genannt werden mag, zum Unterschiede von der hinter dem Nerven verlaufenden, welche am geeignetsten den Namen A. brachialis profunda bekommt.

Nach dieser Darstellung meiner Auffassung von den verschiedenen Formen der A. brachialis muss ich meine Befunde mit denjenigen anderer Autoren vergleichen, welche dasselbe Thema behandelt haben. Ruge unterscheidet nicht weniger als vier Kollateralstämme, welche vor dem N. medianus verlaufend die Rolle der gewöhnlichen A. brachialis teilweise oder ganz übernehmen können. Sie unterscheiden sich voneinander durch ihren Ursprung in verschiedener Höhe aus der A. axillaris resp. brachialis und durch verschiedenes Verhalten zum N. medianus. Der erste entspringt aus der A. brachialis in der Mitte des Oberarmes und kreuzt den N. medianus unter spitzem Winkel derart, dass derselbe anfangs medial, dann vor und schliesslich lateral vom Nerven sich befindet. Der zweite entsteht aus der A. axillaris über der in der Achselhöhle gelegenen Schlinge des N. medianus, der dritte nimmt seinen Ursprung über der distalwärts gerückten, im oberen Teil des Oberarmes gelegenen Medianus-Schlinge, der vierte endlich entsteht über der zweiten Medianus-Schlinge, also in Fällen von doppelten Schlingen. Die drei letzten Kollateralstämme laufen alle nach unten in derselben Weise vor dem N. medianus, um dann in den Fällen, wo sie den ganzen Strom der A. brachialis übernommen haben, in der Ellenbeuge lateral von dem N. medianus sich zu lagern und in die Unterarmarterien fortzusetzen.

E. Schwalbe unterscheidet dagegen von der A. brachialis superficialis nur zwei Formen: eine A. brachialis superficialis

superior und eine *A. brachialis superficialis inferior*. Jene ist dadurch charakterisiert, dass auf der normalen Medianus-Schlinge reitend eine vor dem *N. medianus* herablaufende Arterie von der *A. axillaris* abgeht, und entspricht also dem zweiten Kollateralstamm von Ruge. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sie in der Regel im mittleren Drittel der *A. brachialis* entspringt. Dann läuft das Gefäß vor dem *N. medianus* nach unten. Es entspricht also dem ersten Kollateralstamm von Ruge.

Wie aus der vorstehenden Darstellung hervorgeht, stimmen meine Befunde ganz mit denjenigen von Ruge überein. Ich kann mich also nicht mit den zwei Formen von *E. Schwalbe* begnügen. Die von mir unterschiedenen *A. brachiales superficialis inferior* und *superior* entsprechen ganz dem ersten resp. zweiten Kollateralstamm Ruges. Die Formen, die ich unter dem Namen *A. brachialis superficialis media* zusammengeführt habe, entsprechen dem dritten und vierten Kollateralstamm von Ruge. Es besteht also der Unterschied zwischen uns, dass ich diese beiden Formen als eine auffasse. Dies hat seinen Grund darin, dass ich die zweite Medianus-Schlinge in Fällen von doppelter Schlinge mit den distalwärts gerückten homologisiere und also auch die über denselben entspringenden Gefäße gleichwertig betrachte. Die nähere Begründung hiervon folgt in dem entwicklungsgeschichtlichen Teil. Hier muss indess noch bemerkt werden, dass von den von mir beobachteten Formen von *A. brachialis superficialis* hiermit nicht alle erwähnt sind. Weiter unten werde ich noch über eine vierte berichten.

II. Gruppe.

Es sind zwei Oberarmarterien vorhanden, die sich beide in die Unterarmarterien fortsetzen.

Nr. 1, 5, 14, 15, 21, 22, 29, 30, 31, 33, 41, 42, 63, 64, 75, 76, 77, 87, 102, 103, 107, 109, 110, 112, 115, 125, 126, 131,

137, 140, 141, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 170, 175, 185 und 198 = 44 Stück zeigen diese Anomalie.

Das nähere Verhalten der beiden Arterien ist das folgende. Im allgemeinen liegt die eine vor dem N. medianus = A. brachialis superficialis, die zweite hinter dem Nerven = A. brachialis profunda.

Oft sind die beiden Arterien von gleichem Kaliber, entstanden durch eine Teilung der A. axillaris resp. brachialis. In anderen Fällen (z. B. Nr. 87) ist der Kaliberunterschied bedeutend, und die eine A. brachialis tritt als ein dünner Ast aus der anderen dickeren Arterie hervor. Der Ursprung der A. brachialis superficialis gestaltet sich in den verschiedenen Fällen verschieden, so dass man auch hier ganz wie in der vorigen Gruppe verschiedene Typen unterscheiden kann.

1. Die A. brachialis superficialis superior ist in den Fällen 1, 14, 21, 22, 29, 115, 125, 140, 150, 151, 152, 153, 185 und 198 (= 14 Stück) vorhanden. An der im oberen Teil der Achselhöhle — d. h. im Gebiete zwischen dem Schlüsselbein und dem äusseren Rande des M. subscapularis — gelegenen Medianus-Schlinge teilt sich die A. axillaris (Taf. XVII/XVIII, Fig. 9) in zwei Äste von gleichem oder verschiedenem Kaliber, von denen einer vor der Schlinge und dann vor dem N. medianus weiter distalwärts verläuft, der zweite Teilast läuft durch die Schlinge und dann hinter dem Nerven, giebt im Bereiche der Achselhöhle die A. subscapularis ¹⁾, circumflexae hum. und darauf die A. profunda brachii und coll. uln. sup. ab. Die A. coll. uln. inf. verhält sich in den verschiedenen Fällen verschieden, indem sie sowohl aus der A. brach. superfic. wie aus der A. brach. prof. entspringen kann. In dem vorigen Falle verläuft sie quer auf der vorderen Seite des N. medianus nach ihrem Verästelungsgebiete. Nach unten laufen die beiden Arterien in die Unter-

¹⁾ Die A. subscapularis kann auch vor der Teilung entspringen und medialwärts von dem Tr. secundarius inf. verlaufen.

armarterien fort auf eine Weise, die sich in den verschiedenen Fällen verschieden gestaltet.

2. Die *A. brachialis superficialis media* zeigt der Fall Nr. 141. In diesem sind zwei Medianus-Schlingen vorhanden: die eine liegt hoch in der Achselhöhle, die zweite an der Grenze zwischen der Achselhöhle und dem Arm. Die *A. axillaris* geht in gewöhnlicher Weise durch die erste und lagert sich hinter dem *N. medianus*, giebt die *A. subscapularis* und *circumflexae hum.* ab und teilt sich dann an der zweiten Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen einer von dünnem Kaliber durch die Schlinge und dann vor dem *N. medianus* in eine *A. ulnaris superficialis* sich fortsetzt, während der dickere Teilstück hinter dem *N. medianus* verbleibt und dann in die übrigen Unterarmarterien übergeht. Eben an der Teilungsstelle entspringt die *A. profunda brachii*, weiter nach unten aus der *A. brachialis profunda* die *A. coll. uln. sup. et inf.* In zwei Hinsichten unterscheidet sich diese Anordnung der *A. brachialis* von den unter der *A. brachialis superficialis superior* beschriebenen Anomalien, einesteils darin, dass die *A. brachialis superficialis* erst nach dem Abgange der *A. prof. brachii* entspringt, anderenteils darin, dass sie erst bei der zweiten Medianus-Schlinge vor dem *N. medianus* verläuft.

3. Die *A. brachialis superficialis inferior* findet sich in den allermeisten (Fig. 5, 6, 7, 10, Taf. XVII/XVIII) von den Fällen der doppelten Armarterien (Nr. 15, 30, 31, 33, 41, 42, 63, 64, 75, 77, 87, 102, 103, 107, 109, 110, 112, 131, 137, 147, 148, 149, 169, 170 und 175 = 25 Fälle). Nachdem die *A. axillaris* durch die Medianus-Schlinge auf gewöhnliche Weise gelaufen ist und die Äste in der Achselhöhle abgegangen sind, teilt sich die *A. brachialis* in der oberen Hälfte des Oberarmes in zwei Äste, von denen einer den gewöhnlichen Lauf hinter dem *N. medianus* fortsetzt, während der zweite sich um die mediale Seite des Nerven windet,

dann vor diesem verläuft, wonach sich später beide in die Unterarmarterien fortsetzen.

Die jetzt genannten Fälle lassen sich alle sehr leicht in eine von den drei beschriebenen Kategorien von *A. brachialis* einordnen. In meiner Sammlung finden sich inzwischen vier Fälle, die für sich betrachtet werden müssen.

Die Fälle Nr. 126 und 144, die einander in Betreff der *A. brachialis* ganz ähnlich sind, sind von grossem Interesse. Aus der sonst normal verlaufenden *A. brachialis profunda* entspringt im oberen Teil der *A. brachialis* von deren hinterer Seite im Fall Nr. 126 (Taf. XIX/XX, Fig. 1) eine Arterie, die sich medialwärts um den *N. ulnaris* windet, dann schräg nach vorne und radialwärts über sowohl die hinter dem *N. medianus* gelegene *A. brachialis profunda* wie über und vor dem *N. medianus* verläuft, um sich dann in der Ellenbeuge in die *A. radialis* fortzusetzen. Das aus dem hinteren Teil der *A. brachialis* entspringende Gefäss verhält sich also in seinem Verlaufe ganz wie eine *A. brachialis superficialis*, die sich in die *A. radialis* fortsetzt. Nur ihr Ursprung und Verhältnis zum *N. ulnaris* repräsentieren eine bedeutende Abweichung von den gewöhnlichen Formen.

Der Fall Nr. 144 verhält sich ähnlich dem vorigen mit Hinsicht auf Ursprung und Lage der *A. brachialis superficialis*. Ein Unterschied liegt in dem weiteren Verhalten, indem in diesem Falle die *A. brachialis superficialis* sich in eine *A. ulnaris superficialis* fortsetzt.

Auf den ersten Anblick scheint eine *A. brachialis superficialis inferior* vorzuliegen. Eine nähere Untersuchung zeigt aber eine bedeutende Differenz, indem die in ihrem weiteren Verlaufe oberflächlich vor dem *N. medianus* gelagerte Artier sich um den *N. ulnaris* windet. Dieser Unterschied ist aber vom Gesichtspunkte einer genauen Vergleichung zwischen den betreffenden Formen so gross, dass man diese Form als eine

neue Form der *A. brachialis* neben den vorher als *A. brachialis superficialis superior*, *mediana* und *inferior* bezeichneten hinzustellen berechtigt ist. Ich nenne sie *A. brachialis superficialis ima*.

In Nr. 76 (Taf. XIX/XX, Fig. 5) ist die Medianus-Schlinge doppelt vorhanden. Die untere wird erst im Gebiete des Oberarmes an der Grenze gegen die Achselhöhle gebildet. Die *A. axillaris* und ihre Äste verhalten sich ganz normal. Im oberen Teil des Oberarmes gehen die *A. profunda brachii* und *coll. uln. sup.* von der *A. brachialis* ab. Dann teilt sich die *A. brachialis* noch im Gebiete der oberen Hälfte des Oberarmes in zwei Äste von ungleichem Kaliber, die in ihrer weiteren Lage und Ausbreitung sich sehr sonderbar verhalten. Der dickere Teilstück durchbohrt nämlich den *N. medianus* und läuft dann vor und lateralwärts vom *N. medianus* in die Ellenbeuge hinab und in die Unterarmarterien über. Der dünnere Teilstück folgt dem *N. medianus* hinten und etwas medialwärts von ihm bis zum unteren Teil des Oberarmes. Hier wendet er sich radialwärts und geht schräg über sowohl die *A. brachialis* wie den *N. medianus*, um in den oberen Teil der *A. radialis* einzumünden.

Im Präparat Nr. 5 (Taf. XVII/XVIII, Fig. 8) findet eine ähnliche Kreuzung wie in dem vorhergehenden Falle statt. Es handelt sich hier um eine *A. axillaris*, die auf gewöhnliche Weise durch die erste Medianus-Schlinge verläuft, alsdann teilt sie sich an der zweiten Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen der eine als eine typische *A. brachialis superficialis media* durch die zweite Medianus-Schlinge nach vorn verläuft und so vor dem *N. medianus* fortsetzt und in die *A. ulnaris* und *interossea* ausläuft. Der andere Teilstück verbleibt erst hinter dem *N. medianus*, dann windet er sich in der für die *A. brachialis superficialis inf.* charakteristischen Weise erst medialwärts, darauf vor dem *N. medianus* und nach Kreuzung sowohl dieser wie der *A. brachialis superficialis media* setzt er sich in die *A. radialis* fort.

Die Deutung dieser Fälle ist also die, dass zwei *A. brachiales superficiales* vorhanden sind: eine *A. brachialis superficialis media* und eine *A. brachialis superficialis inferior*, während die *A. brachialis profunda* nur im oberen Teile vorhanden ist. Die nähere Begründung dieser Homologien findet in dem embryologischen Teile statt.

Schliesslich verdient es noch bemerkt zu werden, dass in vielen Fällen Rudimente von der *A. brachialis superficialis superior* und *media* vorhanden sind. So in den Fällen Nr. 41 und 131, wo die Extremitätenarterie auf normale Weise durch die obere Medianus-Schlinge verläuft, vor deren Durchtritt aber einen feinen Ast abgibt, der ganz wie eine *A. brachialis superficialis superior* verläuft, bald aber als feiner Muskelast endet. Im Falle Nr. 42 findet man eine doppelte Medianus-Schlinge vor, zu der die *A. axillaris* sich normal verhält. An der Stelle, wo sie hinter der zweiten Schlinge vorbeizieht, wird ein feiner Ast abgegeben, der durch die Schlinge geht, dann aber vor dem Nerven verläuft und also wie eine *A. brachialis superficialis media* auftritt. So schön entwickelt diese Gefässe in vielen Fällen sind, so kann man doch nicht sagen, dass sie in jedem Falle vorkommen.

Die *A. brachialis superficialis* läuft jetzt in allen den zur Gruppe II gehörenden Fällen in eine oder mehrere von den Unterarmarterien fort.

1. Die *A. brachialis superficialis* und die *A. brachialis profunda* vereinigen sich im unteren Teil des Oberarmes zu einem Stamm (Taf. XVII/XVIII, Fig. 7), der dann auf gewöhnliche Weise in die Unterarmarterien sich fortsetzt. Nr. 41 zeigt eine solche schöne Inselbildung. Es handelt sich um eine *A. brachialis superficialis inf.* von kräftigerem Kaliber, die vor dem *N. medianus* verläuft und eine *A. brachialis profunda* von schwächerem Kaliber, die hinter dem *N. medianus* liegt. Im unteren Teil des Oberarmes laufen die

beiden Gefäße lateral vom N. medianus in einen Stamm zusammen. Auf diese Weise wird von den beiden A. brachiales eine Gefäßinsel gebildet, durch welche der ganze N. medianus verläuft.

2. Die A. brachialis superficialis setzt sich in die A. radialis fort (Figg. 5, 6, 9 und 10 Taf. XVII/XVIII, Figg. 2 und 3 Taf. XIX/XX). 31 Fälle in meiner Sammlung gehören zu dieser Kategorie, nämlich die Nr. 1, 5, 14, 15, 21, 22, 29, 125, 150, 185, 30, 31, 33, 42, 75, 76, 102, 103, 107, 109, 110, 112, 131, 147, 148, 149, 170, 175, 77, 87, 126. Von diesen repräsentieren 8 Fälle (Nr. 1, 14, 21, 22, 29, 125, 150 und 185) eine A. brachialis superficialis superior. 22 Fälle (Nr. 5, 15, 30, 31, 33, 42, 75, 76, 77, 87, 102, 103, 107, 109, 110, 112, 131, 147, 148, 149, 170, 175) eine A. brachialis superficialis inferior. Nr. 126 zeigt eine A. brachialis superficialis ima, die sich um den N. ulnaris windet.

Das gewöhnlichste Verhalten ist das, dass die oberflächliche Arterie vor dem Medianus bis zur Ellenbeuge verläuft, hier zieht sie etwas mehr radialwärts und kommt ganz über die A. brachialis profunda zu liegen, die jetzt ihre Lage konstant lateral vom N. medianus hat, dann setzt sich die A. brachialis superficialis als eine typisch gelagerte A. radialis in die Radialrinne fort, während die A. brachialis profunda unter dem M. pronator teres verschwindet und in der Tiefe nach Abgabe der A. recurrens ulnaris sich in die A. interossea, ulnaris und (eventuell) mediana teilt.

Einige von unseren Fällen, in denen die A. brachialis superficialis sich in die A. radialis fortsetzt, charakterisieren sich dadurch, dass die beiden Gefäßformationen: die A. brachialis superficialis und ihre Fortsetzung, die A. radialis einerseits und die A. brachialis profunda andererseits, durch Anastomosen entweder im Gebiete des Oberarmes oder in der Fossa cubiti miteinander verbunden sind. Diese Fälle müssen hier berücksichtigt

werden, weil sie für die Beurteilung der Entstehung der Arterienvarietäten von Bedeutung sind.

Das gemeinsam Charakteristische für diese Fälle (Nr. 1, 21, 22, 30, 76, 87, 103, 109, 126, 147, 148, 150) ist das, dass die beiden Armgefäße, von denen das oberflächliche sich in die A. radialis, das tiefe in die übrigen Unterarmarterien fortsetzt, in der Ellenbeuge durch eine Anastomose miteinander verbunden sind. In den Einzelheiten zeigt diese Anastomosierung in vielen Fällen Verschiedenheiten, die doch auf etwas Gemeinsames hinzielen. Durch die genannte Anastomose kommt eine Inselbildung zu stande, welche den N. medianus umfasst. Diese Inselbildung ist aber verschieden von der echten Inselbildung im Falle 41, indem in dieser die Gefäße wieder zu einem Stamm im Gebiete des Oberarmes zusammenlaufen, während in den jetzt zu behandelnden Fällen der Abschluss der Insel durch die Anastomose zu stande kommt, die in der Fossa cubiti gelegen ist.

Das einfachste Verhältnis wird dadurch repräsentiert, dass die beiden Gefäße durch eine einfache, schräggestellte Anastomose miteinander verbunden sind (Nr. 22 und 148). Die A. recurrens radialis entspringt nach oben oder nach unten von der Anastomose aus der A. brachialis superficialis, oder fehlt und wird durch die A. subtendinea ersetzt (Nr. 22). Die nächste Stufe einer grösseren Komplikation wird dadurch hervorgerufen, dass die Gefässramifikation der A. recurrens radialis zu der Anastomose in Beziehung tritt (Textfigur 5). In diesen Fällen (Nr. 21, 103, 109, 126) tritt die Verbindung zwischen den beiden Armarterien als ein schön entwickelter Bogen au, dessen Konvexität nach unten und radialwärts gerichtet ist, und aus dieser Konvexität entspringen Äste, die sowohl nach oben in den lateralen Sulcus cubitalis, wie nach unten in die radialen Muskeln ausstrahlen, was also der gewöhnlichen Verteilung der A. recurrens radialis entspricht (Taf. XIX/XX, Fig. 2).

In sehr naher Beziehung zu der jetzt besprochenen Form stehen die Fälle Nr. 76 und 87 (Textfigur 6, Taf. XIX/XX, Fig. 5). Die Anastomose ist nämlich hier sehr kräftig und bildet die eigentliche Wurzel der A. radialis, während die A. brachialis superficialis sehr dünn ist. Diese Form entspricht ganz der vorigen, eine verschiedene Entwicklung des Kalibers der in die Insel gehenden Rohre erklärt völlig den Unterschied. Eine wichtige Ähnlichkeit ist die, dass auch in dem letzten Typus die Äste, welche der A. recurrens radialis entsprechen, aus dem queren Verbindungsaste entspringen.

Ein Formentypus, der sich auch sehr leicht aus den vorhergenannten herleiten lässt, ist derjenige von dem Falle 30. In diesem (Textfigur 7) haben sich die Äste der A. recurrens radialis nach den zwei Enden der Anastomose verteilt, und die Fälle sehen vom deskriptiven Gesichtspunkte so aus, als ob die A. recurrens radialis aus der oberflächlichen A. brachialis sich mit einem aus der tiefen Armarterie entspringenden Muskelast verbände (Fig. 6, Taf. XVII/XVIII). Denken wir uns nun, dass die beschriebene dünne Anastomose verschwindet, so haben wir die Fälle, die in unserer Sammlung sehr reich vertreten und dadurch charakterisiert sind, dass die A. recurrens radialis aus der oberflächlichen, in die A. radialis sich fortsetzenden A. brachialis entspringt, während aus der tiefen A. brachialis nur ein Muskelast entspringt, welcher sich in die radiale Muskelgruppe verteilt (Textfigur 8).

Aus dem vorhergehenden scheint mir hervorzugehen, dass die beschriebenen Typen der Anastomose in der Ellenbeuge zwischen den tiefen und oberflächlichen Armarterien so viel Übereinstimmendes in ihrer Gestaltung haben, dass die verschiedenen Formen mit Leichtigkeit voneinander abgeleitet werden können. Von wesentlich anderer Art als die jetzt beschriebene ist die Anastomose in den Fällen Nr. 1 (Fig. 3, Taf. XIX/XX), 147 und 150. In diesen Fällen sind die beiden gut ausgebildeten

Armarterien in der Ellenbeuge durch eine sehr kräftige bogenförmige Anastomose verbunden, die hinter der tiefen Biceps-Sehne verläuft (Textfigur 9). Die so von den A. brachiales und deren Verbindung gebildete Arterien-Insel umfasst also nicht nur den N. medianus, sondern auch die tiefe Biceps-Sehne. Aus der genannten Anastomose, die einen sehr schönen radialwärts gerichteten Bogen darstellt, entspringt sehr regelmässig

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

aus der Mitte ein starker Ast, der sich nach oben in der Tiefe des Sulcus cubitalis lateralis längs dem N. radialis erstreckt und also ganz dem oberen Teil der A. recurrens radialis entspricht. Aus dem distalen Teil des Bogens entspringen einige feine Gefässe, die sich nach unten in die radialen Muskeln verteilen.

Dass in den so beschriebenen Fällen eine Anastomose von ganz anderer Art liegt als in den vorher beschriebenen, scheint

mir besonders aus dem Falle I hervorzugehen. Hier ist nämlich (s. Textfigur 10) der Teil der bogenförmigen Anastomose,

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

welcher in die A. radialis einmündet, mit der tiefen A. brachialis durch eine schrägegehende, vor der Biceps-Sehne liegende Anastomose verbunden. Hier steckt also die Biceps-Sehne in einem

förmlichen Arterienringe, dessen beide Hälften allerdings von verschiedenem Kaliber sind. Der vor der Biceps-Sehne liegende dünne Verbindungsast entspricht ganz der Anastomose der ersten Gruppe, und die hinter der Biceps-Sehne liegende muss also von anderer Art sein.

Dass aber auch in diesen Fällen die Anastomose zu sonst frei verästelten Arterien sich in Beziehung bringen lässt, geht aus der Vergleichung mit anderen Fällen der Sammlung hervor. In diesen findet man oft eine sehr kräftige *A. subtendinea bicipitis* (Textfigur 11). Unter diesem Namen verstehe ich eine Arterie, die in der Ellenbeuge aus der *A. brachialis* an der Stelle entspringt, wo sich die *A. brachialis* (resp. *A. brachialis profunda*) medialwärts von der tiefen Biceps-Sehne lagert. Dann verläuft das Gefäß unter der Biceps-Sehne radial und teilt sich für die radialen Muskeln in Äste. Sie ersetzt oft die fehlende *A. recurrens radialis*. In diesen Fällen entspringt aus ihr ein sehr starker Stamm, der nach oben in der Tiefe des *Sulcus cubitalis lateralis* längs dem *N. radialis* verläuft und ganz dem Ast ähnelt, der in den oben beschriebenen Fällen aus der Anastomose entspringt. In anderen Fällen sind inzwischen beide Arterien vorhanden, die *A. recurrens radialis* läuft wie gewöhnlich in der Tiefe des *Sulcus cubitalis lateralis* nach oben. Die *A. subtendinea* kreuzt aber dieses Gefäß und strömt in feine Äste für die radialen Muskeln aus. In einigen von diesen Fällen anastomosieren die Gefäße nicht miteinander, in anderen wieder stehen sie durch eine mehr oder weniger entwickelte Anastomose in Verbindung.

Wenn man die jetzt beschriebenen Fälle miteinander und mit der Anastomose hinter der Biceps-Sehne vergleicht, kann man sich nicht des Gedankens erwehren, dass die beschriebenen Formen in gegenseitiger Beziehung zu einander stehen. Die Erklärung von diesen Fällen ist natürlich von ganz derselben Art wie für die Fälle der *A. brachialis*, die entweder frei in die

Vorderarmarterien auslaufen können oder erst nach der Inselbildung. Zwei Möglichkeiten sind hierbei denkbar: entweder ist die Bogenbildung der primäre Typus, aus dem die frei verästelten Gefäße hervorgehen, oder ist der frei verästelte Typus der primäre, der sich bisweilen darin verändern kann, dass die Gefäße sich verbinden. Eigentümlich genug scheinen die Forscher, welche wie Ruge, Zuckerkandl und E. Schwalbe die Armgefäße in neuerer Zeit am meisten und am besten studiert haben, der letzten Ansicht zu huldigen. Eine bestimmte Antwort auf diese Frage lässt sich natürlich unmöglich durch Untersuchungen geben, die nur über die Arterien bei dem ausgewachsenen menschlichen Arme gemacht sind. Hier müssen die ontogenetischen und phylogenetischen Erfahrungen entscheiden.

3. Die *A. brachialis superficialis* setzt sich in ein Gefäß fort, das oberflächlich über die Flexoren-Gruppe des Unterarmes verläuft.

Es handelt sich um eine *A. brachialis superficialis superior* (Nr. 115, 140, 151, 152, 153 und 198), eine *A. brachialis superficialis media* (Nr. 141), eine *A. brachialis superficialis inferior* (Nr. 63, 64 und 137 oder eine *A. brach. superf. ima*, wie im Falle 144), die nach ihrem gewöhnlichen, im vorhergehenden beschriebenen Verlaufe auf dem Oberarme an der *Plica cubiti* anlangt; hier wendet sie sich ulnarwärts und zieht schräg nach unten über die *Mm. pronator teres, flexor carpi radialis* und vor oder hinter dem *M. palmaris longus* [wenn dieser vorhanden ist¹⁾], dann vor dem *M. flexor digitorum sublimis* ungefähr in der Mittellinie des Armes nach unten. Ich will dieses Gefäß mit dem Namen *A. antibrachii superficialis* bezeichnen. Hiermit meine ich nicht, dass ich die anatomische Litteratur mit einer neuen Arterie bereichern will. Es handelt sich im Gegenteil um ganz

¹⁾ Der *M. palmaris longus* fehlt in den Fällen: Nr. 64, 115, 137, 151, 152 und 153.

dasselbe Gefäß, das Gruber mit dem Namen *A. plicae cubiti* bezeichnet hat, wie ich unten näher ausführen will. -- Nach unten kann sich die genannte Arterie verschieden verhalten. In einigen Fällen Nr. 63, 64, 115, 137, 140, 141, 144 und 198 setzt sie sich in die *A. ulnaris* fort (Fig. 2, 3, Taf. XXI/XXII). Dies gestaltet sich so, dass die *A. antibrachii superficialis* in dem unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes ulnarwärts abweicht und ihren Platz an dem *N. ulnaris* in einer in den verschiedenen Fällen freilich etwas wechselnden Höhe einnimmt. So kann die Anlagerung an den *N. ulnaris* an der Grenze zwischen dem unteren und mittleren Teil des Unterarmes stattfinden, während sie in den anderen Fällen erst in der Höhe des *Os pisiforme* diesen Platz einnimmt. Jetzt verläuft sie wie eine typische *A. ulnaris* nach unten in die Hand. Die *A. brachialis profunda* verläuft auf gewöhnliche Weise, nimmt in der Ellenbeuge ihren Platz lateral vom *N. medianus*, giebt die *A. radialis* und *recurrens ulnaris* ab und setzt sich dann in die *Aa. interossea* fort, nachdem in gewissen Fällen eine *A. mediana* abgegangen ist. Die *A. ulnaris* fehlt in ihrem oberen Teil entweder ganz oder ist nur durch einen mehr oder weniger starken Muskelast repräsentiert.

In anderen Fällen tritt die *A. antibrachii superficialis* zu der *A. mediana* in Beziehung. So in Nr. 152 (Fig. 7, Taf. XIX/XX), wo die genannte Arterie ihren Lauf in der Mittellinie des Unterarmes behält, sich vor den *N. medianus* lagert, also die typische Lage der *A. mediana* im unteren Teil des Unterarmes einnimmt, um dann in der *Vola manus* den oberflächlichen Handbogen mit dem *R. volaris* der *A. ulnaris* zu bilden. Die tiefe *A. mediana* ist in ihrem oberen Teil als ein kräftiger Muskel- und Nervenast vorhanden, der zur Mitte des Unterarmes reicht. In Nr. 153 (Fig. 6, Taf. XIX/XX) setzt sich die *A. brachialis superficialis* auch in eine *A. antibrachii superficialis* fort. Diese verläuft auf gewöhnliche Weise, ist von dünnerem Kaliber und reicht nur bis etwas unter die Mitte des Unterarmes, wo sie in

die *A. mediana* einmündet, die auf gewöhnliche Weise aus der *A. brachialis profunda* entspringt, darauf erst hinter, dann radialwärts und von der Mitte des Unterarmes an, vor dem *N. medianus* auf gewöhnliche Weise in die *Vola manus* ausläuft.

Wir haben also im vorhergehenden gesehen, wie die *A. antibrachii superficialis* sich teils in die *A. mediana*, teils in die *A. ulnaris* fortsetzen kann. In jenem Falle spreche ich von einer *A. antibrachii superficialis mediana* und in diesem von einer *A. antibrachii superficialis ulnaris*. Diese beiden Möglichkeiten sind in Nr. 151 (Fig. 5, Taf. XXI/XXII) in einem Exemplar zusammengeführt. Hier teilt sich nämlich die *A. antibrachii superficialis* im unteren Teil des Unterarmes 15 mm über dem Handgelenk in zwei Äste, von denen einer die direkte Fortsetzung der *A. antibr. superfic.* bildet, vor dem *N. medianus* in die *Vola manus* verläuft und in die *Aa. digitales volares I* und *II* übergeht, während der zweite Teilast schräg ulnarwärts abweicht und an der medialen Seite des *Os pisiforme* den gewöhnlichen Platz der *A. ulnaris* einnimmt und auch als solche in die *Vola manus* weiter verläuft.

3. Die *A. brachialis superficialis* setzt sich sowohl in die *A. radialis* wie in die *A. antibrachii superficialis* fort.

Nr. 169 (Taf. XXI/XXII, Fig. 1) in meiner Sammlung ist ein sehr schönes Beispiel von dem Falle, welcher darin besteht, dass die *A. brachialis superficialis* sowohl die *A. radialis* wie die *A. ulnaris* übernimmt und die *A. brachialis profunda* sich nur in die *A. interossea* fortsetzt. Es waren die Fälle, welche die älteren Autoren als einen hohen Ursprung der *A. interossea* aus der *A. brachialis* benannten und erklärten. Dass diese Deutung nicht die richtige ist, haben vor allem Zuckerkandl und E. Schwalbe dargethan. Sie zeigten nämlich, dass die *A. brachialis profunda* ganz normal vorhanden und durch ihre typische Lage zum *N. medianus* zu erkennen war. Der einzige

Unterschied von der Norm bestand darin, dass die *A. ulnaris* durch eine mächtig entwickelte *A. plicae cubiti* ersetzt war und diese sowohl wie die *A. radialis* durch die Vermittelung des „Kollateralastes“ (Zuckerkanal) und der *A. brachialis superficialis* (E. Schwalbe) höher aus der gewöhnlichen *A. brachialis* entsprang. Mit dieser Deutung stimmt auch mein Fall vollständig. Etwas über der Mitte des Oberarmes teilt sich die bisher normal verlaufende *A. brachialis* in zwei Äste, von denen einer hinter dem *N. medianus* verläuft, dann in der Ellenbeuge sich lateral um den *N. medianus* lagert und also ganz wie eine *A. brachialis profunda* sich verhält. In der Tiefe der *Fossa cubiti* verschwindet das Gefäß unter dem *M. pronator teres*, giebt die *A. recurrens ulnaris* ab und teilt sich nach kurzem Verlaufe in die *Aa. interosseae*. Der oberflächliche Teilstück windet sich als *A. brachialis superficialis inf.* um den *N. medianus*, verläuft dann vor diesem bis zur Ellenbeuge, wo er sich in zwei Gefäße teilt, von denen das eine sich wie eine typische *A. radialis* und das zweite wie eine *A. antibrachii superfic.* mit Fortsetzung in die *A. ulnaris* verhält.

III. Gruppe.

Die Varietäten der Unterarmarterien.

Einige abweichende Formen der Unterarmarterien sind schon im vorhergehenden vielfach ausführlich zur Sprache gekommen. Es waren, wenn es sich um zwei Oberarmarterien handelte, die, welche sich im Gebiete des Unterarmes fortsetzten. Die oberflächliche *A. brachialis* setzte sich in die *A. radialis* oder *antibrachii superficialis* oder in beide zusammen fort. In dieser Gruppe wird von den Variationen die Rede sein, welche die Unterarmarterien als solche, d. h. innerhalb des Unterarmgebietes, bilden.

Die *A. radialis*. Am wenigsten scheint das Unterarmstück der *A. radialis* zu variieren. Es ist inzwischen hervor-

zuheben, dass das Präparat Nr. 99 eine Inselbildung im Gebiete der *A. radialis* zeigt. Diese Arterie giebt nämlich einen feinen Ast ab, der mehr oberflächlich parallel mit dem Hauptstamm verläuft und dann wieder in diesen hinein mündet. — Das Präparat Nr. 139 zeigt einen kleinen Unterschied von der gewöhnlichen Anordnung hinsichtlich des Ursprunges der *A. radialis*, indem die *A. radialis* über der *Plica cubiti* zusammen mit einer *A. antibrachii superficialis* entspringt. Im Falle Nr. 15 verläuft die *A. radialis* im oberen Teil ihres Unterarmstückes etwas verschieden, indem sie nicht in der Radialrinne gelagert ist, sondern mehr ulnarwärts auf dem *M. flexor carpi radialis* verläuft. Die Verbindungen der *A. radialis* mit der *A. mediana* und die dadurch bedingten Veränderungen der ersteren werden unten im Zusammenhang mit der Besprechung der *A. mediana* besprochen.

Die *Arteria ulnaris*. Die wichtigste Variation im Gebiete der *A. ulnaris* besteht in dem Wegfalle des grössten Teiles ihres Unterarmabschnittes, der dann von der oberflächlich verlaufenden *A. antibrachii* übernommen wird. Die Lage und die sonstigen Verhältnisse dieses Gefässes sind bereits oben (S. 462) im Zusammenhang mit dem Schicksale der *A. brachialis superficialis* in den Fällen von zwei Aa. brachiales genügend besprochen. Hier ist nur hinzuzufügen, dass eine *A. antibrachii superficialis* auch in den Fällen vorkommen kann, wo die *A. brachialis superficialis* sich allein in die Unterarmarterien fortsetzt und also in der Ellenbeuge die normale Lage zum *N. medianus* — lateral von ihm — eingenommen hat. So in den Fällen Nr. 116, 139, 171, 186, 197. An dem oberen Rande des *Lacertus fibrosus* (ein paar Mm. über dem Ursprung der *A. radialis*) entspringt eine typische *A. brachialis superficialis*, die sich als eine *A. ulnaris* nach unten fortsetzt. Die gewöhnliche *A. ulnaris* fehlt im oberen Teil. Die Gesamtzahl der in unserer Sammlung vorhandenen *A. antibrachii superficialis* beträgt also 17 Fälle.

Schon von Gruber (10) ist das variante Vorkommen einer *A. mediana* oder *ulnaris superficialis* auf ein kleines, in der Ellenbogengegend normal und konstant vorkommendes Gefäß, *A. plicae cubiti* zurückgeführt. Meine Sammlung enthält auch einige Präparate, welche die Zusammengehörigkeit dieser Gefäße auf das deutlichste zeigen und, wie mir scheint, von grossem Interesse sind.

Im Falle Nr. 91 (Taf. XXI/XXII, Fig. 6) entspringt an der *Plica cubiti* unter dem *Lacertus fibrosus*, 2 mm über dem Ursprung der *A. radialis*, eine kleine Arterie, die erst unter dem *Lacertus fibrosus* und der Unterarmfascie, dann subkutan schräg ulnarwärts über die *M. pronator teres*, *flexor carpi radialis*, *palmaris longus* und *flexor dig. comm.*, dann gerade nach unten auf der Grenze zwischen dem *M. flexor dig. comm.* und *flexor carpi ulnaris* verläuft, um etwas über dem unteren ersten Drittel des Unterarmes zwischen den genannten Muskeln sich in die Tiefe zu senken und in die *A. ulnaris* einzumünden. Aus diesem Grunde wird die aus dem *Epicondylus medialis* entspringende Flexorenmasse von einem Gefäßringe umfasst, dessen oberflächlicher Teil von der genannten Arterie gebildet wird und sehr dünn ist, während der tiefere Teil von dem distalen Teil der *A. brachialis* und *A. ulnaris* gebildet, sehr kräftig entwickelt ist.

Von noch grösserem Interesse ist der Fall Nr. 87 (Taf. XXI/XXII, Fig. 4). Es handelt sich hier um eine *A. brachialis superficialis inf.*, die bald über der Mitte des Oberarmes entsteht, dann schräg über die vordere Seite des *N. medianus* von der medialen nach der lateralen Seite verläuft und in den knieförmig gebogenen Ursprungsteil der *A. radialis* einmündet. In der Ellenbeuge entspringen von der *A. brachialis superficialis* zwei dünne Äste: einer über, der andere unter dem *Lacertus fibrosus*. Jener verläuft ulnarwärts und anastomosiert mit der *A. coll. uln. inf.* von der *A. brachialis profunda*. Dieser geht schräg nach unten und ulnarwärts mit gewundenem Verlaufe über die Flexoren-

masse und mündet schliesslich an der Grenze gegen das untere Drittel des Unterarmes in die *A. ulnaris* hinein.

In beiden diesen Fällen haben wir also eigentlich eine doppelte *A. ulnaris* vor uns. Solche Fälle sind von Gruber (11) und Hyrtl (18) als grosse Raritäten beschrieben.

Gruber beschreibt zwei Fälle von doppelter *A. ulnaris*. Im ersten Falle handelte es sich um eine *A. ulnaris superficialis*, welche aus der *A. axillaris* entsprang, auf bekannte Weise verlief und einen Querfinger breit über dem *Os pisiforme* den *R. dorsalis* abgab. Die *A. ulnaris propria* entsprang auf gewöhnliche Weise aus der *A. ulnaris communis* (= dem Ellenbogenabschnitte der *A. brachialis* nach der neueren Terminologie) und begleitete den *N. ulnaris* abwärts und mündete über dem Handgelenk in den *Ramus dorsalis* der *Ulnaris superficialis* unter rechtem Winkel ein. Im zweiten Falle anastomosierte die *A. ulnaris propria* mit dem *Ramus volaris* der *A. ulnaris superficialis*.

Hyrtls Fall zeigte eine aus der *A. axillaris* entstandene *Ulnaris superficialis*, die hoch oben am Unterarme und zwar etwas mehr als eine Handbreite unter dem Ellenbogengelenk mit der tiefen *A. ulnaris* anastomosierte.

Meine Fälle unterscheiden sich in den Details von den drei jetzt referierten. Prinzipiell handelte es sich aber um ganz dasselbe, nämlich um eine *A. plicae cubiti* oder nach meiner Terminologie eine *A. antibrachii superficialis*, welche in die *A. ulnaris* einmündet. In Grubers und Hyrtls Fällen wird der Ursprung dieser Arterie vermittelt einer *A. brachialis superficialis* zur *A. axillaris* verlegt. Auch in meinem einen Falle entspringt die *A. plicae cubiti* aus der *A. brachialis superfic.*, während diese in meinem zweiten Falle fehlt.

Wenn wir die Arterienverzweigung, welche der Fall 87 zeigt, mit derjenigen des Falles 153, welche eine doppelte *Mediana*

zeigt, kombinieren, so erhält man ein Schema, aus dem viele Arterienvarietäten hergeleitet werden können. Dies Schema findet man in der Textfigur 12 wiedergegeben, welche nach den beiden Präparaten gezeichnet ist. Was bei dieser Arterienanordnung besonders die Aufmerksamkeit fesselt, ist der Umstand, dass zu den Verteilungsgebieten der grossen Arterien doppelte Strombahnen führen. Im Gebiete des Unterarmes ist der Zufluss zu dem Ulnarisgebiete doppelt, zu dem Medianagebiete ebenfalls. Im Gebiete des Oberarmes finden sich auch zwei Hauptströme, die zu dem Ausgangspunkte der Unterarmbahnen führen. Es ist deutlich, dass der Wegfall eines Teiles dieser Bahnen und einer successiven Vergrösserung der anderen zu verschiedenen Anordnungen führen muss, welche auch im vorhergehenden als besondere Varietätenformen beschrieben sind. Also zielen die Varietätenformen auf eine gemeinsame bogenförmige oder netzartige Grundform, aus der die verschiedenen Formen besonders durch Wegfallserscheinungen entstanden sind.

Fig. 12.

Die *Arteria mediana*. Die *A. mediana* oder *mediana profunda* nach der Terminologie von Gruber ist in meiner Sammlung sehr reichlich vertreten. Es finden sich alle Übergänge von stattlich entwickelten Arterien, die bis in die *Vola manus* reichen und an der Bildung der Digitalarterien teilnehmen, und kleine Gefässe, die längs dem oberen oder unteren Teil des *N. medianus* verlaufen und sich als Nerven- oder Muskeläste verhalten. In voll entwickeltem Zustande handelt es sich um eine Arterie, die in der Tiefe des oberen Teiles des Unterarmes aus der Endverzweigung der *A. brachialis* entsteht. Der Ursprung variiert in gewissen Grenzen. Das gewöhnlichste Verhalten scheint das zu sein, dass die *A. brachialis*, nachdem sie von dem *N. medianus* durch den tiefen *Pronator*-Ursprung getrennt ist, sich in zwei Stämme: die *A. ulnaris* und die sehr kurze *A. interossea communis* teilt. Ventral an der Teilungsstelle entspringt die *A. mediana*. Der kurze gemeinsame Stamm der *A. interossea* fehlt oft, und dann zerfällt die *A. brachialis* auf einem Punkt in vier Äste: die *A. mediana*, *ulnaris*, *interossea ant.* und *post.* In anderen Fällen kann der Ursprung der *A. mediana* von der genannten Stelle innerhalb des Bereiches eines von den grossen Gefässen verschoben werden.

Die *A. mediana* kann also als Ast der *A. brachialis* vor der Teilung in *Interossea comm.* und *ulnaris* entstehen, oder sie kann als Ast der *A. ulnaris* oder *A. interossea ant.* entspringen. Der allgemeine Verlauf der *A. mediana* ist dann so, dass sie erst hinter dem *N. medianus*, dann in unmittelbarer Nähe von demselben nach unten in die *Vola manus* verläuft. Ein näheres Studium der Topographie der *Mediana* lässt jedoch einige Punkte entdecken, die nicht ohne Interesse sind. Konstant ist die Lage, dass die *Mediana* im unteren Teil des Unterarmes und im *Canalis carpi* vor dem *N. medianus* gelegen ist. Die

Stelle, wo das Gefäß diese Lage annimmt, wechselt doch ziemlich viel: dies kann schon hoch oben im Unterarme, aber auch erst im unteren Teil stattfinden. Wichtiger ist es aber, dass die Arterie, um diese Lage zu erhalten, drei verschiedene Wege benutzen kann. In den meisten Fällen in meiner Sammlung perforiert das Gefäß den Nerven, um auf die vordere Seite zu kommen. Dies kann in verschiedener Höhe geschehen und entweder so zugehen, dass die Arterie mitten durch den Nerven verläuft oder näher dem radialen resp. ulnaren Rande. In vielen Fällen verläuft die Arterie im proximalen Teil ihres Verlaufes radialwärts von dem Nerven; in zwei Fällen, wo sie als ein gut entwickeltes Gefäß bis in den *Canalis carpi* resp. in die *Vola manus* zu verfolgen ist, läuft sie erst ulnarwärts von dem Nerven, bevor sie ihre Lage auf der vorderen Seite einnimmt.

Dass die *A. mediana* in verschiedenen Fällen sich verschieden zum *N. medianus* lagert, d. h. entweder perforiert oder radialwärts verläuft, wird von den älteren Autoren (*Cloquet*, *Gruber* u. a.) erwähnt. Um so befremdlicher ist es dann, dass die neueren Arbeiten, die sich mit der Morphologie der Arterie beschäftigen, diesen Umstand nicht berücksichtigen. So definiert *E. Schwalbe* die *A. mediana* als „die Arterie des Unterarmes, welche nach Abgang der *A. ulnaris* bzw. der *Interossea* ihren Weg mit dem *N. medianus* zwischen den *Mm. dig. sublimis* und *flexor dig. profundus* nimmt. Sehr konstant werden von der *Arteria mediana* Muskeläste zum *Flexor dig. subl.* abgegeben“. In der ganzen der *A. mediana* gewidmeten Abhandlung findet man keine nähere Angabe über die Lage der Arterie zum *N. medianus*. Bei *Zuckerkandl* findet man bestimmtere Angaben. „Die Lagebeziehung des *Nervus medianus* zur *Arteria mediana* ist bei allen Tieren und auch beim Menschen die gleiche“ (S. 68). Und auf Seite 55 heisst es eingehender über diese Lage: „Bei guter Entwicklung der *Arteria mediana* liegt ihr Anfangsstück an der radialen, das distale Stück an der volaren Seite des

Nervus medianus, ein Verhalten, dem wir bei der Mediana der Tiere wiederholt begegnet sind“.

Mit dieser Angabe des geehrten Wiener Anatomen befinden sich meine oben stehenden Mitteilungen über die A. mediana bei menschlichen Föten in einem gewissen Widerspruch, was natürlich gemacht hat, dass ich meine Aufmerksamkeit ganz besonders auf diesen Gegenstand gerichtet habe. Auch bei der am bedeutendsten entwickelten A. mediana finde ich die Lage wechselnd, indem die Arterie häufiger durch den Nerven als radialwärts in ihrem proximalen Teil verläuft und auch in zwei Fällen ulnarwärts von dem Nerven liegt, bevor sie sich in ihrem distalen Teil vor den Nerven lagert. Dieser Unterschied scheint vielleicht auf den ersten Anblick ziemlich geringfügig zu sein, und dies ist ohne Zweifel die Ursache, warum so bewährte Untersucher wie Zuckerkandl und E. Schwalbe diesen Umstand übersehen haben. Wenn man aber diese verschiedene Lage näher erwägt, dann findet man, dass es sich vom Gesichtspunkte einer strengen Homologie dieses Teiles des Gefässes betrachtet, nicht um dieselben Gefässe handeln kann, denn es ist unmöglich zu erklären, wie eine radialwärts und dann nach vorn vor dem N. medianus verlaufende Arterie durch Wachstumsverschiebung ihren Platz ulnarwärts wechseln kann. Natürlich liegt hier ein gleich grosser Unterschied vor, wie in den Fällen von den verschiedenen Formen von A. brachialis.

In 26 Fällen, nämlich Nr: 1, 3, 31, 39, 51, 52, 53, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 81, 87, 93, 95, 100, 107, 115, 116, 125, 140, 153, 154 und 160, also in 13% verläuft die A. mediana in die Handplatte hinein und nimmt an der Blutversorgung der Finger teil. Gewöhnlich gestaltet sich das Verhältnis so, dass sie nach einer sehr schwachen Anastomose mit der A. ulnaris sich in zwei Arterien — Aa. digitales volares I und II — spaltet, welche in die zwei ersten Fingerinterstitien verlaufen, und von denen jede in zwei Äste zerfällt, die sich weiter nach den Fingern fort-

setzen. Inzwischen läuft sie nur in die *A. digitalis volaris* I aus. In anderen Fällen läuft sie bogenförmig mit der *A. ulnaris* zusammen, und aus dem so gebildeten Bogen entspringen die *Aa. digitales volares communes*. In ein paar Fällen kann sie neben dieser starken Verbindung mit der *A. ulnaris* auch eine schwache solche mit dem *Ramus volaris* der *A. radialis* zeigen.

In vielen Fällen endigt die *A. mediana* im *Canalis carpi*. In den allermeisten von den übrigen Präparaten in meiner Sammlung findet sich an dem Platz der *A. mediana* ein Gefäß, das längs dem *N. medianus* zieht und Äste an den *M. flexor digitorum* abgibt und bis zur Mitte des Unterarmes reicht. Nur in sehr wenigen Fällen ist das Gefäß so schwach, dass es von den gewöhnlichen Muskelästen nicht zu unterscheiden ist.

Durch Zuckerkandls und E. Schwalbes Untersuchungen wissen wir, dass die *A. mediana* und *radialis* in sehr naher Beziehung zu einander stehen, indem sie durch Anastomosen miteinander verbunden werden und dann teilweise verschwinden können, wobei das andere Gefäß vikariierend eintritt. Auch in meiner Sammlung finden sich einige schöne Beispiele für dies Verhältnis.

Die nahe Beziehung zwischen den Stromgebieten der *A. radialis* und *mediana* kennzeichnet sich durch verschiedene Anordnungen. Es kann eine gut entwickelte *A. mediana* vorhanden sein, die durch Anastomosen mit der *A. radialis* verbunden ist. Die Fälle Nr. 2, 51, 52, 53, 61, 79, 130, 144, 159 in unserer Sammlung belehren uns, in welcher Weise diese Anastomosen auftreten (Fig. 1—7, Taf. XXIII/XXIV). Es giebt Verbindungsäste im oberen, mittleren und unteren Teile des Unterarmes. Sehr konstant in seinem Verlaufe und seiner Lage ist ein oberer Verbindungsast, der schräg von oben und von der *Mediana* nach unten und radialwärts bedeckt von dem *M. pronator teres* zur Einmündung in die *A. radialis* verläuft (Taf. XXIII/XXIV, Fig. 2 u. 3). Auch die queren Verbindungsäste über dem *Carpus* zeichnen

sich durch eine gewisse Regelmässigkeit aus (Fig. 1 und 6, Taf. XXIII/XXIV). Noch interessanter sind die Fälle, in denen ein Teil von den grossen Strombahnen, welche die *A. mediana* und *radialis* repräsentieren, wegfällt und die Anastomose eine noch wichtigere Aufgabe, als nur eine Verbindung, darstellt, in dem sie die vikariierende Strombahn wird, welche eben die wegfallende Bahn ersetzt.

Der Fall Nr. 97 (Fig. 7, Taf. XXIII/XXIV) liefert also ein Beispiel, wie der Strom der *A. radialis* im Bette der *Mediana* übergeleitet werden kann. Es handelt sich um eine *A. radialis*, die vermittelt einer *A. brachialis superficialis* aus der *A. axillaris* entspringt. Im oberen Teil des Unterarmes läuft sie auf gewöhnliche Weise in der Radialrinne, in der Mitte des Unterarmes gerade distalwärts vom *N. pronator teres* zieht das Gefäss in zwischen ulnarwärts unter dem *M. flexor carpi radialis* und nimmt an der vorderen Seite des *N. medianus* Platz und läuft so bis zur Einmündung in den oberflächlichen Handbogen. Ein paar Millimeter über dem *Carpus* entspringt ein ziemlich kräftiger Ast, der sich dorsalwärts windet, um im ersten Interstitium den gewöhnlichen Platz des distalen Teiles der *A. radialis* einzunehmen. Auf den ersten Anblick wirkt dies Verhalten der Unterarmgefässe vielleicht etwas eigentümlich. Kennt man aber eine gewisse Menge Fälle der *A. mediana* im allgemeinen, so lässt auch dieser Fall sich gut mit den übrigen in Einklang bringen. Wenn wir von dem oft vorkommenden Fall ausgehen, wo die *A. mediana* gut ausgebildet ist, bis zum Handbogen reicht und mit der normal ausgebildeten *A. radialis* auf zwei Stellen anastomosiert, nämlich teils in der Mitte des Unterarmes, teils über dem *Carpus*; und wenn wir weiter denken, dass das proximale Stück der *A. mediana*, das über der ersten Anastomose gelegen ist, und das Stück der *A. radialis* zwischen den beiden Anastomosen wegfallen, so bekommen wir gerade die beschriebene Varietäten-Form.

Nr. 177 (Fig. 5, Taf. XXIII/XXIV) ist auch in Bezug auf das Verhalten zwischen der A. radialis und mediana lehrreich. Die A. mediana ist ein schwaches Gefäss, das sich ziemlich bald in Muskel- und Nervenäste auflöst. Im unteren Teil des Unterarmes, 8 mm über dem Handgelenk geht von der A. radialis unter beinahe rechtem Winkel ein kräftiger Ast ab, welcher zum N. medianus verläuft und dann diesem bis in die Vola manus folgt, wo er den oberflächlichen Handbogen schliesst. — Hier ist also der proximale Teil der A. mediana zum grössten Teile weggefallen. Die untere Anastomose nimmt dann überhand und führt einen Teil des Blutes von der A. radialis in das Handgebiet der A. mediana über.

In Nr. 77 zieht eine kräftige A. mediana auf die typische Weise bis zur Mitte des Unterarmes. Hier mündet sie durch eine quergehende Anastomose von grobem Kaliber in die A. radialis. In diesem Falle ist also der distale Teil der A. mediana reduziert. Eine mittlere Anastomose leitet ihren Strom in die Bahn der A. radialis.

Eine noch weitere Reduktion im Gebiete der A. mediana charakterisiert die übrigen Fälle, welche in unserer Sammlung zu dieser Gruppe gehören. Die A. mediana ist grösstenteils verschwunden. Nur die quergehenden Anastomosen, die aus der A. radialis entspringen und zum N. medianus sich begeben, geben noch Kunde von den ursprünglichen Verbindungen. So ist im Falle Nr. 22, wo die A. mediana nur einen kleinen Muskel- und Nervenast darstellt, die obere schräge Anastomose noch vorhanden. Nr. 165 in der Mitte, Nr. 91, 184, und 197 im unteren Teil des Unterarmes zeigen solche Äste, die aus der A. radialis entspringen und mit queren Verlaufe zum N. medianus sich begeben, um längs diesem eine längere oder kürzere Strecke zu verlaufen. Nr. 55 ist auch für die Reduktion der A. mediana von Interesse. Die A. mediana ist als schwaches Gefäss vorhanden, steht aber durch eine obere schräge Anasto-

mose mit der A. radialis in Verbindung. Weiter unten in der Mitte des Unterarmes geht ein feines Gefäß von der A. radialis zum N. medianus, verläuft ein Stück längs diesem, um in dem unteren Teil des Unterarmes wieder in die A. radialis einzumünden.

Auch mit der A. ulnaris verbindet sich die A. mediana. In den Fällen Nr. 2, 130, 160 und 197 sind nämlich die genannten Arterien im unteren Teil des Unterarmes durch quergehende Äste verbunden.

Die A. interossea anterior ist mit der A. ulnaris in den Präparaten Nr. 2, 34, 62 und 98 verbunden. Das letzte Specimen ist von besonderem Interesse, weil die A. ulnaris über der Anastomose von schwachem Kaliber ist, während sie unter der Verbindung zunimmt.

Die jetzt mitgeteilten Untersuchungen über die Arterienverhältnisse bei 200 Extremitäten von menschlichen Föten sind in der Absicht vorgenommen, zu prüfen, ob die üblichen Ansichten über die Entstehung der Varietäten richtig sind oder nicht, d. h. ob der Erklärungsgrund für alle die verschiedenen Varietätenformen gilt oder nicht. Sie sind nicht gemacht, nur um die Kasuistik zu vermehren. In dieser Hinsicht ist kaum zu erwarten, dass man überhaupt noch mehr neue Varietätenformen finden kann, wenn man nämlich bedenkt, dass man Jahrhunderte hindurch solche Fälle gesammelt und beschrieben hat. So sind z. B. die eigentümlichsten Formen in meiner Sammlung sicherlich schon gesehen und beschrieben. Ich erinnere nur an die eigentümlichen Kreuzungen zwischen den Aa. brachiales, welche die Fälle Nr. 5, 76 darstellen. Solche Fälle sind zu finden bei Münz, Handb. d. Anat. d. menschl. Körpers. Bd. II. Landshut 1821. Indes findet man hier keine Berücksichtigung der Nerven, so dass darum die von mir mit-

geteilten Fälle auch vom deskriptiven Gesichtspunkte Interesse beanspruchen können. Die Fälle in meiner Sammlung, wo die *A. brachialis superficialis* sich erst um den *N. ulnaris* windet, bevor sie vor dem *N. medianus* verläuft, habe ich nicht in den neueren Arbeiten, weder bei Ruge noch E. Schwalbe gefunden. Ob sie in der älteren Litteratur beschrieben sind, kann ich nicht sagen, und es wird nicht leicht, dies zu konstatieren, da in diesen älteren Arbeiten das Verhältnis der Arterien zu den Nerven nicht genügend berücksichtigt ist. In dem schönen Werke von Quain (25) findet man solche nicht beschrieben.

Wenn ich meine Sammlung durchsehe, kann ich nicht umhin, zu konstatieren, dass ich unter diesen zweihundert untersuchten Armen doch — um mit Hyrtl zu sprechen — so manche „*rara avis*“ gefunden habe. Ich erinnere z. B. daran, dass ich zweimal eine typische *A. antibrachii superficialis* mit Fortsetzung in die *A. mediana*, zweimal eine doppelte *A. ulnaris* der Autoren gefunden habe, Varietätenformen, die von Gruber und Hyrtl zu den grössten Seltenheiten gerechnet worden sind. Dies hängt natürlich mit der grossen Prozentzahl von Varietäten zusammen, die meine Sammlung im allgemeinen aufweist, und wir kommen damit zu der Frage, wie meine Resultate sich in dieser Hinsicht zu den statistischen Untersuchungen anderer Forscher verhalten. Ich brauche wohl kaum mitzuteilen, dass die untersuchten Föten natürlich in keiner Weise ausgewählt sind. Sie repräsentieren ein Material, das von den hiesigen Entbindungshäusern der anatomischen Anstalt allmählich überbracht und dann immer sofort injiziert und präpariert worden ist.

Um die numerischen Resultate besser übersehen zu können, habe ich die Fälle hier in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Die Häufigkeit der Varietätenformen wird unten im Zusammenhang mit den Resultaten bei den Erwachsenen besprochen.

Zusammenfassung der Resultate der Untersuchung von den
Armarterien bei 100 menschlichen Föten, also 200 Extremitäten:

	Fälle	%
I. Gruppe.		
Die A. brachialis läuft vor dem N. medianus in die Unterarmarterien fort	32	16
1. A. brachialis superfic. superior	16	8
2. A. brachialis superfic. media	5	2,5
3. A. brachialis superfic. inferior	11	5,5
II. Gruppe.		
Doppelte A. brachialis (= A. brachialis superfic. und A. brachialis profunda, die sich beide in die Unterarmarterien fortsetzen)	44	22
1. A. brachialis superfic. superior	14	7
2. A. brachialis superfic. media	1	0,5
3. A. brachialis superfic. inferior	25	12,5
4. Fälle von A. brachialis superfic., die sich nicht in die drei obengenannten Kategorien einordnen lassen ¹⁾	4	
1. A. brachialis superfic. und profunda vereinigen sich vor dem Abgang der A. radialis zu einem Stamm	1	0,5
2. A. brachialis superfic. setzt sich in die A. radia- lis fort	31	15,5
a) ohne Anastomose	19	
b) mit Anastomose	12	
3. A. brachialis superfic. setzt sich in die A. anti- brachii superficialis fort	11	5,5
a) Diese setzt sich in die A. ulnaris fort . .	8	4
b) „ „ „ „ „ A. mediana fort .	2	1
c) „ „ „ sowohl in die A. ulnaris wie in die A. mediana fort	1	0,5
4. Die Arteria brachialis superficialis setzt sich so- wohl in die A. radialis wie in die A. antibrachii superficialis fort	1	0,5

¹⁾ Die zu dieser Kategorie gerechneten Fälle sind die zwei Präparate, wo die A. brachialis superficialis sich um den N. ulnaris windet (= A. brachialis superficialis ima), + die zwei Fälle, in denen ich die zwei vorhandenen Oberarmarterien als A. brachialis superficialis media und inferior gedeutet habe.

	Fälle	%
III. Gruppe.		
Die Variationen der Unterarmarterien.		
1. Die Gesamtzahl der A. antibrachii superficialis	17	8,5
2. Die A. mediana bis in die Aa. digitales volares	26	13

Anatomische Beschreibung der Gefäße bei 100 oberen Extremitäten von Erwachsenen.

No. 1. Rechter Arm. Normal.

No. 2. Linker Arm. Die A. mediana reicht bis zum unteren Teil des Unterarmes.

No. 3. Rechter Arm. Die A. brachialis teilt sich nach der Abgabe der A. prof. brachii und circumfl. hum. post., die zusammen entspringen und von denen diese hinter der Teres-major-Sehne nach oben zu ihrem Verteilungs-Gebiete zieht, in zwei Äste, von denen einer schräg über die vordere Seite des N. medianus geht und dann in der Radialrinne als A. radialis auf gewöhnliche Weise verläuft. Auch die A. recurrens radialis geht von hier aus. Die hintere Arterie verläuft schräg an der hinteren Seite des N. medianus und setzt sich dann in der Fossa cubiti in den Stamm der A. interossea-ulnaris fort.

No. 4. Linker Arm. Verhält sich ganz wie rechts, nur dass die A. mediana bis in den unteren Teil des Unterarmes reicht.

No. 5. Rechter Arm. Normal.

No. 6. Linker Arm. Eine Medianus-Schlinge wird nicht gebildet. Die betreffenden Nerven laufen alle zu einer Platte zusammen, und diese teilt sich dann in zwei Stämme, von denen der vordere sich in die Nn. musculo-cutaneus, medianus, ulnaris, cutaneus brachii medialis und cutaneus antibrachii medialis fortsetzt, während der hintere in die Nn. radialis und axillaris übergeht. Die A. axillaris liegt erst medialwärts von der genannten Platte. Dann schiebt sie sich zwischen die beiden Nervenstränge und lagert sich so im unteren Teil der Achselhöhle, dass der N. radialis hinter die Arterie, die N. medianus und ulnaris dagegen vorn bzw. medialwärts im Verhältnis zu der Arterie zu liegen kommen. Die Arterien sonst normal.

No. 7. Rechter Arm. Normal.

No. 8. Rechter Arm. Normal.

No. 9. Rechter Arm. Normal.

No. 10. Linker Arm. Normal.

No. 11. Rechter Arm. Normal.

No. 12. Die Medianus-Schlinge ist doppelt vorhanden; die erste liegt in der Mitte der Achselhöhle, die zweite in der oberen Hälfte des Oberarmes. Die A. brachialis passiert die erste auf gewöhnliche Weise, giebt auf der Höhe der Spalte zwischen den Mm. subscapularis und teres major die A. subscapularis, circumflexae ab, die zusammen entspringen, darauf nach einem Verlaufe von 4 cm die A. brach. prof. und nach wieder 1 cm einen Ast, der die A. coll. uln. sup. abgiebt und dann vor dem Septum intermusculare int. nach unten zieht und als A. coll. uln. inf. endigt. Danach folgt ein Ast für den M. biceps brachii, und sodann verläuft die Arterie vor der Medianus-Schlinge und schräg vor dem N. medianus, bis sie in der Ellenbeuge lateralwärts vom Nerven lagert und sich in die Unterarmarterien fortsetzt.

No. 13. Rechter Arm. Die A. mediana ist stark entwickelt, läuft erst hinter, dann radialwärts und endlich vor dem N. medianus und reicht bis in die Hand, wo sie sich bogenförmig mit der A. ulnaris verbindet. In die A. digitalis volaris I, welche aus diesem Bogen entspringt, mündet der Ramus volaris A. radialis. Dazu ist die A. mediana mit „Nebenbogen“ versehen, was, wie mir scheint, nicht ohne Interesse ist. Unter der Mitte des Unterarmes wird ein feiner Ast abgegeben, der längs dem Nerven an dessen hinterer Seite hinzieht und hierbei keine Äste abgiebt, um nach einem Verlaufe von 4 cm wieder in die A. mediana einzumünden. Etwas darunter geht ein anderes dünnes Gefäß beinahe unter rechtem Winkel von der Arterie ab, läuft ein paar Millimeter quer auf der vorderen Seite des Nerven, biegt dann ziemlich scharf nach unten ab und verläuft so vor dem Nerven bis in die Vola manus, wo es in die A. mediana einmündet. Während dieses Verlaufes steht das Gefäß auf zwei Stellen durch quere oder schräge Anastomosen mit der A. mediana in Verbindung.

No. 14. Rechter Arm. Normal.

No. 15. Linker Arm. Die A. mediana reicht bis in die Hand und schliesst mit der A. ulnaris den oberflächlichen Bogen.

No. 16. Linker Arm. Normal.

No. 17. Rechter Arm. Normal.

No. 18. Rechter Arm. Normal.

No. 19. Linker Arm. Normal.

No. 20. Rechter Arm. Normal.

No. 21. Linker Arm. Normal.

No. 22. Rechter Arm. Normal.

No. 23. Linker Arm. Normal.

No. 24. Rechter Arm. Normal.

No. 25. Linker Arm. Normal.

No. 26. Rechter Arm. Normal.

No. 27. Linker Arm. Normal.

No. 28. Rechter Arm. Ungefähr am Rande der Sehne des *M. latissimus dorsi*, nach Abgang der *A. profunda brachii*, windet sich die *A. brachialis* vor dem *N. medianus*. An derselben Stelle geht ein dünneres Gefäß ab, verläuft auf der hinteren Seite des *N. medianus* nach unten, giebt die *A. coll. uln. sup.* ab und endigt als Muskelast im *M. brach. int.* im unteren Teil des Oberarmes. Die *A. brachialis* läuft, wie schon gesagt, vor dem *N. medianus* hin und giebt auf der gewöhnlichen Stelle eine *A. coll. uln. inf.* ab, die hinter dem *N. medianus* verläuft. Am oberen Rande des *Lacertus fibrosus* entspringt eine kräftige Arterie, die oberflächlich über dem *M. pronator teres*, *flexor c. r.* und dann längs dem radialen Rande des *M. palmaris longus* auf dem *M. flexor dig. comm.* in der Mitte der vorderen Fläche des Unterarmes gerade nach unten zieht. Im unteren Teil des Unterarmes, 4 cm über dem oberen Rande des *Lig. carpi transversum*, weicht das Gefäß ulnarwärts ab, verläuft über den *M. palmaris longus* und die ulnaren Sehnen des *M. flex. dig. comm.*, und nimmt in der Höhe des *Os pisiforme* die gewöhnliche Lage der *A. ulnaris* ein. Da, wo sie ulnarwärts abweicht, giebt sie in direkter Fortsetzung einen feinen Ast ab, der längs dem *N. medianus* zieht, um über dem Carpus zu endigen. Die *A. ulnaris superficialis* setzt sich bis in die Hand hinein und bildet dort den oberflächlichen Bogen. Nach dem Abgange der *A. ulnaris superfic.* zieht die *A. brachialis* wie gewöhnlich weiter, giebt nach einem Verlaufe von 2 cm eine typische *A. radialis* ab und auf ihren gewöhnlichen Stellen die *A. recurrens ulnaris* wie die *A. mediana*, die zum unteren $\frac{1}{4}$ Teil des Unterarmes reicht, und setzt sich dann in die übrigen Unterarmarterien fort.

Nr. 29. Linker Arm. Es findet sich in der Achselhöhle eine doppelte Medianus-Schlinge vor. Die *A. axillaris* läuft wie gewöhnlich hinter der oberen, an der unteren teilt sie sich in zwei Äste von ungleichem Kaliber: das dünnere Gefäß läuft vor der Schlinge hin und geht vor dem *N. medianus* bis zur *Plica cubiti*, hier verläuft sie weiter als eine typische *A. antibrachii superficialis*, die sich als *A. ulnaris* in die Hand fortsetzt. Die tiefe *A. brachialis* zieht hinter dem *N. medianus* und giebt die *A. coll. uln. sup. et inf.* ab. Die *A. profunda brachii* ist schon oben im Zusammenhang mit der *A. circumfl. hum. post.* aus der *A. axillaris* entstanden und läuft hinter der *Teres-major*-Sehne zu ihrem Verteilungsgebiete. In der *Fossa cubiti* liegt die *A. brachialis lateral* vom *N. medianus* und giebt die *A. radialis*, *recurrens ulnaris* und eine sehr schwache *A. mediana* ab und setzt dann als *A. interossea* fort.

No. 30. Rechter Arm. Die *A. brachialis* teilt sich in der Mitte des Oberarmes in zwei Äste, von denen der eine schräg medialwärts und vor dem *N. medianus* sich windet, in die *A. radialis* sich fortsetzt

und eine *A. recurrens rad.* abgibt, der hintere giebt die *A. coll. uln. sup. et inf.* ab und geht in die Unterarmarterien fort. Die *A. mediana* verläuft zum unteren Teil des Unterarmes.

No. 31. Linker Arm. Erst im unteren Teil des Oberarmes nach üblichem Abgang der oberen Armarterien windet sich die *A. brachialis* vor den *N. medianus* und setzt sich in die Unterarmarterien fort. An der Windungsstelle entspringt eine *A. coll. uln. inf.* und zieht nach unten. Die *A. mediana* reicht zum unteren Teil des Unterarmes.

No. 32. In der Mitte der Achselhöhle liegt die erste Medianus-Schlinge. Durch sie läuft die *A. axillaris* und giebt die *A. subscapularis*, *Aa. circumflexae* und eine *A. prof. brachii* ab, die hinter der Teres-Sehne verläuft. Im oberen Teil des Oberarmes findet sich eine zweite, typische Medianus-Schlinge. Hier teilt sich die *A. brachialis* in zwei Äste: einer verläuft vor der Schlinge und dem Nerven und geht in die *A. radialis* über, der hintere verbleibt hinter dem *N. medianus*, giebt die *A. prof. brachii inf., coll. uln. sup. et inf.* ab und setzt sich in die *Interossea* und *Ulnaris* fort. In der Tiefe der *Fossa cubiti* sind die zwei Arterien durch eine von der oberflächlichen Arterie schräg nach unten hinten ziehende Anastomose, die 1 cm unter der *A. recurrens rad.* entspringt, miteinander verbunden, die in der Tiefe nur 1 cm über der Teilung in die *Ulnaris* und *Interossea* einmündet.

No. 33. Linker Arm. Die *A. axillaris* geht auf gewöhnliche Weise hinter der Medianus-Schlinge. Nach dem Abgange der *A. profunda brachii* teilt sich die *A. brachialis* im oberen Teil des Oberarmes in zwei Arterien, von denen eine medialwärts verläuft und sich in die *A. radialis* fortsetzt. Die andere giebt die *A. coll. uln. sup.* und eine doppelte *A. coll. uln. inf.* ab und setzt sich dann weiter in die *Fossa cubiti* fort und teilt sich in der Tiefe in die *A. interossea* und *ulnaris*. Die beiden *Arteriae brachiales* sind in der *Fossa cubiti* durch eine S-förmig gebogene Anastomose miteinander verbunden, die nur 1 cm von der Teilung der tieferen in die *A. interossea* und *ulnaris* entspringt. Aus dieser Anastomose entspringen die Äste der *A. recurrens rad.* sowohl nach oben wie nach unten.

No. 34. Rechter Arm. Gerade an der Stelle, wo die *A. brachialis inf.* sich um den *N. medianus* windet, geht ein Ast quer über den *N. medianus* direkt in den *M. biceps* hinein.

No. 35. Linker Arm. Normal.

No. 36. Rechter Arm. In der Mitte des Oberarmes, 5 cm unter dem Abgange der *A. coll. uln. sup.* windet sich die *A. brachialis* vor den *N. medianus* und setzt sich in die Unterarmarterien fort. Hinter dem *N. medianus* verläuft eine vertikale *A. collateralis uln. inf.* — 2 cm vom Ursprunge der *A. radialis* zweigt sich ein feiner Ast ab, folgt erst dem Unterarmteil des *N. musculo-cutaneus* und zieht dann dorsalwärts über der Sehne des *M. brachioradialis* zum *R. superficialis*. *N. radialis*, folgt diesen dann und mündet in der *Foveola radialis* in die *A. radialis* hinein.

No. 37. Linker Arm. Im oberen Teil des Oberarmes, 2,5 cm unter dem Abgange des gemeinsamen Stammes für die A. profunda brachii und coll. uln. sup., windet sich die A. brachialis vor dem N. medianus und geht weiter in die Unterarmarterien fort. Hinter dem N. medianus verläuft eine feine Arterie, welche die A. coll. uln. inf. abgibt und in der Fossa cubiti endigt.

No. 38. Rechter Arm. Nach dem Abgange der Aa. prof. br. und coll. uln. sup. teilt sich die A. brachialis über der Mitte des Oberarmes in zwei Äste, von denen einer vor dem N. medianus verläuft und in die A. radialis, die auf gewöhnliche Weise entspringt, inoskuliert. 2 cm über der Verbindung mit der A. radialis geht die A. recurrens radialis von der A. brach. superfic. ab.

No. 39. Linker Arm. Die A. brachialis, die auf gewöhnliche Weise verläuft, giebt im oberen Teile des Oberarmes zwischen den A. prof. brachii und coll. uln. sup. einen Ast ab, der sich um den N. medianus windet und in die A. radialis einmündet. Diese, die auf gewöhnliche Weise aus der tiefen A. brachialis entspringt, ist S-förmig gebogen und von größerem Kaliber als die A. brachialis superfic. Aus dem S-förmigen Teil der A. radialis entspringt die A. recurrens radialis. Eine starke A. subtendinea geht unter der Biceps-Sehne und teilt sich in auf- und absteigende Äste für die radiale Muskelgruppe, ohne mit den Ästen der A. recurrens radialis zu anastomosieren.

No. 40. Linker Arm. Normal.

No. 41. Rechter Arm. Normal.

No. 42. Rechter Arm. Normal.

No. 43. Linker Arm. Die A. radialis von normalem Verlaufe ist im unteren Teil des Unterarmes durch eine feine, gewundene, auf den Flexorenmuskeln belegene Anastomose 5,5 cm über dem oberen Rande des Lig. carpi volare mit der A. ulnaris verbunden. Die A. mediana verläuft zur Mitte des Unterarmes. Im unteren Teil des Unterarmes geht ein feiner Ast zum N. medianus von der A. ulnaris und teilt sich in einen auf- und einen absteigenden Ast längs dem Nerven.

No. 44. Linker Arm. Die A. axillaris und der obere Teil der A. brachialis verhält sich normal. Nur ist zu bemerken, dass zwei A. circumfl. hum. vorhanden sind: eine kleine obere auf der gewöhnlichen Stelle und eine grosse untere, die gemeinsam mit der A. prof. brachii entspringt und dann hinter der M. teres-major-Sehne nach oben verläuft. Fast über der Mitte des Oberarmes entspringt aus der A. brachialis ein Ast, welcher vor dem N. medianus verläuft und sich in die A. radialis fortsetzt. Hinter dem N. medianus setzt sich wie gewöhnlich die A. brachialis fort und teilt sich schliesslich in die A. interossea und ulnaris. Die A. mediana ist auch vorhanden und reicht zum unteren $\frac{1}{3}$ des Unterarmes.

No. 45. Rechter Arm. Normal.

No. 46. Linker Arm. Normal.

No. 47. Rechter Arm. Normal.

No. 48. Linker Arm. Normal.

No. 49. Rechter Arm. In der Mitte des Oberarmes nach dem Abgange der *A. coll. uln. sup.* kreuzt die *A. brachialis* auf der vorderen Seite den *N. medianus* und geht in die Unterarmarterien über. Hinter dem *N. medianus* bleibt ein ziemlich kräftiges Gefäß, das an der Windungsstelle entspringt, einige Muskeläste abgiebt und dann als *A. coll. uln. inf. endigt*.

No. 50. Linker Arm. Normal.

No. 51. Rechter Arm. Normal.

No. 52. Rechter Arm. Normal.

No. 53. Linker Arm. Normal.

No. 54. Rechter Arm. Nach dem Abgange der *A. profunda brachii* teilt sich die *A. brachialis* in zwei Äste, von denen einer sich vor den *N. medianus* windet und in die Unterarmarterien fortsetzt, die andere von dünnerem Kaliber bleibt hinter dem *N. medianus*, giebt eine *A. coll. uln. sup.*, dann im unteren Teil des Oberarmes Muskeläste ab und endigt als feines Gefäß in der *Fossa cubiti*.

No. 55. Linker Arm. Die *A. axillaris* geht unter dem ganzen Plexus brachialis hin, welcher sich wie im Falle No. 6 verhält.

No. 56. Rechter Arm. Normal.

No. 57. Linker Arm. Normal.

No. 58. Rechter Arm. Nicht injiziert. Die *A. brachialis* windet sich im oberen Teil des Oberarmes vor den *N. medianus* und läuft dann lateralwärts in die Unterarmarterien fort. An der Stelle der veränderten Richtung läuft ein feines Gefäß, das erst gerade nach unten hinter den *N. medianus*, dann schräg ulnarwärts zieht und in die *A. coll. uln. inf.* übergeht.

No. 59. Linker Arm, von demselben Individuum herstammend, zeigt ganz ähnliche Arterienverhältnisse.

No. 60. Rechter Arm. Die *A. mediana* von feinem Kaliber durchbohrt den *N. medianus* und setzt sich dann bis in den oberflächlichen Hohlhandbogen fort.

No. 61. Linker Arm. Normal.

No. 62. Rechter Arm. Normal.

No. 63. Linker Arm. Normal.

No. 64. Linker Arm. Die *A. axillaris* teilt sich an der Medianus-Schlinge in zwei Äste, von denen einer seinen Weg vor dem *N. medianus* nimmt und in die Unterarmarterien fortgeht, während der hintere hinter dem *N. medianus* verläuft und die *A. subscapularis*, *circumflexae hum.*, *prof. hum.* und *coll. uln. sup.* abgiebt.

No. 65. Rechter Arm. Die *A. mediana* reicht zum Carpus.

No. 66. Rechter Arm. Normal.

No. 67. Linker Arm. Normal.

No. 68. Rechter Arm (s. Textfigur 13). Die A. brachialis, normal in Verlauf und Verteilung, giebt gerade an der Teilungsstelle für die A. interossea und ulnaris eine kräftige A. mediana ab, welche einige kräftige Muskeläste für den M. flex. dig. subt. abgiebt und dann 5 cm von ihrem Ursprung sich in zwei Äste teilt, die parallel hinter dem N. medianus verlaufen. Der radiale Ast windet sich im unteren Teil des Unterarmes vor den N. medianus und endigt auf diesem im unteren Teil des Unterarmes. Von dem ulnaren Aste geht eine feine Arterie ab, welche den N. medianus durchbohrt, dann auf dessen vorderer Seite verläuft und bis in den unteren Teil des Unterarmes geht, wo sie sich in zwei Äste teilt: ein lateraler zieht unter den Sehnen des M. flex. dig. subl. hin und anastomosiert mit der A. radialis, und ein medialer, der eine Insel bildet und dann in die A. ulnaris einmündet. Von der Queranastomose mit der A. radialis geht ein Ast aufwärts hinter den N. medianus und senkt sich dann zwischen dem M. flexor dig. prof. und M. flexor poll. longus in die Tiefe, um an der Vorderseite des M. pronator quadratus die A. interossea zu erreichen. Während dieses Verlaufes anastomosiert er zweimal mit dem ulnaren Ast der A. mediana, welcher nach dem Abgange des perforierenden, oben beschriebenen Astes hinter dem N. medianus verbleibt und durch die oben genannten Anastomosen endigt. Das Ganze bildet also ein Wundernetz um und in der Nähe des N. medianus, das mit allen drei übrigen Unterarmarterien anastomosiert.

No. 69. Linker Arm. Die A. mediana giebt erst einige Muskeläste ab und dann einen ziemlich kräftigen Ast, der schräg nach unten und radialwärts zwischen den Mm. flexor dig. prof. und flexor poll. longus geht und dann in die A. radialis hineinmündet. 6 cm unter ihrem Ursprunge teilt sich die A. mediana in zwei gleich starke Äste, von denen der radiale sich um den N. medianus windet und vor diesem verläuft, der ulnare geht ulnar vom N. medianus, bis er einige Centi-

Fig. 13.

meter über dem Handgelenk sich mit dem radialen Aste zu einem Stamm verbindet; dieser läuft erst parallel mit dem N. medianus und unter diesem, dann quer nach der radialen Seite und mündet in die A. radialis ein.

No. 70. Linker Arm. An der Medianus-Schlinge teilt sich die A. brachialis in zwei Äste, von denen einer durch die Schlinge und dann hinter dem N. medianus läuft und die gewöhnlichen Oberarmarterien mit Ausnahme der A. coll. uln. inf. abgibt, dann als feines Gefäß hinter den N. medianus verläuft und als Muskelast im M. brach. int. endigt. Die andere läuft vor dem N. medianus zum Unterarm. In der Mitte des Oberarmes entspringt aus der A. brachialis superfic. eine kräftige Arterie, die neben der A. brachialis superfic. vor dem N. medianus bis zur Plica cubiti verläuft und die A. coll. uln. inf. abgibt, alsdann geht sie schräg über die Flexoren-Masse und nimmt im unteren Teil des Unterarmes den gewöhnlichen Platz der A. ulnaris ein. Die gewöhnliche A. ulnaris ist nur durch einen Ast repräsentiert, der auf gewöhnlicher Stelle entspringt und sich an den N. ulnaris legt, um dann als Muskelast zu endigen. Die A. mediana ist gut ausgebildet, reicht bis in die Hand und verbindet sich 2 cm über dem Handgelenk durch eine quergehende Anastomose mit der A. mediana.

No. 71. Rechter Arm. 5 cm unter dem Ursprunge der A. radialis entspringt ein feiner Ast, der auf der unteren Seite des M. brachioradialis nach unten verläuft und 8,3 cm unter seinem Ursprunge wieder in die A. radialis einmündet.

No. 72. Rechter Arm. Normal.

No. 73. Linker Arm. Die A. axillaris giebt eine kräftige A. subscapularis ab, dann geht sie durch die Medianus-Schlinge und lagert sich während ihres Verlaufes durch den Oberarm typisch zum N. medianus. Die Aa. circumflexae, prof. br., coll. uln. sup. et inf. gehen auf typische Weise von der A. brachialis ab. Die A. brachialis giebt im oberen $\frac{1}{3}$ des Oberarmes 3 cm vom Abgange der A. prof. brachii einen feinen Ast ab, der sich vor den N. medianus windet, dann schräg nach unten radialwärts verläuft und mit der S-förmig gebogenen A. radialis anastomosiert. Diese entspringt auf der gewöhnlichen Stelle von der A. brachialis profunda. 2,5 cm über dem Ursprunge der A. radialis geht eine A. subtendinea unter der Biceps-Sehne, teilt sich dann in einen aufsteigenden Ast, aus dem wieder ein feiner Ast entspringt, der nach unten mit der A. radialis anastomosiert, und in einen Ast, der als typische A. recurrens radialis nach oben verläuft.

No. 74. Rechter Arm. Die A. mediana zieht als ein sehr feines Gefäß längs dem N. medianus und steht im untersten Teil des Unterarmes durch eine quergehende Anastomose mit der A. radialis in Verbindung. Hier endigt sie.

No. 75. Linker Arm. Die *A. mediana* zieht bis zur Hand und mündet hier in den oberflächlichen Hohlhandbogen ein.

No. 76. Rechter Arm. Normal.

No. 77. Linker Arm. Normal.

No. 78. Rechter Arm. Unmittelbar über dem Ursprung der *A. radialis* entspringt eine kräftige *A. subtendinea*, die nach dem Verlaufe unter der Biceps-Sehne die fehlende *A. recurrens radialis* ersetzt.

No. 79. Linker Arm. Normal.

No. 80. Linker Arm. Normal.

No. 81. Rechter Arm. Normal.

No. 82. Linker Arm. Normal.

No. 83. Rechter Arm. Normal.

No. 84. Linker Arm. Normal.

No. 85. Rechter Arm. Normal.

No. 86. Linker Arm. Normal.

No. 87. Rechter Arm. Die *A. axillaris* giebt die *Aa. thoracico-acromialis, thoracalis lateralis* und *subscapularis* ab. Nur einige Millimeter über dem Rande der *Pectoralis*-Sehne teilt sie sich in zwei Äste von gleich grobem Kaliber. Die Teilung findet gerade über der *Medianus*-Schlinge statt. Einer der Teiläste läuft vor dem *N. medianus* längs dem Bicepsrande und giebt diesem Muskel feine Äste. Unter den *Lacertus fibrosus*, also in die *Plica cubiti* gekommen, teilt diese Arterie sich in zwei kräftige Stämme, von denen einer sich in die *Radialis*-Rinne legt und auf gewöhnliche Weise als *A. radialis* zum Handrücken verläuft. Der andere Stamm geht schräg nach unten über den *M. pronator teres* und *flexor carpi radialis* fort, verschwindet dann unter den *M. palmaris longus*, der sehr kräftig entwickelt ist und verläuft so nach unten zwischen diesem und dem *M. flexor dig. comm. subl.* schräg ulnarwärts und nimmt medial von dem *Os pisiforme* den gewöhnlichen Platz der *A. ulnaris* ein und geht bis in die Hand als solche weiter.

Die hinter dem *N. medianus* verlaufende *A. brachialis* giebt erst 12 mm von ihrem Ursprunge die *A. circumfl. hum. ant.*, dann 4 cm vom Ursprunge und nur 1 cm unter der *Latissimus*-Sehne einen kurzen, aber kräftigen Stamm ab, der sich in die nach oben hinter der *Latissimus*-Sehne verlaufende *A. circumfl. hum. post.* und die *A. profunda brachii* teilt. Dicht darunter geht die *A. coll. uln. sup. ab.* Im unteren Teil des Oberarmes geht eine *A. coll. uln. inf. ab.* In der *Fossa cubiti* liegt diese tiefe *A. brachialis* auf der gewöhnlichen Stelle lateralwärts vom *N. medianus*, giebt hier zwei kräftige *Aa. subtendineae* ab, die hinter der Biceps-Sehne zum *Sulcus cubitalis lateralis* verlaufen und sich hier in auf- und absteigende Äste für die radialen Muskeln teilen. Sie ersetzen die ganz fehlende *A. recurrens radialis*. In der Tiefe der *Fossa cubiti* geht eine *A. recurrens ulnaris* ab, und dann teilt sich die

A. brachialis profunda gerade unter dem tiefen Ursprunge des *M. pronator teres* und hinter dem *N. medianus* in die *A. interossea volaris* und *dorsalis*.

No. 88. Rechter Arm. Normal.

No. 89. Linker Arm. Normal.

No. 90. Rechter Arm. An der Medianus-Schlinge teilt sich die *A. axillaris* in zwei Äste, von denen einer vor dem *N. medianus* verläuft und in die Unterarmarterien sich fortsetzt, während der andere hinter dem Nerven verläuft und die *A. subscapularis*, *circumfl.*, *profunda hum.* und *coll. uln. sup.* abgiebt. Die *A. coll. uln. inf.* entspringt aus der *A. brach. sup.* und läuft quer vor dem *N. medianus* zu ihrem Gebiete.

No. 91. Linker Arm. Die *A. axillaris* giebt einen gemeinsamen Stamm für die *A. subscapularis* und *circumfl. hum. post. ab.*, die medial vom unteren und hinteren sekundären Truncus verläuft. Dann folgt eine sehr feine *A. circumfl. ant.* und ein gemeinsamer Ast für die *A. profunda brachii* und *coll. uln. sup.*, und nun läuft die *A. brachialis* vor der erst im Gebiete des oberen Teiles des Oberarmes belegenen Medianus-Schlinge, dann vor dem *N. medianus*, giebt im unteren Teil des Oberarmes die *A. coll. uln. inf. ab.*, die hinter dem *N. medianus* verläuft, dann geht sie in die Unterarmarterien über.

No. 92. Rechter Arm. Normal.

No. 93. Linker Arm. Normal.

No. 94. Die Arteria axillaris geht auf die gewöhnliche Weise durch den Plexus brachialis und verläuft hinter dem Nervus medianus, giebt auf der gewöhnlichen Stelle eine *A. subscapularis* und *A. circumfl. hum. ant. ab.* und 5 cm darunter einen kurzen Stamm für die *A. circumfl. hum. post.*, die nach oben hinter der Latissimus-Sehne verläuft, *A. profunda brachii* und *coll. uln. sup.* In der Mitte des Oberarmes windet sich das Gefäß um den *N. medianus* in einem Spiralgang und kommt also auf die vordere Seite des *N. medianus* und setzt sich dann in die Unterarmarterien fort. In der Verlängerung der Arterie hinter dem *N. medianus* bleibt ein feines Gefäß, das nach unten verläuft und als *A. collateralis ulnaris inf.* endigt.

No. 95. Rechter Arm. Es finden sich zwei Medianus-Schlingen: Eine in der Mitte der Achselhöhle, die andere im oberen Teil des Oberarmes. Ehe die *A. axillaris* durch die erste verläuft, giebt sie einen starken Ast ab, der medial von den unteren und hinteren sekundären Trunci nach unten verläuft und in die *A. subscapularis* und *circumfl. post.* sich teilt. 6 cm nach unten teilt sich die *A. axillaris* wieder in zwei Äste, von denen einer von größerem Kaliber vor der zweiten Medianus-Schlinge und dem *N. medianus* weiter verläuft; der andere von dünnerem Kaliber bleibt hinter dem Nerven, giebt die *A. profunda brachii*, *coll. uln. sup. et inf. ab.* läuft dann lateralwärts und

vereinigt sich in der *Plica cubiti* mit der oberflächlichen *A. brachialis*. Ein paar Millimeter unter der Vereinigungsstelle geht die *A. radialis* ab, und dann verläuft die *A. brach.* auf gewöhnliche Weise weiter, giebt eine *A. recurrens ulnaris* ab und teilt sich in die *A. interossea, ulnaris* und eine schwache *A. mediana*, die bis zum *Carpus* reicht.

No. 96. Rechter Arm. Die *A. mediana* verläuft erst radialwärts, dann vor dem *N. medianus* bis zum unteren Teil des Unterarmes, wo sie über dem oberen Rande des *Lig. carpi transversum* endigt.

No. 97. Linker Arm. Im oberen Teil des Oberarmes nach der Abgabe der *A. collateralis uln. sup.* giebt die *A. brachialis* einen dünneren Ast ab, der medialwärts und dann vor dem *N. medianus* bis zur Ellenbeuge verläuft. Hier setzt er seinen Weg über den *M. pronator teres, flexor carpi radialis* und *flexor dig. comm.* (*M. palmaris longus* fehlt) fort und nimmt im unteren Teil des Unterarmes den typischen Platz der *A. ulnaris* an dem *N. ulnaris* ein und setzt sich als solche in die Hand fort. Der *Ramus dorsalis A. ulnaris* entspringt doch als sehr kräftiger Ast aus der *A. interossea volaris* an dem oberen Rande des *M. pronator quadratus*, zieht dann ulnarwärts schräg vor der *Ulna* hin, wendet sich darauf nach unten längs dem ulnaren Rande dieses Knochens und verläuft sodann zum dorsalen Teil des *Carpus*.

No. 98. Rechter Arm. Normal.

No. 99. Linker Arm. Doppelte Medianus-Schlinge. Unter der zweiten von diesen nach der Abgabe der *A. coll. uln. sup.* teilt sich die *A. brachialis* in zwei Äste, eine etwas schwächere windet sich um die mediale Seite des *N. medianus* und verläuft dann vor demselben in die *A. radialis*. Der hintere, etwas gröbere Teilast zeigt den gewöhnlichen Verlauf der *A. brachialis* erst hinter, dann lateral (in der Ellenbeuge) vom *N. medianus*, giebt die *Aa. recurrentes radialis et ulnaris* ab und teilt sich dann hinter dem *N. medianus* unter dem tiefen Kopf des *Pronator teres* und *Flexor dig. comm.*, bedeckt von der oberflächlichen Flexorenmasse, in die *A. ulnaris* und *interossea communis*.

No. 100. Rechter Arm. Normal.

Zusammenstellung der Befunde bei den 100 untersuchten Extremitäten der Erwachsenen.

Wie aus den vorhergehenden speziellen Beschreibungen hervorgeht, habe ich bei den Erwachsenen -- im ganzen genommen -- dieselben Varietätenformen als bei den Föten ge-

funden. Die als A. brachialis superficialis superior, media und inferior benannten und definierten Formen finden sich sehr gut ausgeprägt auch in der Sammlung der ausgewachsenen Arme. Eine nähere Beschreibung derselben würde nur zu Wiederholungen des früher über die fötalen Varietäten Gesagten führen, und ich werde mich daher auf die Mitteilung einer übersichtlichen Tabelle beschränken, durch deren Studium ein Vergleich mit den fötalen Zuständen ermöglicht wird.

	Fälle	‰
I. Gruppe.		
Die A. brachialis läuft vor dem N. medianus in die Unterarmarterien fort	13	13
1. A. brach. superf. sup.	3	3
2. A. brach. superf. med.	2	2
3. A. brach. superf. inf.	8	8
II. Gruppe.		
Doppelte A. brachialis = A. brachialis superficialis + A. brachialis profunda, die sich beide in die Unterarmarterien fortsetzen	14	14
1. A. brach. superf. sup.	0	0
2. A. brach. superf. med.	4	4
3. A. brach. superf. inf.	10	10
1. A. brach. superfic. und profunda vereinigen sich zu einem Stamm (= Inselbildung)	1	1
2. A. brach. superfic. setzt sich in die A. radialis fort	10	10
a) ohne Anastomose	5	
b) mit „	5	
3. A. brachialis superficialis setzt sich in die A. anti-brachii superficialis fort	2	2
a) Diese setzt sich in die A. ulnaris fort	2	2
b) „ „ „ „ „ A. mediana fort	0	
c) sowohl in die A. ulnaris wie mediana	0	
4. A. brachialis superficialis setzt sich sowohl in die A. radialis, wie in die A. antibrachii superfic. fort	1	1
III. Gruppe.		
1. Die Gesamtzahl der Aa. antibrachiales superficiales	5	
2. Die A. mediana geht bis in die Aa. digitales volares	4	4

Doch finden sich einige Fälle, die besondere Aufmerksamkeit verdienen und darum hier speziell berücksichtigt werden müssen. Es sind dies die Fälle (Nr. 6, 55), wo keine Medianus-Schlinge gebildet wird und die A. brachialis sich dann auf eine besondere Weise zu dem Plexus verhält. Die fünf Spinalnerven treten zu einer Platte zusammen, und diese teilt sich in einen vorderen oder ventralen und einen hinteren oder dorsalen Stamm. Jener teilt sich dann in die N. musculo-cutaneus, medianus, ulnaris, cutaneus brachii und cutaneus antibrachii, dieser läuft in die N. radialis und axillaris aus. Die A. axillaris liegt erst ganz auf gewöhnliche Weise medialwärts vom Plexus, dann schiebt sie sich im unteren Teil der Achselhöhle zwischen die obengenannten ventralen und dorsalen Portionen des Plexus brachialis und lagert sich danach im Gebiete des Oberarmes so, dass der N. medianus vor, der N. radialis hinter und der N. ulnaris medialwärts von dem Gefässe zu liegen kommen. Während also gewöhnlich die A. axillaris durch den ventralen Teil des Plexus brachialis verläuft, geht sie hier unter demselben. Während sie in ihrem Oberarmteil durch ihre Lage ganz homolog mit der gewöhnlichen A. brachialis ist, handelt es sich in ihrem unteren axillaren Teil um ein ganz anderes Gefäss, welches sich durch seine veränderte Lage zu den Nerven kundgibt.

Schliesslich muss der Fall 68 besonders erwähnt werden. Hier handelt es sich um eine A. mediana, die mindestens die zwei bei den Föten beschriebenen Mediana-Formen repräsentiert, indem sie in drei Äste zerfällt, welche alle den N. medianus begleiten, einer windet sich um den N. medianus radialwärts und kommt auf dessen vordere Seite, der zweite kommt dadurch hierher, dass er den Nerven perforiert, und der dritte Ast bleibt hinter dem Nerven. Durch Anastomosen unter sich und mit allen den drei grossen Unterarmgefässen kommt ein ausgeprägter Netztypus zu stande. Auch auf der anderen Seite desselben Individuums findet sich eine A. mediana, die dadurch interessant

ist, dass sie zwei deutlich entwickelte Anastomosen mit der A. radialis zeigt. Nr. 13 zeigt auch eine erwähnenswerte Medianaform, die an einen Wundernetztypus längs dem N. medianus erinnert. Es handelt sich um eine kräftige A. mediana, die bis an die Hand reicht. Sie ist aber mit kleinen Nebenbogen versehen, welche auch längs dem Nerven verlaufen und so gebildet werden, dass ein feines Gefäss unter fast rechtem Winkel aus der Arterie entspringt, dann längs dem Nerven verläuft und so wieder in die Arterie einmündet. Von solchen Nebenbogen finden sich auf der hinteren Seite einer und auf der vorderen drei, die eine zusammenhängende Kette von drei Glieder bilden.

Statistik.

Meine Varietäten-Studien sind hauptsächlich von dem Gesichtspunkte aus vorgenommen, mir einen Einblick in das Wesen der Anomalien zu verschaffen. Trotzdem, dass ich also nicht von Anfang an einen statistischen Zweck verfolgt habe und dass das von mir untersuchte Material vielleicht allzu gering ist, um etwaige statistische Schlussätze aus demselben zu ziehen, kann ich nicht umhin, meine Resultate von diesem Gesichtspunkte aus etwas näher zu betrachten.

Wenn man das Vorkommen der Varietäten bei den Föten und den erwachsenen Individuen miteinander vergleicht, so findet man, dass dieselben bei jenen diejenigen von diesen nicht unwesentlich in der Anzahl übersteigen. Die A. brachialis superficialis findet sich also bei den Föten in 38% der untersuchten Fälle, während sie bei den Erwachsenen in 27% anzutreffen ist. Die Fälle, wo zwei Arteriae brachiales vorhanden sind, be-

tragen bei den Föten 22 %, bei den Erwachsenen 14 %. Ob aus diesem Grunde ein Unterschied zwischen den verschiedenen Entwicklungsstadien hinsichtlich der Arterienverhältnisse zu machen ist, wage ich nicht mit Bestimmtheit auszusprechen. Die Anzahl der Föten und besonders die der Erwachsenen ist sicher zu klein, um bestimmte Schlüsse in statistischer Hinsicht zu ziehen. Es ist nämlich auffallend, wie man bald bemerkt, wenn man eine Untersuchung wie diese vornimmt, dass die Varietäten haufenweise auftreten. Eine längere Zeit kann vergehen, ohne dass man welche findet, dann aber kann eine Periode folgen, in welcher man mehrere interessante Formen nach einander erhält. Darum erscheint es notwendig, ein grosses Material zu untersuchen, um Trugschlüsse zu vermeiden.

In mehreren Mitteilungen haben Schwalbe und Pfitzner (34, 35, 36) die Frage aufgestellt und diskutiert, ob die Verschiedenheiten in der Zahl und Art des Auftretens der Varietäten auf Stammesunterschiede der untersuchten Bevölkerung zurückzuführen sind. Ausgehend teils von dem Faktum, dass in den verschiedenen Präpariersälen in Deutschland nach den eigenen Erfahrungen der Verfasser die Häufigkeit der beobachteten Varietäten eine sehr verschiedene ist, teils von der Erfahrung der Anthropologen, dass die Varietäten Rassencharaktere bilden können, schlagen sie vor, diese Verschiedenheiten durch genaue statistische Behandlung der vorkommenden Varietäten festzustellen und dann die so erhaltenen Befunde für die Anthropologie der untersuchten Bevölkerungen zu verwerten.

Ohne Zweifel ist diese Frage von grossem Interesse und verdient von den Anatomen verschiedener Länder berücksichtigt zu werden. Da jetzt von der anatomischen Anstalt in Strassburg eben eine Untersuchung über die Häufigkeit der verschiedenen Armarterienformen publiziert ist, liegt es nahe, die Resultate dieser Untersuchung mit den meinigen zu vergleichen.

Brême (4) beschäftigte sich mit der prozentischen Feststellung der während der Zeit von 1885—1899 beobachteten Armarterienvarietäten des Strassburger Präpariersaaes. Sein Material bildeten die Angaben aus den Leichenzahlkarten über 388 Präparate. Von diesen zeigten 322 das normale Verhalten der Armarterien, während 66 ein anomales Verhalten zeigten. Die *A. brachialis superficialis superior* kam in 8,5% vor, die *A. brachialis superficialis inferior* in 3,9%. Die Gesamtzahl der *A. brachialis superficialis* betrug also 12,4%, während dieselben Zahlen in meinen Sammlungen für die Föten 38% und für die Erwachsenen 27% waren. Was die nähere Vergleichung betrifft, so muss bemerkt werden, dass Brême ganz wie E. Schwalbe nur zwei Formen von *A. brachialis superficialis* unterscheidet: eine *A. brachialis superficialis*, welche mit den vor mir unterschiedenen *A. brachialis superficialis superior* und *A. brachialis superficialis media* identisch ist, während die von uns unter dem Namen *A. brachialis superficialis inferior* beschriebenen Formen miteinander identisch sind. Wenn man dies berücksichtigt, so findet man, dass die *A. brach. superfic. sup.* und *A. brach. superfic. media* zusammen in 18% bei den Föten und in 9% bei den Erwachsenen vorkommt, und die *A. brach. superfic. inf.* in den Zahlen 18% und 18% bei den resp. Kategorien zu finden ist.

Brême findet in der Strassburger Sammlung ohne andere Varietät eine stärker entwickelte *A. mediana* in 2,8% der Fälle. Dieser Ausdruck, eine stärker entwickelte *A. mediana*, ist zu unbestimmt, um einen bestimmten Vergleich zu gestatten. Nur in fünf von den untersuchten Fällen war die *A. mediana* so stark entwickelt, dass sie in die *Vola manus* reichte und an der Fingerversorgung teilnahm. Dies macht auf die 388 untersuchten Fälle 1,28%. Bei den von mir untersuchten Föten fand sich eine so stark entwickelte *A. mediana* in 13% der Fälle und bei den Erwachsenen in 4%.

Ein Vergleich mit den älteren Untersuchungen, welche über die Häufigkeit der Armgefäßvarietäten berichten, ist nicht so leicht, weil die Varietäten in diesen auf eine andere Weise aufgefasst wurden. In der Varietäten-Bearbeitung in Henles Handbuch von Krause findet sich eine Tabelle, welche eine Zusammenstellung enthält, wie viele hohe Ursprünge von A. radialis, ulnaris, interossea und Aa. aberrantes von verschiedenen Forschern beobachtet sind. Sie lassen sich mit meinen Fällen in der Gruppe II vergleichen. Diejenigen Forscher, welche ein grosses Material bearbeitet haben, werde ich auswählen und in der folgenden Zusammenstellung mit meinen Resultaten vergleichen.

	Zahl der untersuchten Extremi- täten	Zahl der hohen Radi- alis, Ulnaris, Interossea u. A. aberrantes	%
Quain	506	83	16,4
Gruber	1200	101	8,4
Foltz	200	28	14
Giacomini	312	66	21,2
Schwegel	140	48	34
Stockholm (F)	200	44	22
Stockholm (E)	100	14	14

Wie man aus der vorhergehenden Darstellung findet, schwanken die Angaben über das prozentuarische Vorkommen der Armarterien-Varietäten ziemlich bedeutend. Besonders auffallend ist der oben genannte erhebliche Unterschied zwischen dem Strassburger und Stockholmer Materiale. Bestimmte Schlüsse aus diesen Untersuchungen zu ziehen, ist doch nicht gestattet. Das Untersuchungsmaterial ist viel zu klein, um eine exakte Kenntnis von der Häufigkeit zu bekommen. Die stati-

stische Mitteilung habe ich hier nur gemacht, um zu zeigen, dass es meine Absicht ist, Untersuchungen nach dem Schwalbe-Pfitznerschen Vorschlag an unserem schwedischen Materiale vorzunehmen. Ich werde während der folgenden Jahre die Armarterienvarietäten genau berücksichtigen und Protokolle darüber führen. Vielleicht werde ich allmählich auch andere interessante Varietätenformen in den Kreis meiner Beobachtungen hineinziehen. Nur eine Bemerkung gestatte ich mir gegen den Vorschlag der geehrten Strassburger Anatomen vorzubringen. Es erscheint mir nämlich nicht ganz richtig, eine solche Menge von Varietäten gleichzeitig zu bearbeiten, wie sie in den Zählkarten der genannten Autoren aufgenommen sind. Es ist natürlich bei diesen Untersuchungen ganz notwendig, absolut exakt zu verfahren. Nun scheint mir, dass sehr leicht etwas übersehen werden kann, wenn man so viele und verschiedene Varietäten bearbeiten soll. Ich denke dabei an mein spezielles Gebiet: die Armarterien. Wie leicht wird nicht eine *A. brachialis superficialis inferior*, die erst im unteren Teil des Oberarmes den *N. medianus* kreuzt, um dann auf gewöhnliche Weise in die Unterarmarterien sich fortzusetzen, von einem Forscher übersehen, der kein spezielles Interesse für diese Varietätenform hat. Und dasselbe gilt für eine sehr feine *A. mediana*, die doch in diesem Zustande bis in die *Vola manus* reichen und mit dem Hohlhandbogen zusammenhängen kann, besonders wenn die Injektion unvollständig ist. Um dann ganz sicher zu sein, dass kein Übersehen vorkommt, erscheint es mir besser, seine Aufmerksamkeit auf einige wenige Formen zu konzentrieren, welche den betreffenden Forscher besonders interessieren.

Zusammenfassung der anatomischen Resultate.

In vielen Hinsichten stimmen meine Resultate mit denjenigen meiner Vorgänger überein. So findet man auch aus meiner Darstellung, dass die Varietäten der Armarterien beim

Menschen sich in bestimmte Ketten ordnen lassen, in denen die besonderen Glieder sich voneinander herleiten lassen. Das Hauptresultat meiner anatomischen Beobachtungen besteht aber in dem Nachweis, dass viele der Armgefäße beim Menschen als verschiedene morphologische Typen auftreten können, während sie in physiologischer Hinsicht gleichwertig sind, d. h. zu demselben Verästelungsgebiete führen. So kann die *A. mediana* beim Fötus sich in ihrem proximalen Teil auf drei verschiedene Weisen verhalten. Sie kann sich radialwärts oder ulnarwärts um den Nerven winden, ehe sie sich an dessen vordere Seite lagert, oder sie kann diesen Platz erreichen, indem sie durch den Nerven verläuft. Wenn wir uns denken, dass alle Formen bei einem Individuum auftreten, dann läge eine Netzbildung längs dem *N. medianus* vor, wie sie auch teilweise im Präparat Nr. 68 vom Erwachsenen vorhanden ist. Noch prägnanter ist aber dies Verhältnis im Gebiete der *A. axillaris* resp. *brachialis*. Es lässt sich an dem untersuchten Materiale darlegen erstens, dass die genannte Arterie in zwei Hauptformen auftreten kann: der *A. brachialis profunda*, die in den meisten Fällen auftritt und hinter dem *N. medianus* liegt, und der *A. brachialis superficialis*, die vor dem *N. medianus* verläuft. Die *A. brachialis profunda* kann sich in ihrem oberen Teil verschieden verhalten. Sie kann durch die ventrale Portio des Plexus brachialis, d. h. durch die Medianus-Schlinge verlaufen, oder sie kann unter dem ganzen Plexus verlaufen, ehe sie diesen Platz einnimmt. Noch mehr wechselt die Lage des proximalen Teiles der *A. brachialis superficialis* im Verhältnis zum *N. medianus*. Sie kann nämlich 1. über der ersten Medianus-Schlinge, 2. über der zweiten Medianus-Schlinge, 3. weiter unten entstehen und sich um den *N. medianus* medialwärts winden und endlich 4. kann sie sich sowohl um den *N. ulnaris*, wie um den *N. medianus* winden, ehe sie diesen Platz vor dem Nerven einnimmt. Während also die *A. brachialis*

superficialis im distalen Teil immer gleichwertig ist, sind die vier Formen im oberen Teil des Armes verschiedene Gefäße, denn ihre Lageverhältnisse zu den umgebenden Nerven zeigen dies ganz unzweideutig. Wenn wir uns denken, dass alle die genannten Formen bei einem und demselben Individuum vorhanden sein könnten, dann würde der N. medianus in seinem proximalen Teile von einem Netzwerk von arteriellen Gefäßen umgeben. Die genaue Vergleichung der ausgewachsenen verschiedenen Arterientypen miteinander genügt, um die bestimmten Arterientypen auseinander zu halten. Länger reicht sie aber nicht. Will man noch tiefer in das Wesen dieser verschiedenen Anordnungen eindringen, so muss man sich der direkten Entstehungsweise zuwenden.

Zu dieser Aufforderung kommt man auch, wenn man die übrigen Varietätenformen betrachtet. Die verschiedenen Formen der A. brachialis superficialis können die Vorderarmarterien übernehmen. Hierin stimmen meine Beobachtungen mit denen meiner Vorgänger auf diesem Untersuchungsgebiete, vor allem mit den trefflichen Untersuchungen von Ernst Schwalbe überein. Aber auf welche Weise kommt diese Übernahme zu stande? Hier liegt meiner Meinung nach die Hauptfrage für das Verständnis der Varietäten, und diese kann nur unter Berücksichtigung der Genese der Gefäße im allgemeinen beantwortet werden. Wenn ich die beiden in der Litteraturübersicht mitgeteilten Ansichten über die Entstehung der Extremitäten-Gefäße erwäge, so finde ich mich nach den Erfahrungen, die ich während meiner anatomischen Präparationen gesammelt habe, a priori vielmehr mit der alten Lehre von Aeb y-Baa der einverstanden, als mit den von den neueren Morphologen gegebenen Erklärungsversuchen. Wie aus der Historik hervorgeht, besteht das Prinzipielle in jenen darin, dass eine reichlicher entfaltete, netzförmige Anlage für das Arteriensystem zu Grunde liegt, aus der durch Wegfall

von gewissen Teilen und stärkere Ausbildung anderer die bleibenden Arterienverzweigungen hervorgingen. Die neue Ansicht dagegen lässt die Stämme des Arterienbaumes als solche entstehen und die Varietäten durch eine nicht näher beschriebene Weise aus den Kollateralgefäßen hervorsprossen. Wenn ich nun mein Material durchsehe, so kann ich wohl fassen, wie die alte Ansicht entstanden ist. Die vielen Fälle von Varietäten, welche teils überzählige Stämme, teils reichliche Anastomosen zeigen, bilden, wenn die besonderen Formen zu einem Ganzen vereinigt werden, ein Netz und leiten also den Gedanken ungestört zu der Annahme einer ursprünglichen Netzbildung, aus der die Gefäße in oben beschriebener Weise entstehen. Dagegen ist es mir viel schwerer zu verstehen, wie die zahlreichen verschiedenen Wurzeln der *A. brachialis superficialis* durch die Entwicklung von kleinen normal vorkommenden Gefäßen entstehen können, die erst sekundär mit den Unterarmgefäßen in Verbindung treten sollen.

Beide Erklärungsversuche — der alte wie der neue — leiden inzwischen an derselben Schwäche, dass sie nämlich auf hypothetischem Boden ruhen. Um mir Klarheit in der Entstehungsweise sowohl der gewöhnlichen Arterienverzweigung wie ihrer Variationen zu verschaffen, habe ich die embryonale Entwicklung derselben studiert und werde im folgenden die gefundenen Resultate mitteilen.

II. Entwicklungsgeschichtlicher Teil.

Material und Technik.

Um die Anlage der Gefäße der vorderen Extremität zu studieren, hatte ich eine Sammlung sehr guter Schnittserien

menschlicher Embryonen zur Verfügung. Einige von diesen sind mir gütigst von meinen geehrten Kollegen den Herren Professoren J. Aug. Hammar in Upsala und C. M. Fürst in Lund überlassen worden, denen ich hiermit meinen besten Dank ausspreche.

Das von mir benutzte Material bestand aus den folgenden Embryonen:

1. Embryo	5 mm	aus Upsala							
2. „	8	„ „ „							
3. „	8,3	„ „	der hiesigen anatom. Anstalt						
4. „	11,7	„ „ „	„ „ „						
5. „	9	„	aus Lund						
6. „	14	„	a) aus der hiesigen anatom. Anstalt						
7. „	14	„	b) „ „ „						
8. „	16,2	„ „ „	„ „ „						
9. „	20,5	„ „ „	„ „ „						

Wie man aus diesem Verzeichnis sieht, bilden die untersuchten Embryonen eine Reihe von Stadien, die nicht durch allzu grosse Lücken voneinander geschieden sind. Natürlich wäre es noch besser gewesen, wenn ich viel mehr menschliche Embryonen zu untersuchen Gelegenheit gehabt hätte. Die grosse Variabilität des Gefässsystems macht dies Bedürfnis vielleicht mehr als bei anderen Untersuchungen fühlbar. Bei einer solchen Untersuchung, wie diese, kommt man zur Einsicht, von welcher grossen Bedeutung es sein würde, wenn man an gewissen Stellen grössere Kollektionen von Schnittserien zusammengeführt hätte, die dann für die Bearbeitung verschiedener Aufgaben zur Verfügung ständen. Der Plan zu solchen Kollektionen ist ja auch von Oskar Hertwig gegeben, und man kann nur wünschen, dass derselbe baldmöglichst ausgeführt werden möge.

Dass ich meine Resultate jetzt veröffentliche, trotzdem ich mich nur auf das obengenannte, verhältnismässig kleine Material stützen kann, beruht darauf, dass die verschiedenen Stadien von

Gefässen der embryonalen Extremitäten, die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt, in einer solchen gegenseitigen Verbindung stehen, dass sie eine Entwicklungsreihe bilden, aus denen sich hinsichtlich der Entwicklung sowohl der Gefässe im allgemeinen, wie besonders derjenigen in der vorderen Extremität einige ganz sichere Resultate ziehen lassen.

Auch die langjährige Arbeit, die ich jedem dieser Stadien gewidmet habe, motiviert eine Publikation.

Die Bearbeitung der embryonalen Entwicklung der Extremitätenarterien wurde der schwierigste Teil meiner Arbeit. An eine Injektion der embryonalen Gefässe ist beim Menschen in den früheren Stadien kaum zu denken. Man ist also darauf hingewiesen, in gewöhnlichen Schnittpräparaten die Gefässe aufzusuchen und in tadellosen Schnittserien die Gefässlumina von Schnitt zu Schnitt zu verfolgen. Hierbei stösst man auf Schwierigkeiten mannigfaltiger Art. Ganz notwendig ist eine gute Färbung, am besten eine solche, welche die Blutkörperchen gut hervortreten lässt. Sind die Gefässe mit solchen gefüllt, erhält man in diesen Fällen oft Bilder, welche mit den besten Injektionspräparaten wetteifern können. Auch wenn diese Bedingung erfüllt ist, ist die Aufgabe keine leichte. Man muss mit der grössten Sorgfalt und Kritik zu Werke gehen. Oft sind die Gefässe leer und die Lumina infolgedessen zusammengefallen. Erst eine sehr genaue Untersuchung, wobei man manchmal mit den stärksten Vergrösserungen die Präparate durchmustern muss, führt in diesen Fällen zur Auffindung des verlorenen Gefässes. Ich hebe diese Schwierigkeiten nicht hervor, um meine Arbeit zu rühmen, sondern um zu zeigen, dass meine Arbeitsmethode auf diesem schwierigen Gebiete Vertrauen verdient. — Bald fand ich, dass eine wirklich exakte Untersuchung über die Entwicklung der Extremitäten-Gefässe nur durch die Rekonstruktionsmethode ausgeführt werden konnte. Bei der Identifizierung eines vorliegenden Gefässes kommt es in dem embryo-

nalen, wie in dem vollentwickelten Zustande darauf an, die topographischen Beziehungen zu den umgebenden Teilen festzustellen. Dass dies nicht durch die Schnittbilder, sondern nur durch eine körperliche Darstellung möglich ist, liegt offen am Tage. Bei der Rekonstruktion habe ich in den allermeisten Fällen die von Selenka (37) empfohlene Methode benutzt: die Schnitte werden auf Papierscheiben entworfen und die zu untersuchenden Bildungen dann ausgeschnitten. Dann werden die Löcher aufeinander gepasst und die Scheiben mit Gummi zusammengefügt. Das so entstandene Raumsystem wird nun mit dem Woodschen Metalle ausgegossen und, nachdem das Metall starr geworden ist, wird die Pappe weggenommen. Diese Methode ist bei einer Untersuchung, wie dieser, von Nutzen, weil die zu untersuchenden Teile klein, aber sehr zahlreich sind und zusammenhängende Bildungen darstellen. Für die älteren Stadien habe ich auch Borns Plattenmodelliermethode gebraucht. Es ist natürlich bei einer Rekonstruktion dieser Art eine sehr genaue Orientierung notwendig. Bei den jüngeren Embryonen habe ich in den Platten ausser den Gefässlumina auch die Aussenkontur der Extremität ausgeschnitten und diesen Kontur als Orientierungsmerkmal gebracht. Bei den älteren Embryonen habe ich die anderen Organe, z. B. das Skelett als Ausgangspunkt bei der Rekonstruktion gebraucht. Es ist ferner einleuchtend, dass man bei einer solchen Untersuchung, wie dieser, seine Aufmerksamkeit in gleich hohem Grade auf die Nerven und Skeletteile richten muss, um eine genaue Homologisierung der Gefässe ausführen zu können. In den allermeisten Fällen sind die Nerven auch mit den Gefässen zusammen in den Rekonstruktionen dargestellt.

Eine von den ersten Fragen, die man bei dieser Untersuchung zu beantworten hat, ist die: zu welchem Zeitpunkte in der Entwicklung der Frucht der definitive Zustand der Gefässe entsteht? Wie ich in der vorhergehenden Abteilung mitgeteilt

habe, ist der Gefäßverteilungstypus des Fötus derselbe, wie im ausgewachsenen Zustande. Dass diese Gefäßverzweigung aber nicht als solche angelegt ist, scheint aus der in der Einleitung S. 402 u. f. mitgeteilten Darstellung ohne weiteres hervorzugehen. Umwandlungen irgend welcher Art müssen in der Anlage stattfinden, ehe die bleibenden Formen hervorgehen. In welcher Periode finden diese embryonalen Umbildungen ihren Abschluss? Nach meinem Materiale zu urteilen, sind bei den Embryonen von 16—20 mm Länge die Gefäßverhältnisse der oberen Extremität im Prinzip wie beim Erwachsenen, d. h. die Arterien nehmen in diesem Stadium ihre definitive Lage zu den übrigen Teilen ein und bieten den gewöhnlichen Verzweigungstypus dar. Dies Stadium ist in Fig. 6, 8, Tafel XXVII, XXVIII naturgetreu dargestellt. Im selben Stadium ist auch das Knorpelskelett sehr deutlich ausgebildet, und die Muskeln und Sehnen treten ebenfalls hervor. Die Hauptvorgänge bei der Entwicklung der Extremitäten-Gefäße fallen also in die Zeit von den ersten und zweiten Embryonal-Monaten.

Beschreibung der einzelnen Stadien.

Das jüngste Embryo, das ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, hat eine Länge von 5 mm. Die vordere Extremität hat die Form einer einfachen Platte ohne besondere Gliederung, auf der man eine dorsale und eine ventrale Fläche und einen radialen und ulnaren Rand unterscheiden kann. Der Zustand ist ausserordentlich gut beibehalten, und die Gefäße sind mit eosin gefärbten Blutkörperchen strotzend gefüllt und treten darum beinahe so schön wie in einem Injektionspräparate hervor. Die Nerven sind in der freien Extremität noch nicht angelegt. Sie treten zu einer plattenförmigen Bildung eben an der Grenze zwischen dem Körper und der freien Extremität zusammen. Die freie Extremität enthält darum als sichtbare Differenzierungen nur die zahlreichen Gefäßlumina, welche, wie

schon oben genannt, mit ausserordentlicher Deutlichkeit hervortreten. Die Gefässe befinden sich freilich alle hinsichtlich der allgemeinen Beschaffenheit ihrer Wand auf dem Standpunkte der Kapillargefässe. Trotzdem kann man doch schon in diesem frühen Zustande drei verschiedene Arten von Gefässen in der Extremität unterscheiden: die Arterien, die Kapillaren und die Venen. Sie trennen sich voneinander theils durch die Wandbeschaffenheit, theils durch ihre Lage in der Extremität.

Die Arterien, welche sich im Centrum der Extremität befinden, heben sich durch eine kräftigere Kontur von den Kapillaren ab. Die Venen bilden den von Hochstetter beschriebenen Ringsinus in der Peripherie der Extremität. Zwischen diesen verlaufen die sehr zahlreichen dünneren Kapillaren.

Zu den Einzelheiten übergehend, muss ich jede Extremität für sich beschreiben, weil ein gewisser Unterschied zwischen ihnen besteht. Die Verhältnisse der Arterien der linken Extremität werden durch die Fig. 1 und 3, Taf. XXV/XXVI und Fig. 1—7, Taf. XXIX/XXX illustriert, von denen die Fig. 1—7, Taf. XXIX/XXX die wichtigsten Schnitte und die Fig. 1 und 3, Taf. XXV/XXVI, die aus ihnen gewonnenen Rekonstruktionen darstellen. Das Bild über die Gefässverteilung in der Extremität ist so gewonnen, dass ich eine Rekonstruktion von der Extremität im ganzen und von den Gefässen nach der oben beschriebenen Methode genommen habe und dann eine Röntgenphotographie dieses Präparates habe nehmen lassen. Diese Photographie, in der man sowohl die Korrosionsmasse, wie die Aussenkontur der Pappextremität sieht, ist für die Zeichnung zu Grunde gelegt.

Die für die linke Extremität bestimmte Arterie läuft erst ungefähr horizontal nach aussen, passiert durch die Nervenplatte, wendet dann an der Grenze zu der freien Extremität nach unten und läuft so in diese hinein. An der Stelle, wo die Nervenplatte durchlaufen wird (s. a) Fig. 1, Taf. XXV/XXVI und Fig. 2,

3, 4, Taf. XXIX/XXX a), teilt sich das Gefäss in zwei Äste von ungefähr gleichem Kaliber, welche nach kurzem Verlaufe wieder zusammenlaufen, und so eine kleine ovale Masche oder Insel bilden. Diese Arterienmasche liegt ganz in einem hellen Gewebe, welches, wie schon erwähnt, die Nervenplatte bildet. Nun läuft das Gefäss eine kurze Strecke ungeteilt weiter und teilt sich dann wieder in zwei Gefässe (s. Fig. 3, Taf. XXV/XXVI, a, b und Fig. 5, Taf. XXIX/XXX a, b), welche ungefähr parallel miteinander verlaufen, bis sie im distalen Teil der Extremität ineinander umbiegen. Während dieses Verlaufes anastomosieren sie zweimal miteinander, und feinere oder gröbere Äste gehen von ihnen ab, von denen einige weiter verlaufen, andere dagegen nach kurzem Verlaufe wieder in die Hauptgefässe einmünden. So sieht man in Fig. 3, Taf. XXV/XXVI, welche eine ganz naturgetreue Zeichnung von dem centralen Arteriennetz darstellt, parallel mit dem Hauptgefäss B einen Bogen C eine lange Strecke verlaufen. Derselbe ist in Fig. 6, Taf. XXIX/XXX c quergetroffen zu sehen. Von diesem Bogen geht ein anderes (in den Figuren nicht dargestellt) Gefäss nach unten und aussen herum, um an der äusseren Seite der Arterienanlage mit dem Hauptstamm A auf zwei Wegen sich zu verbinden. In ihrer Gesamtheit gesehen bilden also die centralen Arterien in der freien Extremitätenplatte ein wahres Wundernetz von grosser Distinktheit und Schönheit. Die oben dargestellte Auffassung von zwei Hauptgefässen, welche eine Hauptschlinge nebst Anastomosen und Nebenbogen bilden, lässt sich teils durch die Kaliberverhältnisse der Gefässe, teils durch den Vergleich mit der Gefässanordnung auf der anderen Seite begründen.

Die rechte Extremität zeigt einfachere Verhältnisse. Zu einer Illustrierung dient die Fig. 2, Taf. XXV/XXVI. Die Richtung und der Verlauf der ersten Teile sind genau ähnlich denjenigen der anderen Seite, mit der Ausnahme, dass die kleine Arterieninsel

beim Durchtreten durch die Nervenplatte nicht vorhanden ist. Die Teilungsstelle in den zwei Hauptgefässen liegt aber ganz im Verhältnis zur Aussenkontur der Extremität auf derselben Stelle wie auf der linken Seite. Auch der Scheitel der Hauptschlinge liegt auf derselben Stelle. Die Queranastomosen finden sich aber nicht vor, und auch die Nebenbogen sind noch nicht so ausgebildet, doch mit Ausnahme von denjenigen, die von dem Scheitel der Schlinge ausgehen, welche auch auf dieser Seite sehr schön ausgebildet sind. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass auf der linken Seite das radiale Gefäss in seinem unteren Teil mehr dorsalwärts ausgebogen ist, während es an der rechten Seite mehr in demselben Sagittalplan sich befindet.

Vergleicht man die Gefässverteilung der beiden Extremitäten miteinander, so findet man eine hochwichtige Ähnlichkeit darin, dass in jedem eine centrale Netzbildung von arteriellen Gefässen sich findet. Die oben hervorgehobenen Unterschiede deute ich so, dass die Gefässanlage der linken Extremität in der Entwicklung vorgerückt ist.

Aus den jetzt beschriebenen centralen Gefässformationen in den beiden Extremitäten entspringen Kapillargefässe von feinerem Kaliber, welche sich netzartig miteinander verbinden, um schliesslich in die Randvene überzugehen. Das beschriebene arterielle Netz ist also nur der centrale stärkere Teil eines durch die ganze Extremität verteilten Netzes von feinen Gefässen, welche in den Schnittbildern sehr deutlich hervortreten, deren Rekonstruktion eine Zeit in Anspruch nehmen würde, die in keiner billigen Proportion zu den Resultaten stände und die darum von mir unterlassen worden ist. Dass es sich aber um ein Netz und nicht um freie Ausläufer handelt, davon habe ich mich entschieden überzeugt.

Ehe ich weitergehe, um das allgemeine Facit aus den jetzt mitgeteilten Beobachtungen ziehen, muss ich etwas über die Zuverlässigkeit meiner Bilder mitteilen. Da, wie ich weiter unten

mitteilen werde, ein gewisser Unterschied besteht zwischen diesen Angaben über das erste Aussehen der Gefässanlage in der Extremität und dem, was bewährte Autoren über dasselbe Thema mitgeteilt haben, scheint dies notwendig zu sein.

Wie ich schon mitgeteilt habe, bietet dies Embryo in zwei Beziehungen Vorzügliches für das Studium der Gefässentwicklung. Erstens ist der Fixierungszustand sehr gut, zweitens sind die Gefässe mit Blutkörperchen gefüllt, wodurch jeder Gefässquerschnitt sehr deutlich hervortritt. Die Arterien lassen sich darum sehr leicht von dem einen Schnitt zu dem anderen verfolgen. Ein Irrtum oder eine Verwechslung mit anderen Gefässdurchschnitten ist dadurch ausgeschlossen. Man braucht nämlich nicht lange die Schnitte zu studieren, so merkt man, dass die Arterienquerschnitte durch zwei Merkmale sich hervorheben, nämlich teils durch eine etwas stärkere Kontur, dadurch entstanden, dass das umgrenzende Gewebe wie verdichtet um die Endothelwand zu sein scheint, teils dass die Eosinfarbe in den Arterienlumina heller ist. Ob diese letzte Erscheinung darauf beruht, dass die Blutkörperchen weniger dicht aneinander gepackt liegen, wie in den Kapillaren und Venen, oder ob sie schwächer gefärbt sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit aussagen, und die Entscheidung hiervon bedeutet auch nichts. Die praktische Verwertbarkeit war in diesem Falle die Hauptsache.

Den netzförmigen Zusammenhang, den ich in meinen Rekonstruktionen erhalten habe, könnte man vielleicht so erklären wollen, dass die frei verlaufenden Gefässe einen gewundenen Verlauf zeigen und dass darum zwei Gefässe, die nur nebeneinander liegen, von mir aufeinander gelegt wurden. Dies ist aber nicht der Fall. Die mitgeteilten Bilder sind nämlich die Resultate nicht einer Rekonstruktion, sondern mehrerer, welche alle mit so grosser Sorgfalt wie möglich ausgeführt sind, und in denen nicht nur die Arterienquerschnitte, sondern auch die

grossen Venendurchschnitte und vor allem die äussere Extremitäten-Kontur im Verhältnis zueinander orientiert sind. Dies ist besonders die Richtschnur gewesen, nach der ich meine Platten zusammengefügt habe. Übrigens kann man ja schon aus dem Vergleich der Schnittfiguren ersehen, dass die Arterienanlage eine netzförmige ist. Man vergleiche nur z. B. die vier Fig. 1, 2, 3, 4 auf Taf. XXIX/XXX untereinander, sowie die Fig. 6 und 7 auf Tafel XXIX/XXX unter sich.

Durch die Untersuchung dieses ersten Stadiums muss ich als erwiesen ansehen, dass die erste Arterienanlage in der freien Extremitätenplatte eine netzförmige ist. Ob die zwei schlingenförmig miteinander verbundenen Hauptgefässe eine weitere morphologische Bedeutung haben oder nicht, kann ich nicht entscheiden. Aus diesen scheinen sich neue Gefässe zu entwickeln, die erst das Aussehen von kleinen Bogen besitzen, welche mit den Hauptgefässen an beiden Enden zusammenhängen. Was die Bildung dieser Bogen betrifft, so sind zwei Möglichkeiten denkbar, teils können sie dadurch entstehen, dass spitze Ausläufer von der Gefässwand ausgesandt werden, die sich mit anderen ähnlichen verbinden, teils ist die Bildungsweise nicht ausgeschlossen, dass die schon vorhandenen Gefässe sich in der Länge spalten oder aus ihren Seiten kleine bogenförmige Bildungen hervortreiben, welche dann weiter hervorstossen. Besonders die kleine, aber sehr schöne und distinkte Arterienmasche in der rechten Extremität auf der Nervenplatte, spricht für eine solche Entstehungsart. In diesem Zusammenhang verdient daran erinnert zu werden, dass schon Allen Thomsen (41) von einer Gefässbildung wie der obenbeschriebenen spricht, wenn er schreibt: „Es sei anzunehmen, die Entwicklung neuerer Gefässe von den bereits gebildeten finde sowohl bei warm- als bei kaltblütigen Tieren hauptsächlich vermittelt Gefässbogen statt.“ Was die näheren Vorgänge bei der Histiogenese betrifft, so muss ich dieselben indes für eine kommende Untersuchung

reservieren, da ich bisher meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Gefäßentwicklung vom anatomischen Gesichtspunkte aus gerichtet gehabt habe.

Die im vorhergehenden mitgeteilten Beschreibungen kommen vielleicht dem Leser etwas minutiös vor. Die Umständlichkeit der Beschreibungen wird aber dadurch motiviert, dass die erhaltenen Resultate von denjenigen Hochstetters (14) über die Arterienverhältnisse in den Extremitäten von Säugetierembryonen abweichen. Bei den verschiedenen untersuchten Ordnungen der Säugetiere spricht nämlich dieser auf dem Gebiete der Gefäßmorphologie so erfahrene Forscher stets nur von einer centralen Arterie und davon auslaufenden Ästen. Von einem netzartigen Zusammenhang wird niemals gesprochen, und doch liegt hier vom prinzipiellen Standpunkt aus ein sehr wichtiger Umstand vor, wie aus dem folgenden hervorgehen wird. Auch bemerkt Hochstetter ausdrücklich, dass er durch seine Beobachtungen über die Entwicklung der Extremitätengefäße der Amnioten die obengenannten allgemeinen Schlüsse Allen Thomsens über die Entwicklung der Gefäße von den bereits gebildeten durch Schlingenbildung nicht zu bestätigen vermöchte. Freilich habe ich noch keine ausreichende vergleichend-embryologische Untersuchung über dies Thema angestellt, sondern will dies für eine kommende Untersuchung sparen. Doch muss schon jetzt bemerkt werden, dass die Untersuchung, die ich über die Arterienverhältnisse bei Hühnerembryonen von 4–5 Tagen angestellt habe, prinzipiell ähnliche Bilder wie beim Menschen-Embryo gezeigt haben.

Ich komme jetzt zur Beschreibung des folgenden Stadiums: die Armarterien von einem Embryo von 8 mm Länge. Die Skelettanlage ist noch nicht vorhanden, doch ist die centrale Mesenchymmasse im Centrum der Extremität verdickt, dagegen sind die Nervenstämme jetzt in die freie Extremität eingewachsen. Die Nervenstämme bilden erst eine Platte in der Wurzel der

Extremität, und von dieser strecken sich zwei mächtige Stämme in die freie Extremität hinein: der eine in den ventralen, d. h. medialen Teil, der andere in den dorsalen oder lateralen Teil. Die Nerven- und Arterienverhältnisse gehen aus den Schnittbildern (Taf. XXIX/XXX, Fig. 8 und Taf. XXXI/XXXII, Fig. 1 bis 6) und Rekonstruktionsabbildung Taf. XXV/XXVI, Fig. 4 hervor. Jene sind vermittelt der Abbeschen Camera entworfen. Diese machen gar keinen Anspruch darauf, alle die in der Extremität vorhandenen Gefäße darzustellen, wie ja am deutlichsten aus dem Vergleiche mit den Schnittbildern hervorgeht.

Die Extremitäten-Arterie läuft von der Aorta nach aussen und folgt dann eine kurze Strecke der Nervenplatte auf ihrer medialen Seite, darauf teilt sie sich in zwei Äste von gleichem Kaliber, von denen der eine dieselbe Richtung medialwärts von der Nervenplatte verfolgt, während der andere quer durch den ventralen Nervenstamm verläuft und darauf seinen Lauf auf der lateralen Seite des genannten Nervenstammes in der Richtung nach unten vorn fortsetzt. Nach einer Strecke von zehn Schnitten in der Serie verbinden sich die median- und lateralwärts vom Nerven verlaufenden Gefäße durch ein parallel mit dem vorigen und wie diese den Nervenstamm schräg durchsetzendes Gefäß. Die nun beschriebenen Gefäße, welche alle mit einer gut entwickelten Wand versehen sind, bilden zusammen eine Parallelogramm-Figur, durch welche der ventrale Nervenstamm in drei Teile geteilt wird: ein Teil verläuft nämlich über der Gefäßmasche, ein zweiter durch die Mitte derselben und ein dritter unter derselben. Die Gefäß-Insel selbst befindet sich in der Wurzel der Extremität. Aus der distalen Seite der Gefäß-Masche entspringen jetzt andere Gefäße, welche in der freien Extremität verlaufen.

Die am besten entwickelten Gefäße bilden ein Bündel an der lateralen Seite des mächtigen ventralen Nervenstammes (Fig. 4, Taf. XXV/XXVI, v. a. Figg. 1, 2, 3, 4, 5, 6, Taf.

XXXI/XXXII). Von dem unteren Winkel der Gefässraute ganz als Fortsetzung von deren unterer Hälfte verläuft ein Gefäss von grösserem Kaliber und kräftiger Wand. Es ist mit kleinen Bogen und Ästen versehen und zerfällt nach kurzem Verlaufe in drei Äste, welche bald wieder zusammenlaufen, um dann in divergierende Äste auszulaufen. Schliesslich liegt ein Gefäss medialwärts vor dem volaren Nerven (s. Fig. 4, Taf. XXXI/XXXII). Es ist mehrmals durch Anastomosen mit dem an der lateralen Seite des Nerven liegenden Gefässnetz verbunden.

Aus der distalen kurzen Seite der vielfach genannten Arterienraute entspringen auch mehrere Äste, welche längs dem dorsalen Nerven (Taf. XXXI/XXXII, Fig. 1, 2, 3 d. a. Taf. XXIX/XXX, Fig. 8) und in deren Fortsetzung distalwärts verlaufen, hierunter miteinander anastomosieren und so ein kapillares Netz im dorsalen Teile der freien Extremität bilden, das nach unten mit dem volaren Gefässnetze zusammenhängt.

Was dieses Stadium ganz besonders charakterisiert, ist die nahe Übereinstimmung in der Anordnung zwischen den Gefäss- und den Nervenanlagen. Ganz wie die Nervenplatte in zwei Stämme: einen ventralen und einen dorsalen, ausläuft, so gliedert sich auch die Gefässanlage in zwei Netze: ein dorsales und ein ventrales. Dieses lässt wieder zwei Abteilungen unterscheiden. Die eine von diesen liegt medial (oder vorne) vom Nerven, die andere — die stärkere — liegt lateral (oder hinten) von demselben. Beide Haupt-Gefässnetze stehen durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Verbindung.

Wenn wir die jetzt beschriebenen Stadien miteinander vergleichen, so konstatiert man ja sofort einen bedeutenden Unterschied. Die Entstehung der Nervenstämmen in der freien Extremität hat auch in der Entwicklung der Gefässe eine bedeutende Veränderung in der Gefässanordnung herbeigeführt. Trotzdem ist es möglich, die gleichwertigen Teile der beiden Stadien festzustellen. Die Glieder des Gefässnetzes an der

lateralen Seite des ventralen Nerven nebst der proximalen Gefäßinsel dokumentieren sich durch die Dicke ihrer Wände als die ältesten Gefäße, und da sie überdies die direkte Fortsetzung der Extremitäten-Arterie sind, erscheint es mir ganz sicher, dass diese Gefäße mit dem centralen Gefäßnetze des ersten Stadiums homolog sind. Schwieriger ist es, eine bestimmte Vergleichung in den Details durchzuführen, und auch nicht nötig. Die Hauptsache ist die, dass die Hauptbahnen der zuführenden Gefäße einen sehr deutlichen Netzcharakter darbieten. Dies geht ja unzweideutig aus den Rekonstruktionen hervor. Auch in den Schnitten findet man in dieser Beziehung lehrreiche Bilder. So sieht man im distalen Teil der Arterienraute Fig. 8, Taf. XXIX/XXX s, welcher genau im Winkel zwischen den beiden divergierenden Nervenstämmen belegen ist, kleine arterielle Netze mit groben Balken und kleinen Maschen, so dass sie auf den Schnitten ganz wie durchlöchernte Platten aussehen. — Das Gefäßnetz, welches in dem Stadium (7 mm) dem dorsalen Nerven folgt, ist im Verhältnis zu dem vorhergehenden Stadium ganz neu und muss sich aus den peripheren Kapillaren des ersten Stadiums entwickelt haben.

Embryo, 11,7 mm, repräsentiert das Stadium, das ohne Zweifel unter den von mir untersuchten hinsichtlich der Entwicklung der Extremitätengefäße das lehrreichste ist. Der Zustand des Embryo ist vorzüglich erhalten. Die Fixierung und Färbung sind tadellos. Die verschiedenen Gewebeanlagen lassen sich sehr gut unterscheiden. Die Nerven treten als helle Streifen hervor, in denen auch die zusammensetzenden Fibrillen sich beobachten lassen. Die Gefäße sind mit rotgefärbten Blutkörperchen gefüllt und lassen sich darum, wie in injiziertem Zustande, verfolgen. Die Skelettteile befinden sich noch im Mesenchymstadium. Die Anlage von Humerus, Radius und Ulna sind indes gut zu sehen, was für die Homologisierung der Gefäße von grosser Bedeutung ist. Die grösste Schwierigkeit

der Untersuchung besteht darin, dass in diesem Stadium die tiefen Venen längs den Arterien sich anzulegen beginnen. Eine Verwechselung der Arterienanlagen mit diesen könnte also gedacht werden. Durch einige Übung gelingt es aber ganz bestimmt, die beiden Gefäßarten voneinander zu unterscheiden. Das Hauptunterscheidungsmerkmal besteht darin, dass man sehr sorgfältig die Gefäßdurchschnitte — am besten durch genaue Aufzeichnung der Schnitte mittelst der Camera — von dem einen Schnitte zum anderen verfolgt und die feinen Äste bis auf die gröberen Gefäßanlagen zurückführt, die immer sehr leicht auseinander zu halten sind. Übrigens besitzen die Arterienwände schon in diesem Stadium ein etwas größeres Kaliber als die Venen, so dass man jene auch im zusammengefallenen Zustande von diesen unterscheiden kann. Die Schnitte 252, 253, 254 mit der *A. brachialis superficialis* inf. sind ein vorzügliches Beispiel davon (Taf. XXXV/XXXVI, Fig. 5 = Schnitt 253, a. b. s. i.).

Der Plexus brachialis ist im grossen und ganzen wie in den früheren Stadien gebaut. Die fünf Nervenstämmе treten also zu einer Platte zusammen, welche dann winkelförmig in zwei mächtige Stämme: einen dorsalen und einen ventralen zerfällt (Fig. 3, Taf. XXVII/XXVIII), von denen jeder sich in die besondern Nerven fortsetzt. Ein Unterschied im Verhältnisse zu den vorigen Stadien besteht darin, dass eine Durchlöcherung der Platte und der Stämme stattgefunden hat, die das erste Auftreten der bleibenden Plexus-Stränge bekundet. Die bleibenden Nerven sind jetzt angelegt (Fig. 3, Taf. XXVII/XXVIII). Von dem dorsalen Stamm laufen die *N. axillaris* und *radialis* aus. Der ventrale Stamm setzt sich in die *N. musculo-cutaneus*, *medianus* und *ulnaris* fort. Von der ventralen Seite der mächtigen ventralen Platte läuft eine kleine Nervenplatte aus (Fig. 3 Taf. XXVII/XXVIII, Fig. 8 Taf. XXV/XXVI, k. v. p.), die wahrscheinlich die Anlage der kurzen ventralen Plexusnerven enthält, deren weitere Entwicklung ich aber nicht verfolgt habe. Längs der

medialen Seite der Nerven-Plexusplatte verläuft die sehr deutlich hervortretende Extremitätenarterie bis zum distalen Teil der Platte.

Sie verläuft dann durch den ventralen Teil der Platte und setzt sich weiter in die centrale Gefässformation fort. Da diese sich in ihrem oberen Teil auf den beiden Seiten etwas verschieden verhält, muss die Gefässanlage der Extremitäten einzeln betrachtet werden. Die Figuren 8, 9, 10 auf der Tafel XXV/XXVI sollen die Beschreibungen der komplizierten Gefässverhältnisse der linken Extremität erläutern. Die Fig. 9 Taf. XXV/XXVI zeigt nur die Gefässverzweigung. Die Figuren 8 und 10 demonstrieren die Lage der Gefäße zu den Nervenplatten und -stämmen. Die Fig. 8 zeigt die Nerven und Gefäße, von der medialen Seite gesehen. Man sieht also sehr deutlich den N. medianus (n. m.), den N. ulnaris (n. u.) und die kleine, ventrale Nervenplatte (k. v. p.). Der dorsale Nerv ist nur an ihrem oberen Rande zu sehen. Die Fig. 10 stellt dasselbe Modell dar, das hier aber von der lateralen Seite gezeichnet ist. Man sieht also den obersten Teil des dorsalen Nerven (d. n.), die N. medianus und ulnaris von ihren dorsalen Seiten u. s. w. Die Extremitäten-Arterie verläuft erst an der medialen Seite des Plexus brachialis (Fig. 8). Dann teilt sie sich in zwei ungefähr gleich kräftige Stämme, von denen einer durch die ventrale Plexusplatte verläuft. Nach diesem Durchgange erweitert sich das Gefäss bedeutend (Fig. 9 s). Diese Erweiterung liegt eben in der Gabel, welche die dorsale und volare Nervenplatte miteinander bilden. Dann setzt sich das Gefäss längs dem radialen Rande des N. medianus fort (Fig. 8 a. b), bis es in der Unterarmabteilung der Extremität dorsalwärts ablenkt (Fig. 8 a. i.). Der zweite Teilst der Extremitätsarterie (Fig. 8, 9 A. b. s. s.) setzt seinen Weg medialwärts von der Nervenplatte fort und sendet einen Ast ab, der durch die kleine ventrale Nervenplatte verläuft und mit anderen weiter unten zu beschreibenden Gefässen anastomosiert.

Aus der oben beschriebenen Erweiterung, welche die centrale Arterie bildet, nachdem sie die ventrale Nervenplatte passiert hat, entspringen nun mehrere sehr wichtige Gefässe. Einige von diesen ziehen dorsalwärts um die Humerusanlage und sind in den Figuren nicht dargestellt. Uns interessieren noch mehr die Gefässe, welche zu der ventralen Gefässformation gehören. Besondere Aufmerksamkeit zieht ein Gefäss auf sich, das nach unten und medialwärts verläuft (Fig. 8 u. 9, Taf. XXV/XXVI, a. b. s. m.), die Wurzel des N. medianus perforiert und also auch in Fig. 8, Taf. XXV/XXVI (a. b. s. m.) deutlich zu sehen ist. Nach dem Durchtritt durch den N. medianus teilt sich das Gefäss in zwei Äste, welche divergieren, und von denen der eine sich mit dem Teillaste der Extremitätenarterie verbindet, der medialwärts von der Nervenplatte verläuft (a. b. s. s.), während der andere schräg über die mediale und dann vordere Seite des N. medianus zur Einmündung in die centrale Arterie verläuft (Fig. 8 u. 9, a. b. s. s.). Schliesslich entspringt aus dem mehr genannten Arteriensee im untersten Teil eine Arterie, die sehr deutlich um die hintere Seite des N. medianus zu verfolgen ist (s. Schnitt-Figur 5, Taf. XXXV/XXXVI, sowie Figuren 8, 9, a. b. s. i. auf der Tafel XXV/XXVI) und in die Arterie A. b. s. einmündet.

Die Gefässe der rechten Extremität, zu deren Beschreibung wir jetzt übergehen, sind in den Figuren 1, 2, 3 auf den Tafeln XXVII/XXVIII dargestellt. Die Figur 2 zeigt nur die Gefässe. Die Figuren 1 und 3 demonstrieren sowohl die Gefässe wie die Nerven. Die Figur 1 zeigt diese von der medialen Seite gesehen, während in Figur 3 die Nerven und Gefässe von oben dargestellt sind. Im grossen und ganzen sind die Anlagen der beiden Seiten einander ähnlich. Nur darin herrscht auf der rechten Seite eine grössere Kompliziertheit, dass das Gefäss statt auf einer Stelle, wie auf der linken Seite, an drei Stellen die Nervenplatte perforiert, welche drei Äste dann wieder zu dem Arteriensee zu-

sammenlaufen. Die Lage dieser letztgenannten Bildung in der Gabel der ventralen und dorsalen Nervenstämmen von oben ist sehr deutlich aus der Figur 3, Tafel XXVII/XXVIII zu ersehen. Die Schnitte 1, 2, 3, 4, 5, 6 auf der Tafel XXXIII/XXXIV zeigen dieselbe gleichfalls. In diesen, welche nacheinander folgende Schnitte derselben Serien darstellen, kann man eine gute Vorstellung von den beiden oberen perforierenden Ästen bekommen. Im übrigen verhalten sich die Gefässe wie auf der anderen Seite. Die Arterie, welche die Wurzel des N. medianus durchbohrt, ist auch hier schön entwickelt, wie aus den Rekonstruktionen (Fig. 2, Taf. XXVII/XXVIII) und aus dem Schnittbilde (Fig. 3 u. 4, Taf. XXXIII/XXXIV) gut zu ersehen ist. Ihr Zusammenhang mit den anderen Teilen der Gefässanlage ist ganz wie auf der anderen Seite.

Aus den jetzt mitgeteilten Befunden geht also hervor, dass im genannten Stadium die Extremitätenarterie im Gebiete der Wurzel der ventralen Nervenplatte ein wirkliches Netzwerk von Gefässen bildet, dessen Glieder sich durch eine bestimmte Lage zu den Teilen der Nervenanlage charakterisieren.

Die nun beschriebene Gefässformation, deren inniger Konnex mit dem ventralen Nervenstamm der Extremität sehr deutlich hervorgeht, repräsentiert nicht alle in der Extremität vorkommenden Gefässe. Die dorsale Gefässbahn längs dem dorsalen Nerven ist ganz deutlich, um dem Humerus zu folgen und besonders im proximalen Teil ihres Verlaufes mit einer kräftigen Wandschicht versehen. Es finden sich dazu auch feine kapillare Bahnen, deren Untersuchung viel schwieriger ist, die aber für das Verständnis der bleibenden Gefässe von der grössten Bedeutung ist. Vorder Radiusanlage läuft eine feine netzförmige Kapillarbahn hin (Fig. 8, Taf. XXV/XXVI, Fig. 1 u. 2, Taf. XXVII/XXVIII), die gerade an der Einmündungsstelle der A. brachialis superficialis in die A. brachialis entspringt. Ich deute sie als A. radialis. Ihr weiteres Schicksal distalwärts konnte ich nicht er-

forschen. — Gerade an der Stelle, wo die centrale Arterie dorsalwärts abbiegt, entspringt ein feines Gefäß, das sich quer über den radialen Rand des N. medianus biegt und vor dem Nerven seinen Weg fortsetzt (Taf. XXV/XXVI, Fig. 8 u. 9, a. m.). Zu diesem Nerven ziehen auch mehrere andere Kapillargefäße, die teils durch den Nerven verlaufen, teils ulnarwärts von demselben liegen. Diese Gefäße verbinden sich miteinander und bilden ein Netzwerk auf dessen vorderer Seite (in den Figuren nicht dargestellt). Diese an dem distalen Teil des N. medianus gelegenen Gefäße erhalten auch einen Zufluss von Kapillarbahnen, die ventralwärts, also vor dem N. medianus, ein Stück von demselben parallel mit dem Nerven verlaufen und aus dem Gefäße entspringen, das vor dem proximalen Teil des N. medianus gelegen ist (Fig. 8 u. 9, Taf. XXV/XXVI, a. a. b. s.). Schliesslich finden sich längs dem N. ulnaris feine Kapillargefäße (Fig. 8, 9, 10, a. u., Taf. XXV/XXVI). Ob diese nach oben mit dem Gefäßnetzwerke um den oberen Teil des ventralen Nerven zusammenhängen, kann ich nicht entscheiden. Dagegen strömen zu denselben feine Gefäße aus der Bahn, welche vor dem N. medianus verläuft, und es scheint mir auch, als ob von der centralen Hauptarterie, an der Stelle, wo sie dorsalwärts abbiegt, ein feiner Verbindungsast nach den längs dem N. ulnaris verlaufenden Gefäßen verlief.

Bevor wir zu der Beschreibung der nächsten Embryonalstadien übergehen, lohnt es sich, einen Blick auf das jetzt beschriebene zurückzuwerfen. Die Arterienverhältnisse in der oberen Extremität des zuletzt behandelten Embryo zeigen vielfach Übereinstimmung mit den früheren. Die dorsal zum N. medianus verlaufende Hauptarterie des Armes ist mächtig entwickelt. Noch lässt ihre Entstehung aus einem Netzwerke sich auf vielen Stellen nachweisen. Auf der linken Seite splittert sie sich in drei Gefäße während der Passage durch die Wurzel der ventralen Nervenplatte; eben an der Stelle, wo diese sich wieder vereinigen, ist das Gefäß mächtig ausgedehnt sowohl auf der linken, wie

der rechten Seite und mit vielen Nebenbogen versehen. Weiter distalwärts über der Stelle, wo das Gefäß dorsalwärts ablenkt, zeigt es auch zwei kleine Inseln (Fig. 1, 2, Taf. XXVII/XXVIII, wo nur eine von diesen dargestellt ist). Durch Ausweitung der Strombahn werden also diese Maschen allmählich in das Hauptgefäß hineingezogen. Was aber ganz besonders die Aufmerksamkeit sowohl in dem Embryo von 11,7 mm wie in demjenigen von 8 mm fesselt, ist die in beiden Fällen sehr deutliche, mit mehreren Wurzeln versehene *A. brachialis superficialis*, aus der Gefäße entspringen, die vor dem *N. medianus* weiter distalwärts verlaufen. Die in diesen Stadien so deutlichen Gefäße entsprechen denjenigen im Stadium 8 mm, die vor dem *N. medianus* gelegen sind. Hier sind sie aber noch nicht so deutlich. Anders in dem Stadium 11,7 mm. Die in beiden Fällen ganz typische Lage zum *N. medianus* und die Stärke ihrer Wände sind Merkzeichen, durch welche man sie leicht herausfinden kann. Dieselbe Deutlichkeit findet man nicht hinsichtlich der feinen oben beschriebenen Kapillarbahnen. Diese sind im uninjizierten Zustande sehr schwierig zu verfolgen und in ihrer Gesamtheit darzustellen. Die Beschreibungen wie die Abbildungen von ihnen sind also ohne Zweifel etwas unvollständig. Man behält nach einer genauen Durchmusterung der Präparate den Eindruck, dass in Bezug auf diese Gefäßbahnen noch mehr zu beobachten ist, was aber im uninjizierten Zustande kaum möglich ist.

Embryo 8,3 mm. Die Befunde, die ich mit Hinsicht auf die embryonalen Gefäße beim vorher beschriebenen Embryo gemacht habe, werden völlig bestätigt durch die Untersuchung des Embryo von 8,3 mm Länge. Die Entwicklung der Extremitäten befindet sich ungefähr in demselben Stadium wie bei dem Embryo von 11,7 mm Länge. Die Skelettanlage tritt in Form von mesenchymatischen Verdickungen hervor. Die Nerven und Gefäße sind deutlich zu sehen und ausser-

ordentlich gut beibehalten. Die Arterienanlage verhält sich ganz wie bei diesen. Um Wiederholungen zu vermeiden, verzichte ich darauf, eine detaillierte Schilderung derselben mitzuteilen und hebe nur hier gewisse Punkte von Interesse hervor. Die Formen sind bei diesem Embryo kleiner als bei dem vorigen, weshalb die Rekonstruktionen nicht so leicht ausführbar sind. Die Figuren 6, 7 auf der Tafel XXV/XXVI zeigen uns den Plexus brachialis und das Verhältnis der Extremitäten-Arterie zu demselben. Man sieht, wie die vier unteren Cervikalnerven und der oberste Thorakalnerv sich zu einer Platte vereinigen und wie von dieser ein dorsaler und ein ventraler Stamm ausläuft. Diese setzen sich dann in mehrere Spitzen fort: die bleibenden Nerven, diese sind aber in der Rekonstruktion nicht ausgeführt. Auch die kleine ventrale Nervenplatte findet sich vor. Die perforierenden Gefäße sind in beiden Extremitäten sehr schön entwickelt. Es war gerade dies Objekt, an dem ich diese Gefäße zum erstenmal entdeckte und wodurch ich den Impuls zu einer weiteren Untersuchung dieser embryonalen Verhältnisse erhielt. In der rechten Extremität finden sich drei solche Gefäße, welche denjenigen des vorigen Stadiums völlig entsprechen. Das unterste von diesen ist sehr schwach und dann in der Rekonstruktion nicht dargestellt. Die zwei übrigen sind aber sehr schön vorhanden, wie teils aus den Rekonstruktionen (Fig. 5, 6, 7, Taf. XXV/XXVI), teils aus den Schnittbildern (Fig. 1, 2, 3, 4, Taf. XXXV/XXXVI) zu erschen ist. Auf der linken Seite sind nur zwei, aber sehr kräftige Gefäße zu entdecken. Die schräge auf der vorderen Seite des proximalen Teiles des N. medianus gelegene Arterie ist bei diesem Objekte mit ihren verschiedenen Wurzeln sehr gut ausgebildet. Man kann hier leicht beobachten (Fig. 3, 4, Taf. XXXV/XXXVI), dass sie eine Wandschicht hat, die ebenso kräftig ausgebildet ist als diejenige der centralen Arterie. Der Teil dieser Gefäßformation, welcher durch die Wurzel des N. medianus verläuft, ist auf der rechten Seite sehr

schön zu sehen. Ihre Anastomose nach oben mit dem Gefäss, das medial vom Plexus weiter verläuft, ist auf der linken Seite besonders schön zu sehen, weil es im Schnitte in der Länge getroffen ist (Fig. 4, Taf. XXXV/XXXVI). Schliesslich verdient die Ausweitung des Arterienrohres, in der Gabel der divergierenden Nervenstämme, wie sie im Schnitte (Fig. 6, Taf. XXXV/XXXVI) gezeichnet ist, eine Betrachtung. Mit kleinen Nebenbogen reichlich versehen, ähnelt sie auf dem Schnitte einer durchlöcherten Platte.

Embryo 9 mm Länge. Das Skelett ist knorpelig präformiert. Die Nerven sind weiter ausgewachsen. Die Muskeln sind noch nicht differenziert. Eine gleichmässige Gewebeschicht füllt den Raum zwischen den Knorpeln und den Nerven aus. Die Gefässe treten sehr deutlich hervor. Leider ist die Serie nicht vollständig. Viele Schnitte sind nämlich so zerrissen, dass ein vollständiges Bild der Gefässverhältnisse sich nicht entwerfen lässt. Die Nerven verhalten sich ungefähr wie im vorigen Stadium. Rechts geht die Extremitäten-Arterie auf zwei Stellen (s. Fig. 7, Taf. XXVII/XXVIII) durch die ventrale Nervenplatte. Links nur auf einer. Besonders stark ausgeprägt ist dabei die beinahe rechtwinkelige Biegung, die das Gefäss macht. Dann setzt sich die Arterie lateralwärts längs dem N. medianus fort und biegt schliesslich als starkes Gefäss dorsalwärts zwischen den Unterarmknorpeln ab, wodurch es sich als A. interossea anterior bekundet. Die A. interossea posterior ist auch deutlich zu erkennen (Fig. 7, Taf. XXVII/XXVIII). In diesem Stadium ist das Hauptgefäss der Extremität also voll entwickelt und verhält sich ganz so, wie Zuckerkandl es zum ersten Male genau beschrieben hat. Der Netzcharakter, den es noch in den letzten Stadien gezeigt hat, ist verschwunden mit der Ausnahme, dass auf der einen Seite noch eine Insel in der Wurzel der ventralen Nervenplatte vorhanden ist. Das genannte Hauptgefäss ist aber nicht das einzige in der Extremität. Durch den Medianus-Ursprung bohrt sich eine mit deutlicher Wandschicht versehene Arterie,

die vor dem N. medianus verläuft, deren Detailverhältnisse ich leider infolge des obengenannten Fehlers der Serie nicht zu eruieren vermag. Dass sie aber mit derjenigen des vorigen Stadiums ganz homolog ist, kann ich mit Bestimmtheit entscheiden.

Ferner ist zu bemerken, dass in diesem Stadium, wo die Skelettteile eben in den knorpeligen Zustand übergetreten sind, von den übrigen Gefässbahnen die A. mediana sehr gut entwickelt ist und eine deutliche Wandschicht besitzt. Sie liegt bei diesem Embryo erst radialwärts von dem N. medianus, dann gerade vor demselben.

Die folgenden Stadien charakterisieren sich alle dadurch, dass die Arterienverzweigung der oberen Extremität den Typus des werdenden Zustandes erreicht hat, d. h. dass die grossen Stämme als scheinbar freie Äste hervortreten. Unter sich zeigen aber die besonderen Embryonen Unterschiede in der Gefässanordnung, die von grossem Interesse sind und darum gesondert beschrieben werden müssen.

Embryo 14 mm a). Der Zustand des Objektes ist vorzüglich beibehalten. Die linke Extremität ist beschädigt, so dass nur die rechte beschrieben werden kann. Das Skelett ist knorpelig präformiert, und seine Teile lassen sich sehr gut unterscheiden. Die Muskeln haben angefangen auszudifferenzieren. Der Plexus brachialis und davon ausgehende Nerven sind in einem Zustande vorhanden, welcher sich sehr leicht mit dem bleibenden vergleichen lässt. Die fünf Nervenstämme treten zu einer Platte zusammen, und diese teilt sich wieder in zwei mächtige Bildungen, eine ventrale und eine dorsale. Die Durchlöcherungen, die schon im vorhergehenden Stadium zu finden waren, sind weiter geworden und lassen sich nun als die Medianus-Schlingen unterscheiden (Fig. 11, Taf. XXV/XXVI, 1 m. s., 2 m. s., Fig. 4, Taf. XXVII/XXVIII, 1 m. s.; 2 m. s.). Sie sind nämlich in der Wurzel des sehr deutlichen N. medianus gelegen. Auch die N.

musculo-cutaneus und ulnaris treten gut hervor, jene aus dem kranialen, diese aus dem kaudalen Teil der ventralen Nervenplatte entspringend.

Die Extremitätenarterie zieht erst medialwärts von dem Plexus brachialis. Dann macht sie eine Biegung (Fig. 4, Taf. XXVII/XXVIII) und zieht durch den volaren Teil des Plexus. Dann folgt wieder eine Biegung, und nun verläuft die Arterie nach unten zwischen den beiden mächtigen volaren und dorsalen Plexusteilen (Fig. 11, Taf. XXV/XXVI). Nach dem Abgange der A. profunda brachii teilt sich das Gefäß ungefähr an der Stelle, wo der N. ulnaris abgeht, in zwei gleich starke Äste, von denen einer (A. b. p. Fig. 11, Taf. XXV/XXVI, Fig. 4, Taf. XXVII/XXVIII) den Weg medialwärts vom N. medianus fortsetzt, während der andere (A. b. s. i.) eine Spiralwindung um den N. medianus macht, d. h. erst hinter demselben, dann um dessen volare Seite wieder nach oben verläuft und sich mit dem vorigen Aste zu einem Ringe vereinigt, welcher den N. medianus einschliesst. Nun setzt sie sich weiter in ein Gefäß fort, das nach einem gewissen Verlaufe dorsalwärts zwischen den beiden Vorderarmskelettteilen ablenkt (A. i. Fig. 11, Taf. XXV/XXVI). Fast an der Vereinigungsstelle der beiden den N. medianus umfassenden Inselarme entspringt ein Gefäß, das vor der Radiusanlage verläuft (A. r. Fig. 11, Taf. XXV/XXVI). Weiter distalwärts geht ein kräftiger Ast ab, der vor dem N. medianus bis in die Hand verläuft (A. m. Fig. 11, Taf. XXV/XXVI). Ein wenig nach unten von dieser Stelle wird eine Arterie abgegeben, die zum distalen Teil des N. ulnaris verläuft und bis in die Hand verfolgbar ist. Sie ist nicht in den Figuren dargestellt. Alle die beschriebenen Arterien, sowohl die centralen wie die von ihr abgehenden Äste, sind mit einer deutlichen Muskelwand versehen.

Die Vergleichung mit dem Stadium 11,7 mm ist ziemlich leicht durchzuführen. Die volarwärts von dem N. medianus

verlaufende Anastomose hat sich in diesem Stadium gleichkräftig wie die dorsalwärts gelegene Arterie entwickelt. Von ihren drei Wurzeln hat sich aber nur diejenige, die unter dem N. medianus gelegen ist, beibehalten. Die im Stadium 11,7 mm vor der Radiusanlage gelegene Arterie, sowie diejenigen vor dem N. medianus und zum N. ulnaris ziehenden Äste haben sich auch mächtig entfaltet. Die übrigen Arterien des Stadiums 11,7 mm lassen sich dagegen nicht nachweisen.

Embryo 14 mm b). Die Organe befinden sich in demselben Stadium der Entwicklung wie bei dem nächst vorher beschriebenen Embryo. Der Zustand des Objektes ist aber nicht so gut beibehalten, wie bei jenem, so dass nur die Hauptarterie der Extremität sich darstellen lässt. Die Arterie verläuft erst medialwärts vom Plexus brachialis, dann zieht sie durch die erste Medianus-Schlinge (A. a. Fig. 5, Taf. XXVII/XXVIII) und verläuft eine Strecke lateral von dem N. medianus, geht dann spiralförmig um den N. medianus, indem sie erst hinten, dann medialwärts, darauf vor und schliesslich in der Ellenbeuge lateral vom Nerven gelegen ist (A. b. s. i. Fig. 5, Taf. XXVII/XXVIII). Alsdann setzt sie sich zwischen den beiden knorpeligen Anlagen des Radius und der Ulna fort. Auf dem gewöhnlichen Platz der A. brachialis ist ein kaum hervortretendes Gefäss zu sehen. Wenn wir also dieses Stadium mit demjenigen von 11,7 mm vergleichen, so finden wir, dass es die spiralförmige unter dem N. medianus gelegene Anastomose dieses Stadiums ist, welche nebst dem distalen Teile der vor dem N. medianus gelegenen Arterie zu der Hauptbahn im Gebiete des Oberarmes sich erweitert hat, während der Inselarm lateral vom N. medianus sehr wenig entwickelt ist. Wie die übrigen Arterien, die A. mediana, ulnaris und radialis sich in diesem Stadium verhalten, lässt sich nicht bestimmen. Der Konservierungszustand ist nämlich nicht derartig, dass etwaige Details studiert werden können.

Embryo, 16,2 mm Länge (Fig. 6, Taf. XXVII/XXVIII).

Der Zustand dieses Objektes ist sehr vorzüglich. Die Fixierung und Färbung sind tadellos, weshalb auch die besonderen Organe gut hervortreten. Die Nerven und Gefässe sind im allgemeinen leicht in ihren feinen Verzweigungen zu verfolgen. Das Skelett ist knorpelig. Die Muskeln und Sehnen sind auch zu beobachten. — Das Modell in Fig. 6 Taf. XXVII/XXVIII belehrt über die Nerven- und Gefässverhältnisse. Die Extremitätenarterie folgt erst der medialen Seite des Plexus brachialis, dann macht sie eine ziemlich scharfe Biegung und zieht durch den ventralen Teil des Plexus brachialis, welcher in die N. musculo-cutaneus, medianus, ulnaris und cutaneus antibrachii medialis (nur die drei ersten sind in Modelle dargestellt) sich fortsetzt. Vor dem Durchtritt durch den Plexus gehen zwei deutliche Gefässe ab. Nachdem das Gefäss durch die ventrale Nervenplatte gegangen ist, macht es wieder eine Biegung und verläuft längs der lateralen Seite des N. medianus. Die Stelle dieser Biegung befindet sich eben in dem Winkel zwischen dem ventralen und dorsalen Plexusstamme. Von der genannten Biegungsstelle entspringen sehr nahe aneinander zwei Gefässe, die sich in ihrem weiteren Verlaufe als A. subscapularis und circumfl. hum. post. erweisen. Sie verlaufen über dem dorsalen Nervenstamme zu seinem Gebiete. Der Winkel zwischen den beiden Nervenstämmen ist nicht so stumpf wie in den früheren Stadien. Dieser Teil der Nervenanlage ist gleichsam in die Länge gezogen, so dass die grossen Stämme mehr parallel miteinander ziehen. Die Extremitätenarterie verläuft, wie gesagt, lateralwärts von dem mächtigen N. medianus, giebt an der Stelle, wo der N. radialis dorsalwärts ablenkt, und in der Höhe der unteren Medianus-Schlinge eine kräftige Arterie ab, die als A. profunda brachii sich kennzeichnet. Etwas weiter nach unten von der Stelle, wo der N. ulnaris abgeht, verändert sich die Lage zwischen dem Nerven und der Arterie, indem dieser mehr dorsalwärts ablenkt. Jetzt geht von der Arterie eine deutliche A. radialis ab (Fig. 6,

Taf. XXVII/XXVIII a. r.), und dann nach einem kurzen Verlaufe teilt sie sich in drei stark divergierende Äste, von denen die *A. interossea* (a. i.) dorsalwärts verläuft, während die *A. mediana* (a. m.) die gerade entgegengesetzte Richtung volarwärts einschlägt, indem sie erst hinter, dann radialwärts um den *N. medianus* verläuft. Der dritte Teilst (a. u.) dieses Typus setzt sich als eine sehr kräftige *A. ulnaris* zu dem *N. ulnaris* fort und verläuft längs diesem.

Beide Extremitäten verhalten sich ganz ähnlich. Von Interesse ist dieses Stadium darum, weil der Verzweigungstypus, sowie die Lage der Arterienstämme mit dem ausgewachsenen Zustande übereinstimmen.

Embryo von 20,5 mm Länge (Fig. 8, Taf. XXVII/XXVIII). Die Skelettteile befinden sich im Zustande des Knorpels. Die Muskeln und Sehnen sind deutlich differenziert, sodass man sowohl die besonderen Muskeln wie Muskelgruppen deutlich unterscheiden kann. Die Arterien sind mit einer sehr deutlichen geschichteten Wand versehen. Die tiefen Venen sind auch gebildet und folgen den Arterien als *Venae comitantes*.

Der Plexus brachialis ist in seinem distalen Teile in Stränge differenziert, und man erkennt also in der Höhe des oberen Teiles des Humerus die drei sog. *Fasciculi secundarii* des ausgebildeten Zustandes. Die beiden im vorigen beschriebenen Teile des embryonalen Plexus: der dorsale und ventrale sind auch gut zu unterscheiden, und die drei *Fasciculi secundarii* sind so entstanden, dass der dorsale Teil zum *Fasciculus secundarius posterior* sich umgewandelt hat und die ventrale Portion in zwei Stämme zerfallen ist, welche die beiden *Fasciculi secundarii superior et inferior* bilden. Die Medianus-Schlinge liegt ziemlich distalwärts gerückt und wird dadurch gebildet, dass der *Fasciculus superior* sich in den *N. musculo-cutaneus* (Fig. 8, Taf. XXVII/XXVIII, n. m. c.) und die äussere Wurzel des *N. medianus* teilt und der *Fasciculus inferior* den *N. ulnaris* und die innere

Wurzel des N. medianus bildet. Die beiden Wurzeln des N. medianus treten also zur Bildung eines kräftigen Nervenstammes zusammen, der durch die Fossa cubiti und die Flexorenmasse des Unterarmes sehr gut bis in die Hand verfolgbar ist. Der N. radialis (N. r.) windet sich um den Humerus und teilt sich dann in einen tiefen und einen oberflächlichen Ast. Der N. ulnaris hat jetzt seinen Platz hinter dem Epicondylus lateralis des Humerus eingenommen. Die Bildung des Plexus brachialis findet also durch Auffaserung der in den vorhergehenden Stadien beschriebenen Nervenplatten statt.

Die Extremitätenarterie zeichnet sich durch eine sehr kräftige Wand aus, wodurch sie leicht verfolgbar ist. Sie geht erst nach aussen, macht dann eine Biegung nach vorne und unten und verläuft darauf als A. axillaris (Fig. 8, Taf. XXVII/XXVIII, A. a.) auf der medialen Seite des Plexus brachialis längs diesem. Alsdann macht sie eine scharfe Biegung nach aussen und verläuft zwischen den beiden aus dem ventralen Plexusteile entstandenen Fascicul. secundarii schräg nach aussen und kommt also ganz wie in allen den jüngeren Stadien in den Raum zwischen dem dorsalen und dem ventralen Teile des Plexus und der Humerusanlage. Hier macht sie wieder eine scharfe Biegung und giebt die A. circumfl. hum. post. und subscapularis ab, welche beide zusammen entspringen. Jene läuft mit dem N. axillaris um den Humerus. Diese läuft über den N. radialis zu ihrem Gebiete. Nach der letzterwähnten scharfen Biegung verläuft die Extremitätenarterie nach unten, giebt die A. profunda brachii ab und geht dann in einer spiralförmigen Windung um die obere Medianuswurzel, sodass sie auf der medialen Seite des N. medianus verläuft, wo sie eine Strecke lang schräg geht (Fig. 8, Taf. XXVII/XXVIII, a. b. s.). Im unteren Teil des Oberarmes verläuft das Gefäss schräg über die vordere Seite des N. medianus und kommt also lateralwärts vom Nerven zu liegen. Hier entspringt gerade an der medialen Seite der tiefen Biceps-Sehne eine kräftige Arterie (Fig. 8,

Taf. XXVII/XXVIII, a. r.), die vor der Radiusanlage verläuft, auf den deutlich hervortretenden M. pronator teres und flexor pollicis liegt und nach unten bis zum unteren Ende des Radius verfolgbar ist, wo sie über dem radialen Rande des Carpus weiter dorsalwärts verläuft. Hierdurch dokumentiert sich das Gefäss unzweideutig als A. radialis. Von wesentlicher Bedeutung ist es, dass sie nicht in unmittelbarer Nähe zum N. radialis superficialis gelegen ist. Dieser liegt vielmehr radialwärts und ist in den 20 μ dicken Schnitten 243—247 der Serie zu finden, während die A. radialis erst im Schnitte 256 zu finden ist und sich dann bis zum Schnitte 261 verfolgen lässt.

Von dem Abgange der A. radialis setzt die A. brachialis ihren Weg parallel mit dem N. medianus und auf dessen lateraler Seite fort und zerfällt dann in drei Äste, die stark voneinander divergierend in verschiedene Richtungen auslaufen. Der eine zieht in der Fortsetzung der A. brachialis schräg nach unten und dorsalwärts zwischen den beiden Vorderarmknochen und bekundet sich dadurch als die A. interossea volaris (Fig. 8, Taf. XXVII/XXVIII, a. i.). Der zweite läuft auf der radialen Seite des N. medianus zu dessen vorderer Seite, auf der er weiter gegen die Hand verläuft (a. m.). Der dritte setzt hinter dem N. medianus zu dem N. ulnaris fort, längs dem er als ein starkes Gefäss (a. u.) bis in die Hand zu verfolgen ist.

Wenn wir nun die Arterien der vorderen Extremität bei dem beschriebenen Embryo übersehen, so lässt sich der Zustand ja sehr leicht mit dem bleibenden identifizieren, obschon zugestanden werden muss, dass in gewisser Hinsicht wichtige Unterschiede vorhanden sind. Der Typus von freiverzweigten Arterien tritt hier auffallend zu Tage. Die Vorderarmarterien zeigen im grossen und ganzen dieselben Lageverhältnisse wie beim Erwachsenen, obgleich die A. radialis relativ weiter vom N. radialis superficialis liegt, als später der Fall ist. Auch ist die starke Divergenz der A. mediana, interossea und ulnaris be-

achtenswert. Aufmerksamkeit verdient auch die starke Biegung, welche die *A. axillaris* an der Stelle macht, wo sie zwischen den beiden *Trunci secundarii* eintritt. Eine solche habe ich niemals, weder bei den Föten noch bei den Erwachsenen, gefunden. Wahrscheinlich schwindet dieselbe durch Streckung während des folgenden Längenwachstums der vorderen Extremität. In allen den früheren Stadien ist die Biegung vorhanden und markiert die Stelle, wo die Extremitätenarterie durch den Plexus brachialis verläuft. Gerade unter derselben, eben dieselbe umfassend, liegt die oberste Medianus-Schlinge, wie in den Rekonstruktionen von Embryonen von 14 und 16,2 mm Länge zu sehen ist. Ein Vergleich zwischen diesen Stadien und dem letztbeschriebenen lehrt darum, dass in diesem die obere Medianus-Schlinge verschwunden ist und dass also die bestehende einer zweiten solchen entspricht. Über dieser zweiten Medianus-Schlinge windet sich die *A. brachialis* nach dem Abgange der *A. brachii* medialwärts und vor dem *N. medianus* und dokumentiert sich dann als eine *A. brachialis superficialis media*, deren Übereinstimmung mit dem Gefäss a. b. s. m. des Stadiums Embryo 11,7 mm leicht zu konstatieren ist (Taf. XXV/XXVI, Figg. 8 u. 9).

Beide Extremitäten zeigen ähnliche Verhältnisse der Gefässe.

Übersicht der Resultate der embryologischen Untersuchung.

Durch die oben mitgeteilten speziellen Beschreibungen der Gefässe der oberen Extremitäten bei jüngeren und älteren menschlichen Embryonen ist es möglich, ein vollständiges Bild von den Arterienverhältnissen des Menschen-Armes zu entwerfen. Im frühesten Stadium, wo die Extremität nur aus einem gleich-

mässigen Blastem und einer Ektodermbekleidung besteht, läuft die Extremitätenarterie durch die Nervenplatte und geht in der freien Extremität in eine schlingen- oder netzförmige Anlage über, die im Centrum der Extremität gelegen ist. Feinere Kapillaren entspringen aus dieser centralen Arterienformation, anastomosieren reichlich miteinander und bilden also ein durch das ganze Extremitätenblastem verteiltes Netzwerk, welches in die peripherisch gelegene Randvene übergeht. Nachdem die Bildung der Nervenstämmе von der in der Wurzel der Extremität gelegenen Nervenplatte in der freien Extremität fortgeschritten ist, kommt die centrale Gefässanlage lateral oder dorsalwärts von diesem zu liegen. Nun bilden sich arterielle Gefässnetze sowohl an der medialen (d. h. volaren) Seite des N. medianus, als längs dem dorsalen Hauptnerven. Gleichzeitig entstehen an der Stelle, wo das Hauptgefäss die Nervenplatte durchläuft, mehrere solche, welche nach der Perforation der Nervenplatte wieder in die centrale Arterie einmünden. Mehrere Anastomosen verbinden das dorsale und volare Gefässnetz miteinander. Aus dieser Arterien-Anlage, die einen deutlichen Netzcharakter besitzt, geht die bleibende freie Arterienverästelung durch eine stärkere Ausbildung gewisser Teile und eine Verödung anderer Teile hervor. Unter dem Einflusse des stärker gewordenen Blutdruckes schiessen die Blutströme in einzelne stärkere Bahnen hinaus, während die kleineren Nebenwege ausser Spiel gesetzt werden oder in die grösseren aufgehen. Für ein solches Aufgehen der feineren Gefässe in die grösseren geben die untersuchten Stadien ein direktes Zeugnis. Ich erinnere nur daran, dass ich die deutlichen Bogen im distalen Teile der Extremität durch die Stadien 5, 8 und 11,7 mm unter stetiger Abnahme der Kaliber verfolgt habe. Für dies Aufgehen der feinen Gefässe in die grösseren sprechen auch solche Bilder, wie die in der Fig. 6, Taf. XXXV/XXXVI gezeichneten, wo man kleine,

sehr unbedeutende Nebenbogen oder Inseln im Verlaufe der grossen Gefässe sieht.

Die Kräfte, unter deren Einfluss die Gefässe entstehen, scheinen also von zweierlei Art zu sein. Im ersten Stadium, in dem die feinen arteriellen Gefässe als netzartige Bahnen entstehen, sind es die Stoffwechselprozesse in den Geweben, welche die Gefässbahnen hervorrufen. An den Stellen, wo diese sich lebhafter abspielen, werden die feinen Gefässbogen in reichlicherer Anzahl gebildet und heben sich dann aus dem allgemeinen Kapillarnetze besonders hervor. Das unter schwachem Drucke cirkulierende Blut bewegt sich wahrscheinlich durch die Maschen des Netzes hin und her. In der zweiten Periode ist es die Kraft, mit der das Blut von dem kräftiger gewordenen Herzen in die Gefässe getrieben wird, welche die Metamorphose von der netzigen Anlage zu den frei verästelten Hauptstämmen durchführt. Es findet, um mit Roux zu sprechen, eine Anpassung an die hydrodynamischen Verhältnisse statt.

Die Hauptsache in den vorhergehenden allgemeinen Betrachtungen ist die, dass die Extremitätsgefässe sich nicht als solche anlegen. Sie gehen vielmehr aus netzförmigen Bildungen hervor. Diese sind aber nicht gleichförmig durch die Gewebe verteilt, sondern werden schon von Anfang an bestimmten Stellen angelegt. Als solche Prädilektionsstellen für die Entstehung der Gefässe sind besonders die Umgebungen der Nervenstämmen zu nennen. Bei einem Embryo von 8 und 11 mm Länge folgen also die Gefässe sehr genau den Nervenanlagen. Es scheint dabei, als ob die Gefässnetze erst an den Stellen angelegt werden, auf welchen die Nerven später hervortreten. Zu diesem Schlusssatze finde ich mich berechtigt durch die Untersuchung der Schnitte der frühen Embryonalstadien. Beim Embryo 5 mm reichen die deutlich hervortretenden fibrillär differenzierten Nervenstämmen nur bis zur Basis der freien Extremitätenplatte, aber schon jetzt ist in deren Centrum

ein arterielles Gefäßnetz differenziert, das sich wohl von den regellosen Kapillaren im übrigen Blastem unterscheidet. Dieses centrale Gefäßnetz zeigt den Weg für den später entstehenden volaren Nervenstamm. Ich denke mir also die Sache so, dass auf gewissen Stellen in der Bildungsmasse lebhaftere Stoffwechselprozesse stattfinden, welche einerseits den Impuls zu einer Ausbildung der Gefäßkapillaren an diesen Stellen geben, andererseits mit der Bildung der Nervenbahnen im Zusammenhang stehen. Dass die Nervenstämme der Extremitäten in centrifugaler Richtung mit freien Spitzen hervorstechen, wie die allgemeine Ansicht über die Bildung der peripheren Nerven nach den Untersuchungen von His und Cajal lautet, finde ich nicht bewiesen. Freilich ist es wahr, dass die Bildung der Nerven allmählich vom Centrum nach der Peripherie fortschreitet. Diese Erscheinung kann aber eben so gut dadurch erklärt werden, dass die Nervenfibrillen allmählich aus den Zellen der Bildungsmasse auskrystallisieren, also in loco gebildet werden, als durch eine Auswachsung der Stämme. Auf die nähere Behandlung dieser Frage, speziell das Vorhandensein der Cajalschen Wachstumskeule kann hier nicht eingegangen werden.

Es bilden sich nicht alle arteriellen Bahnen im topographischen Zusammenhange mit den Nerven. Einige gehen aus den Anastomosen zwischen den Bahnen, welche längs den Nerven verlaufen, hervor. Die Entstehung der A. radialis ist ein vorzügliches Beispiel von Gefäßen, die sich auf solche Weise entwickeln, wie näher unten ausgeführt werden soll.

Die Entwicklung der Extremitätsarterien, wie sie in ihren allgemeinen Zügen jetzt dargestellt ist, stimmt in prinzipieller Hinsicht sowohl mit der Entstehung der Gefäße im Keimhof, wie mit der am besten bekannten speziellen Arterienentwicklung, nämlich im Kiemenbogengebiete. In allen Fällen findet man eine netzförmige Anlage, aus der die frei verzweigten Arterien durch Reduktion gewisser Teile der Anlage hervorgehen.

Ich gehe jetzt zu der Beschreibung der Entstehung der besonderen Extremitätsarterien beim Menschen über.

Um die Vergleichung zwischen den Gefässen der früheren Stadien und denjenigen des bleibenden Zustandes durchführen zu können, ist es notwendig, ihre Lage zu den Teilen des Plexus brachialis zu berücksichtigen. Aus diesem Grunde müssen wir auf die Entwicklung des Plexus brachialis und seiner Aste etwas näher eingehen. Bei einem menschlichen Embryo von 8 bis 11 mm Länge gestalten sich die Nervenverhältnisse des menschlichen Armes so, wie die Figg. 6 und 7 auf der Tafel XXV/XXVI dies zeigen. Die vier distalen Cervikalnerven und der erste Thorakalnerv treten zu einer in der Wurzel der Extremität gelegenen, vertikal gestellten Platte zusammen. Diese teilt sich dann in zwei kräftige Stämme oder vielmehr Platten, da sie eine grosse Ausstreckung in der Richtung von oben nach unten zeigen. In ihrem weiteren Verlaufe divergieren jetzt die Stämme und bilden einen nach aussen offenen, sehr charakteristischen Winkel, in dem die Humerus-Anlage gelegen ist. Einer von den Stämmen läuft also in den dorsalen Teil, der andere in den ventralen Teil der Extremität aus. Aus der Wurzel des ventralen Stammes entspringt eine kleine Platte, deren Aussehen und Verhältnis aus den Figg. 1 und 3, Taf. XXVII/XXVIII k. p. v. gut zu ersehen ist, deren weiteres Schicksal ich aber nicht näher verfolgt habe. Die Entwicklung der ventralen und dorsalen Stämme ist dagegen wichtig kennen zu lernen. Der dorsale Stamm teilt sich nahe der Wurzel in zwei Spitzen: eine kleinere entspricht dem N. axillaris, eine grössere dem N. radialis. Dieser teilt sich ferner beim Embryo 11 mm in die Rami superficialis und profundus des N. brachialis. Der ventrale Stamm setzt sich in drei Teile fort: der proximale, welcher schräg vor der Humerusanlage verläuft (Fig. 1, Taf. XXVII/XXVIII), ist der N. musculo-cutaneus, der mittlere stärkere ist der N. medianus, der distale, welcher im Verhält-

nis zum N. medianus etwas mehr dorsalwärts verläuft, wird zum N. ulnaris.

Die Wurzel der grossen ventralen Platte zieht besonders die Aufmerksamkeit auf sich. Sie ist im Stadium 8 und 11 mm wie durchlöchert von den Gefässen, welche durch sie verlaufen um die Gefässformationen zu verbinden, die vor und hinter dem N. medianus gelegen sind. Diese Gefässlöcher bilden sich später zu den Medianus-Schlingen aus, oder verschwinden während der späteren Auffaserung der Plexus-Platte. Sie sind in verschiedener Zahl vorhanden, je nach der Anzahl der perforierenden Gefässe. Zwei solche Löcher sind bei allen vier Extremitäten der Embryonen von 8 und 11 mm vorhanden. Es sind die Löcher, welche der zweiten und der vierten perforierenden Arterie der entwickelten Stadien entsprechen. Diese zwei Löcher entwickeln sich später zu den zwei Medianus-Schlingen, die in den Stadien von 14 und 16,2 mm zu finden sind.

Die weitere Entwicklung des Plexus brachialis besteht nämlich darin, dass die Platte in die Länge wächst, dass die Löcher derselben sich vergrössern und die zwischenliegenden Balken der Platte in die Länge ausgezogen werden, wodurch die Stränge des bleibenden Nervengeflechtes entstehen. Auf diese Weise zerklüftet sich die Platte. Die proximalen Teile der N. musculo-cutaneus, medianus und ulnaris, sowie die sog. Trunci secundarii entstehen eben durch die Auffaserung der ursprünglich kompakten Platte. Die Bildung der Stränge aus der plattenförmigen Anlage scheint von unten nach oben fortzuschreiten. Im letzten von den untersuchten Stadien (Embryo 20,5 mm) sind die Trunci secundarii sehr schön ausgebildet. Proximalwärts davon besitzt der Plexus noch die Form einer Platte. Durch weitere Auffaserung entstehen aus diesem Teile die drei Wurzeln des Truncus secundarius posterior, welche im ausgebildeten Zustande des Plexus brachialis zu finden sind. Durch die jetzt beschriebene Entstehungsart des Plexus brachi-

alis lassen sich die im anatomischen Teile beschriebenen Varietäten in dem Ursprung des N. medianus und dessen Verhalten zum N. musculo-cutaneus sehr leicht verstehen. Die Aufspaltung der Wurzelstämme des N. medianus in mehrere ist auf die ursprünglich vorhandene durchlöchernte Platte hinzuführen. Im allgemeinen verschwinden diese Löcher gleichzeitig, wie die durchtretenden Gefäße sich zurückbilden mit der Ausnahme von dem Loch, durch welches die A. axillaris verläuft und das die gewöhnliche Medianus-Schlinge bildet. In gewissen Fällen bleiben sie bestehen und entwickeln sich zu der zweiten oder dritten Medianus-Schlinge. Das Verschwinden der Löcher geht entweder so zu, dass sie in die Länge gezogen werden und in die Stränge aufgehen, oder so, dass bei der Auffaserung des Plexus die Balken bersten und die Löcher geöffnet werden. Der Fall, wo der N. musculo-cutaneus in der Medianus-Bahn verläuft, beruht darauf, dass die Zerklüftung in diesem Teil des Plexus proximalwärts nicht weit genug fortgeschritten ist. Der ursprüngliche Zusammenhang wird beibehalten.

Der Ausgangspunkt für die Herleitung der verschiedenen Arterienverzweigungstypen des menschlichen Armes bildet das Stadium beim Embryo von 11,7 mm Länge. Wie diese Arterienanlage zu stande gekommen ist, geht aus dem vorher Mitgeteilten genügend hervor. Hier erinnern wir uns nur daran (Fig. 9, Taf. XXV/XXVI, Fig. 2, Taf. XXVII/XXVIII, und Textfigur 14), dass die Extremitätsarterie, nachdem sie erst eine Strecke medialwärts dem Plexus brachialis gefolgt ist, durch die ventrale Plexusplatte passiert und dann lateral vom N. medianus weiter verläuft, bis sie sich im Gebiete des bleibenden Unterarmes in ein axiales zwischen den Skelettstücken gelegenes Gefäß längs dem N. interosseus dorsalis fortsetzt, welches sich noch im Netzstadium befindet. Der Durchschnitt der Arterie durch die Nervenplatte gestaltet sich verschieden, indem auf der linken Seite die medial vom Plexus brachialis verlaufende Extremitäts-

arterie drei Äste aussendet, welche durch die Nervenplatte verlaufen und lateral von dieser sich wieder zu einem Stamm vereinigen, während auf der rechten Seite nur ein Stamm vorhanden ist. Vor dem proximalen Teil des N. medianus befindet sich ein Gefäß (a. b. s.), das schräg über dessen vordere Fläche verläuft, nach oben mit dem medialwärts von der Nervenplatte gelegenen Teil der Extremitätsarterie (a. b. s. s.) zusammenhängt und nach unten, um den oberen Rand des Nerven sich windend, in die centrale Arterie einmündet. Dazu hängt dies Gefäß durch zwei Anastomosen (a. b. s. m., a. b. s. i.) mit der centralen Arterie zusammen: die eine von diesen läuft durch (a. b. s. m.) den N. medianus, die andere unter (a. b. s. i.) demselben (Fig. 9, Taf. XXV/XXVI, Fig. 2, Taf. XXVII/XXVIII).

Von dem distalen Teile der centralen Arterie ziehen feine kapillare Bahnen (a. m.) sowohl zu dem distalen Teile des N. medianus, um auf dessen vorderer Seite ein Netz zu bilden, wie zu dem N. ulnaris (a. u.).

Fast an der Zusammenmündungsstelle der vor und hinter dem N. medianus gelegenen Arterien entspringt ein dünnes Gefäß (a. r.), das weiter vor der Radiusanlage verläuft und dessen weiteres Schicksal nicht zu erforschen möglich war. Aus der schräg vor dem N. medianus verlaufenden Arterie entspringen feine kapillare Bahnen (a. a. b. s.), die oberflächlich in einer gewissen Entfernung vor dem N. medianus verlaufen und sowohl mit den Gefäßen um den distalen Teil des N. medianus (a. m.) wie mit denjenigen (a. n.) um den N. ulnaris verbunden sind. Schliesslich entspringen aus der centralen Arterie, nachdem diese die ventrale Plexusplatte passiert hat, Gefäße, die sich längs dem dorsalen Nerven ausbreiten und also sich mit diesem um den Humerus winden.

Von Interesse ist es, dass sich bei der Gefässanlage, ganz wie bei der Nervenanlage ein volarer und ein dorsaler Teil unterscheiden lässt. Die Teilung des Plexus brachialis in eine

dorsale und eine volare Portion, wie sie von Fürbringer, Schwalbe und Paterson schon durchgeführt ist, lässt sich in den frühen Embryonalstadien aufs deutlichste demonstrieren, wie aus meinen vorher mitgeteilten Beschreibungen und den diesen zu Grunde liegenden Rekonstruktionen hervorgeht. Nun finden wir, dass auch die Gefässe der Extremität eine ähnliche Anordnung zeigen. Aus der dorsalen Arterienbahn gehen die A. subscapularis, circumfl. hum. post. und profunda brachii und wahrscheinlich auch Teile der A. interossea dorsalis, A. re-

Fig. 14.

A. b. p. A. brachialis profunda; A. b. s. A. brachialis superficialis; A. a. s. A. antibrachii superficialis; A. r. A. radialis; A. m. A. mediana; A. u. A. ulnaris; A. i. A. interossea.

currens interossea und recurrens radialis hervor. Das grösste Interesse knüpft sich aber an die Umbildung des volaren Gefässnetzes.

Aus dieser (s. Textfig. 15) lassen sich nämlich die bleibenden Hauptstämme der Armarterien, sowohl die normale Verzweigung wie die Varietäten, herleiten. Freilich ist das Bild, das die Gefässanlage in diesem Stadium darstellt, dem Anscheine nach nicht so leicht mit den ausgewachsenen Zuständen in Zu-

sammenhang zu bringen. Man muss bedenken, dass die Embryonalformen die erwachsenen Formen in sehr kleinem Massstabe wiedergeben, und man muss darum in der Phantasie diese und ihre Variationen zusammenstellen, verkürzen, gleichsam zusammenschieben.

Man verfährt am besten so, dass man die Gefässe des eben beschriebenen Stadiums unter genauer Berücksichtigung ihrer Lage zu den Nerven mit den Arterien des Erwachsenen vergleicht. Dann kann man eine Bestätigung der so erhaltenen Anschauungen dadurch gewinnen, dass man die Zwischenformen berücksichtigt, welche die Embryonen von 14, 16,2 und 20,5 mm Länge zeigen.

Wenn wir nach Kenntnissnahme des Ausgangsstadiums zu der Darstellung seines Verhältnisses zu dem bleibenden Zustande übergehen, so müssen wir uns erst fragen, welcher von den drei perforierenden Ästen, die in der linken Extremität der Embryonen 8,3 mm, 11,7 mm zu finden sind, sich zur A. axillaris entwickelt, während die zwei anderen verschwinden. Schon aus dem Vergleich der Lage der drei Gefässe zu den Nerven ist es deutlich, dass weder das obere noch das unterste in Betracht kommen kann, denn jenes läuft durch die Platte in einem Plan, welcher über der Medianus-Wurzel gelegen ist, und dieses geht unter die Ulnaris-Anlage durch das Plexus. Diese Auffassung wird bestätigt durch die Untersuchung der rechten Extremität des Embryo 11,7 mm. Hier haben wir nur einen perforierenden Ast, die übrigen sind nicht mehr vorhanden, und dieser eine entspricht ganz gewiss dem zweiten von den perforierenden Ästen der linken Seite. Die Lage zu den Umgebungen beweist dies sehr deutlich.

Der Teil der Extremitätsarterie, welcher medialwärts vom Plexus brachialis verläuft und bis zum zweiten Perforationsaste reicht, dieser selbst und der proximalste Teil der lateral vom ventralen Plexus gelegenen Centralarterie entsprechen also der

A. axillaris, welche sich eben beim erwachsenen Menschen dadurch charakterisiert, dass sie durch den ventralen Teil des Plexus verläuft. Das Loch in der ventralen Nervenplatte, durch welches die Extremitätenarterie verläuft, entspricht also der ersten Medianus-Schlinge, wie oben schon dargelegt ist. Die Fortsetzung der centralen Arterie lateral vom N. medianus bis zur Einmündung der vor dem N. medianus gelegenen Anasto-

Fig. 15.

A. a. A. axillaris; A. b. A. brachialis profunda; A. r. A. radialis; A. p. c. A. plicae cubiti; A. i. A. interossea; A. u. A. ulnaris.

mose entspricht der A. brachialis profunda. Die weitere Fortsetzung längs dem N. medianus bis zur dorsalen Abweichung der centralen Arterie entspricht dem Ellenbogenabschnitte der A. brachialis.¹⁾ Der dorsal ablenkende Teil der centralen Arterie entspricht der A. interossea volaris. Die vor der Radius-Anlage verlaufende Arterie ist die A. radialis. Die A. mediana entwickelt

¹⁾ Dieser Abschnitt scheint im Verhältnis zu dem Oberarmschnitte sehr lang zu sein. Dies hängt natürlich mit der Kürze des Oberarmes zusammen, welche dies Stadium charakterisiert.

sich aus den kapillaren Gefäßen vor dem distalen Teile des N. medianus und die A. ulnaris aus dem feinen Gefäß, das von der centralen Arterie zum Gefäßnetze längs dem N. ulnaris verläuft. Die Textfigur 15 zeigt, wie ich mir auf obengenannte Weise denke, dass der normale Verzweigungstypus aus dem Netze des Ausgangsstadiums hervorgeht. Dass diese Homologisierung die richtige ist, davon kann man sich durch einen Vergleich der Fig. 9, Taf. XXV/XXVI und Fig. 6, Taf. XXVII/VIII überzeugen, von denen jene das Ausgangsstadium und diese die typische, bleibende Arterienverzweigung des Unterarmes zeigt.

Den Schlüssel zu dem Verständnisse der Varietäten der Armarterien bildet die schräg auf der vorderen Seite des N. medianus gelegene Anastomose. Durch ihre Lage zum N. medianus kennzeichnet sie sich als A. brachialis superficialis. Sie entsteht durch die Teilung der Extremitätenarterie an der Wurzel der ventralen Nervenplatte und verläuft erst durch die kleine ventrale Nervenplatte, dann medialwärts vom N. medianus bis zum Radialis-Ursprunge, wo sie wieder in die centrale Arterie einmündet. Sie steht während dieses Verlaufes durch zwei Anastomosen, welche die ventrale Nervenplatte durchbohren in Verbindung mit der centralen Arterie, d. h. der A. brachialis profunda. Die erste durchbohrt die Medianus-Wurzel etwas mehr distalwärts von der Perforationsstelle der Hauptarterie. Die am meisten distal gelegene von den zwei anderen Anastomosen läuft in einem Bogen unter dem Medianus zwischen dem N. medianus und ulnaris hin. Die so beschriebene Arterie, die A. brachialis superficialis kann nun sowohl in ihrem proximalen, wie in ihrem distalen Teile einen verschiedenen Entwicklungsgang einschlagen. Durch Wegfall gewisser von den oben beschriebenen Anastomosen und Ausweitung anderer entstehen die verschiedenen Formen der A. brachialis superficialis superior, media et inferior. Die Textfigur 16 illustriert also, wie die A. brachialis

superficialis superior entstehen kann. Die ganze vor dem N. medianus gelegene Anastomose ist jetzt der Hauptweg geworden, welcher das Blut zu dem unteren Teil der A. brachialis und

Fig. 16.

A. b. s. s. A. brachialis superficialis superior; A. r. A. radialis; A. i. A. interossea.
A. u. A. ulnaris.

Fig. 17.

A. b. s. m. A. brachialis superficialis media; A. r. A. radialis; A. i. A. interossea
A. u. A. ulnaris.

auch zu den Unterarmarterien führt. Von der lateral vom N. medianus gelegenen Central-Arterie ist nur der proximalste Teil erhalten, der durch die Medianus-Schlinge verläuft und sich in

den Stamm für die dorsalen Arterien: die A. subscapularis, circumflexa hum. post. und profunda brachii fortsetzt.

Die Textfigur 17 zeigt die Entstehung der A. brachialis media. Diese entwickelt sich nämlich aus der ersten Anastomose zwischen der A. brachialis superficialis und profunda durch Wegfall des Ursprungsteiles der A. brachialis superficialis, der übrigen zwei Anastomosen und endlich des Stückes der A. brachialis profunda zwischen der ersten Anastomose und der Einmündungs-

Fig. 18.

A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior; A. r. A. radialis; A. i. A. interossea;
A. u. A. ulnaris.

stelle der A. b. s. in die A. b. p. Denn das auf diese Weise aus dem Netz entstandene Gefäß entspricht vollständig einer A. brachialis media im ausgewachsenen Zustande; in einem solchen Falle läuft nämlich die Arterie erst durch die erste Medianus-Schlinge, dann medialwärts durch die zweite, kommt danach auf die vordere Seite des N. medianus und läuft so schräg über diesen, um erst im unteren Teil des Oberarmes die gewöhnliche Lage lateral vom Nerven einzunehmen. Die Biegung, welche die Extremitätenarterie in der Textfigur zeigt, scheint auf den ersten Blick etwas sonderbar zu sein. Dies ist natür-

lich ein Schema, mit dessen Mitteilung ich nicht sagen will, dass der Zustand der Gefäße während einer Zeit so gewesen ist. Dass aber in der Hauptsache die Biegung wirklich so ist, geht aus dem Studium der Gefäße beim Embryo 20,5 mm hervor. Hier haben wir eine *A. brach. superfic. media* in ihrem natürlichen Zustande vor uns. Die *A. brachialis* macht erst eine scharfe Biegung und verläuft zwischen den beiden *Trunci secundarii* nach aussen, dann biegt sie sich wieder nach unten und geht in einer charakteristischen Spiraltour durch die distal gelegene Medianus-Schlinge von der lateralen Seite medialwärts und kommt dadurch vor den *N. medianus* zu liegen. Eine kleine Streckung der Arterie der Textfigur würde genügen, um das natürliche Bild vom Stadium 20,5 mm zu erhalten.

Wie die *A. brachialis superficialis inferior* zu stande kommen kann, ist in der Textfigur 18 dargestellt. Der Blutstrom benutzt in diesem Falle die unter dem *N. medianus* gelegene Anastomose und den distalen Teil der *A. brachialis superficialis*. Der proximal von der Anastomose gelegene Teil der *A. brachialis superficialis*, das Stück der *A. brachialis profunda*, welches zwischen dem Abgange der genannten Anastomose und der Einmündungsstelle der *A. brachialis superficialis* in die *A. brachialis profunda* gelegen ist, verschwinden. Denn die durch diese Reduktion entstandene Arterie läuft erst durch die obere Medianus-Schlinge zur lateralen Seite des *N. medianus*, dann geht sie spiralförmig um dessen mediale und vordere Seite und nimmt erst im unteren Teil des Oberarmes ihre gewöhnliche Lage lateral vom *N. medianus* ein und zeigt also prinzipiell denselben Verlauf wie die *A. brachialis superficialis inferior* des erwachsenen Zustandes. Ganz wie bei der Darstellung der Entstehung der *A. brachialis superficialis media* möchte ich hier hervorheben, dass die Textfigur natürlich ganz schematisch ist. Sie stellt nur die Teile des Ausgangsstadiums dar, aus denen die genannte Arterienform hervorgeht. Da die *A. brachialis superficialis inferior* in einem

späteren Stadium als diesem entsteht, wo die Gefässanlage durch Zuwachs mehr in die Länge gezogen ist, kann sie natürlich nimmer ein solches Aussehen darbieten. Will man eine embryonale *A. brachialis superficialis inferior* sehen, dann bietet der Embryo 14 mm b eine Gelegenheit dazu. Hier kann man direkt beobachten (Fig. 5, Taf. XXVII/VIII, a. b. s. i.), wie die vom Stadium 11,7 mm wohlbekannte Anastomose unter der Medianus-Anlage sehr erweitert ist und, in die Länge gezogen, den hauptsächlichen Blutstrom zum distalen Teil der *A. brachialis superficialis* führt, welcher schräg über den *N. medianus* verläuft und in die centrale Arterie weiter fortsetzt. Der Teil dieser Arterie (a. b. p.), der lateral vom proximalen Teil des *N. medianus* gelegen ist, ist sehr zurückgebildet, kaum zu sehen. Denken wir uns die Textfigur 18 in einem Modell von biegsamem Materiale ausgeführt und diese ein wenig in die Länge gestreckt, dann würde das als *A. brachialis superficialis inferior* bezeichnete Gefäss ganz dasselbe Aussehen und dieselbe Lage zu dem Nerven zeigen, wie die *A. brach. superfic. inf.* des Stadiums 14 mm b). Dass dieses seinerseits ganz homolog mit der *A. brach. superfic. inf.* des ausgewachsenen Zustandes ist, ist ja ohne weiteres klar.

In dem vorhergehenden haben wir gesehen, wie die verschiedenen Formen der *A. brachialis superficialis* aus dem Netzwerke, welches den proximalen Teil des *N. medianus* umspannt, hervorgehen konnten, indem der Blutstrom dem einen oder anderen der Netzbalken folgte und ihn erweiterte, während die anderen sich zurückbildeten. Gemeinsam für alle die beschriebenen Formen war es, dass ein grösserer oder kleinerer Abschnitt des proximalen Teiles der *A. brachialis profunda* auch verschwand, sodass der distale Teil der *A. brachialis* ganz von der *A. brachialis superficialis* übernommen wurde. Der proximale Teil der *A. brachialis profunda* kann aber auch gleichzeitig mit der Entwicklung einer *A. brachialis superficialis* bestehen, und in diesen Fällen erhalten wir eine Insel im Gebiete

der A. brachialis, welche je nach der Wurzel der A. brachialis superficialis, die zur Entwicklung gelangt, den ganzen N. medianus oder nur einen Teil desselben umfassen kann. Einen sehr schönen Fall von einer solchen Insel zeigt der Embryo 14 mm a (Fig. 11, Taf. XXV/XXVI und Fig. 4, Taf. XXVII/XXVIII), wo der ganze N. medianus von einem Arterienringe umfasst wird, der von der A. brachialis profunda und A. brachialis superficialis

Fig. 19.

A. b. s. s. A. brachialis superficialis superior; A. b. p. A. brachialis profunda;
A. r. A. radialis; A. i. A. interossea; A. u. A. ulnaris.

gebildet wird. Gerade distalwärts von dem Ringe entspringt die A. radialis, und eine Strecke davon spaltet sich die A. brachialis in die drei A. interossea, mediana und ulnaris. Wenn man von dem Gefäßunterschiede absieht, zeigt dieser Fall eine völlige Übereinstimmung mit dem Präparate Nr. 41 von den menschlichen Föten.

In ihrem distalen Teile kann nun die A. brachialis superficialis sich verschieden verhalten und hierdurch zu anderen Varietätenformen Veranlassung geben.

Eben an der unteren Einmündungsstelle der *A. brach. superf.* in die *A. brach. prof.* entspringt im Stadium des Embryo von 11,7 mm ein Gefäß, das vor der Anlage des Radius gelegen ist. Durch diese Lage dokumentiert sie sich als *A. radialis*. Sie stimmt völlig mit der vollentwickelten *A. radialis* der Stadien 14 und 20,5 mm überein. Die *A. brachialis superficialis* kann jetzt die *A. radialis* übernehmen (Textfigur 19). Eine kleine Wachstums-Verschiebung des genannten Astes im Gebiete

Fig. 20.

A. b. s. m. *A. brachialis superficialis media*; *A. m. s.* *A. antibrachii superficialis mediana*; *A. r.* *A. radialis*; *A. u. s.* *A. antibrachii superficialis ulnaris*.

der *A. brachialis superficialis* macht leicht, dass der Blutstrom durch die *A. brachialis superficialis* zum Radialis-Gebiete geht. Die distale Einmündung der *A. brachialis superficialis* kann schwinden, und wir erhalten dann einen hohen Ursprung der *A. radialis*. Rückt die *A. radialis* ins Gebiet der *A. brachialis superficialis*, ohne dass der distale Zusammenhang zwischen der *A. brachialis superficialis* und *profunda* aufhört, dann entstehen die Fälle, in denen eine *A. brach. superf.* in die *A. radialis* und die *A. brach. prof.* in die Unterarmarterien sich fortsetzen, und

die beiden Arterien in der Ellenbeuge durch eine Anastomose miteinander verbunden sind.

Auf eine ähnliche Weise kann ein hoher Ursprung der A. mediana oder ulnaris entstehen (Textfigur 20). Aus dem Bogen der A. brachialis superficialis entspringen feine Gefäße, die oberflächlich volarwärts in einer gewissen Entfernung vom N. medianus verlaufen und sowohl mit der Anlage der A. mediana wie mit derjenigen der A. ulnaris zusammenhängen. Sucht der Blutstrom

Fig. 21.

A. b. s. m. A. brachialis superficialis media; A. m. s. A. antibrachii superficialis mediana; A. r. A. radialis; A. u. A. ulnaris; A. i. A. interossea.

in einem Falle seinen Weg durch die A. brach. superfic. und dann in diese Gefäße, und schwindet andererseits der distale Zusammenhang der A. brach. superf. mit der A. brach. prof. dann erhalten wir ganz den Typus, welcher mit Leitung der Arterien-Varietäten auf S. 469 entworfen ist. Bilden sich nun die proximalen Teile der gewöhnlichen A. mediana oder ulnaris zurück, so erhalten wir die hohen Ursprünge der A. mediana und ulnaris.

Rückt die A. radialis in einem solchen Falle ins Gebiet der

A. brachialis und hört dann der Zusammenhang zwischen der A. brachialis superficialis und profunda auf, dann setzt sich jene in die A. radialis und die A. antibrachii superficialis fort, während diese in die A. interossea übergeht. So kommt also der hohe Ursprung der A. interossea der Autoren zu stande (Textfigur 21).

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass die Auffassung von E. Schwalbe ganz richtig ist, dass eine „hohe Ulnaris“ der Autoren bis zur Ellenbeuge einer A. brachialis superficialis entspricht und im Gebiete des Unterarmes, bis sie sich an den N. ulnaris lagert, mit der A. plicae cubiti Grubers homolog ist. Alle die von mir beschriebenen Fälle von „hoher Ulnaris“ sind so zu deuten. Alle Fälle der Strassburger und Heidelberger Sammlung verhalten sich nach E. Schwalbe auf dieselbe Weise. Dass eine hohe Ulnaris von einer A. coll. uln. sup. oder inferior her-zuleiten ist, muss ich bestimmt zurückweisen. Ich habe die in der Litteratur abgezeichneten Fälle von „hoher Ulnaris“ genau studiert und

Fig. 22.

gefunden, dass sie auf dieselbe Weise zu deuten sind. Nur ein Fall einer hohen Ulnaris (s. Textfigur 22) muss besonders berücksichtigt werden. Derselbe stammt aus dem ausgezeichneten Werke von Quain: „The arteries of the human body.“ Wie man sieht, handelt es sich um zwei Arterien im Gebiete des Oberarmes, die lateral bzw. medial vom N. medianus gelegen sind. Jene setzt sich auf die für die A. brachialis typische Weise lateral vom N. medianus

in die Ellenbeuge nach Abgabe der *A. radialis* fort. Diese läuft mehr medialwärts unter der *Eminentia muscularis medialis* in die *A. ulnaris* fort. Hier haben wir also eine „hohe“ *Ulnaris* vor uns, die vom Gesichtspunkte einer strengen Homologisierung dieser Gefäße auf den ersten Anblick gewisse Schwierigkeiten bereitet. Dass das Oberarmstück dieser Arterie mit der *A. brachialis superficialis* homolog ist, scheint mir deutlich. Der Teil, welcher unter der Flexoren-Masse liegt, kann nicht mit der *A. plicae cubiti* homolog sein, denn diese verläuft über der Flexoren-Masse. Über diese Schwierigkeit kommt die embryologische Untersuchung hinaus, denn sie lehrt, dass die Strombahn, die ich beim Embryo 11 mm als *A. antibrachii superficialis* beschrieben habe, kein einfaches Rohr ist, das ich in der Figur schematisch dargestellt habe, sondern ein Netz, d. h. eine Mehrheit von feinen kapillaren Gefäßen darstellt, aus der durch Reduktion die *A. plicae cubiti* hervorgeht. Den oben beschriebenen Fall von Quain deute ich also so, dass ein tieferes Gefäß als gewöhnlich in dem oben genannten Netze zur Entwicklung gelangt ist und durch seine Lage in die Flexoren-Masse eingeschlossen ist.

Eine sehr interessante Arterienform bedarf noch der Erklärung. Es sind dies die zwei Fälle Nr. 126 und 144 der Fötus-Sammlung, wo die *A. brachialis superficialis* sich erst um den *N. ulnaris* windet, ehe sie die gewöhnliche Lage vor dem *N. medianus* einnimmt und dann in die *A. radialis* resp. *A. antibrachii superficialis* sich fortsetzt. Hier haben wir nämlich eine *A. brachialis superficialis*, die in ihrem oberen Teil eine ganz andere Lage zu den Nervenstämmen einnimmt. Sie lässt sich auch von dem Grundtypus herleiten (s. Textfigur 23). Wenn wir uns nämlich denken, dass der untere von den perforierenden Ästen der *A. axillaris*, welcher unter dem *N. ulnaris* gelegen ist, seinen Zusammenhang mit dem proximalen Teil der *A. axillaris* verliert, während er seine Verbindung sowohl mit

dem durch den Plexus durchtretenden Teil der A. axillaris wie mit der A. brachialis superficialis behält und diese dann die A. radialis übernimmt, so haben wir eine Gefäßanordnung, deren Glieder ganz genau so zu den Nerven gelagert sind, wie diejenigen in dem oben genannten Präparat.

Von diesem untersten der perforierenden Äste leite ich auch den Zustand ab, in dem die Arteria axillaris unter dem ganzen Plexus verläuft. Ich denke mir nämlich dann, dass die ersten zwei perforierenden Äste verschwinden und dass der Blutstrom

Fig. 23.

A. b. s. i. A. brachialis superficialis ima; A. r. A. radialis; A. i. A. interossea.
A. u. A. ulnaris.

erst medialwärts vom Plexus strömt, dann mit Benutzung des dritten perforierenden Astes unter demselben zu der lateral gelegenen Centralarterie verläuft.

So lassen sich alle die genannten, als Varietäten beschriebenen Formen der Arterien durch Wegfall gewisser Teile und korrelative Ausweitung anderer Strombahnen von dem Grundtypus des Stadiums 11,7 mm herleiten.

Es erübrigt noch, zwei von den im makroskopischen Teile beschriebenen Fällen von Arterienvarietäten zu besprechen. Sie wirken auf den ersten Anblick etwas befremdend und lassen

sich nicht so leicht wie die übrigen von der gemeinsamen Grundform ableiten. Es sind dies die Fälle Nr. 5 und 76. Was den ersten von diesen Fällen betrifft, so will ich daran erinnern, dass an einer distal gelegenen Medianus-Schlinge die *A. brachialis* nach Abgabe der *A. profunda brachii* und der übrigen proximalen Äste sich in zwei Gefäße teilt, von denen das eine durch die Schlinge nach vorne verläuft und dann vor dem *N. medianus* hergeht und in die *A. ulnaris* und *interossea* übergeht. Dies Gefäß ist also eine deutliche *A. brachialis superficialis media*. Der andere Teilast der *A. brachialis* bleibt erst hinter dem *N. medianus* bis zur Mitte des Unterarmes. Dann windet er sich medialwärts um den *N. medianus* und verläuft sowohl vor diesem wie der *A. brachialis* und setzt sich in die *A. radialis* fort. Durch ihre Lage zu dem *N. medianus* dokumentiert sich also dies Gefäß unzweideutig als eine *A. brachialis superficialis inferior*, die sich in die *A. radialis* fortsetzt.

Im Falle Nr. 76 handelt es sich um eine *A. brachialis*, die in der oberen Hälfte des Oberarmes in zwei Äste zerfällt, von denen der eine mitten durch den *N. medianus* verläuft, um dann lateralwärts von demselben in die Vorderarmarterien überzugehen. Der andere Teilast von dünnerem Kaliber geht medialwärts und hinten vom *N. medianus* bis zum unteren Teil des Oberarmes, wo er schräg über der vorderen Seite sowohl den *N. medianus* wie die *A. brachialis* kreuzt und in die *A. radialis* einmündet. Dass diese letzte Arterie eine typische *A. brachialis superficialis inferior* ist, die in die *A. radialis* einmündet, ist ohne weiteres klar. Schwieriger ist es dagegen, den morphologischen Charakter der anderen *A. brachialis* zu bestimmen. Dass es nicht eine gewöhnliche *A. brachialis* ist, geht aus ihrem Verhältnisse zu dem *N. medianus* hervor. Das wahrscheinlichste scheint mir zu sein, dass eine *A. brachialis superficialis media* vorliegt. Wenn ich nämlich sehe, wie lang und schmal die zweite Medianus-Schlinge beim Embryo 14 mm ist, so finde ich

es nicht ausgeschlossen, dass das Verschwinden dieser Schlinge durch eine Verklebung und Verschmelzung der beiden begrenzenden Nervenstämme stattfinden kann. Ist dies der Fall, dann wäre es nicht undenkbar, dass eine *A. brachialis superficialis media*, die embryonal durch die Tiefe der Schlinge verläuft, bei diesem Prozesse im Nerven hineingezogen wird und eine solche Lage, wie im Präparat Nr. 76, einnimmt. Ich denke mir also, dass die zweite Medianus-Schlinge in ihrem unteren Teile zusammengelötet ist, und daher kommt es, dass die Arterie den Nerven unter der zweiten Medianus-Schlinge perforiert. Ist diese Deutung richtig, dann sind die beiden Fälle prinzipiell ähnlich. In beiden findet sich eine *A. brachialis superficialis media*, die in die Unterarmarterien sich fortsetzt (in dem einen Falle nur in die *A. ulnaris* und *interossea*) und eine *A. brachialis superficialis inferior*, die in die *A. radialis* einmündet, resp. sich in dieselbe fortsetzt. Die Frage, welche gelöst werden soll, lautet also folgendermassen. Wie lassen sich zwei *Aa. brachiales superficiales* aus dem Ausgangsstadium herleiten, von denen die eine sich in die *A. radialis* fortsetzt, die andere die Fortsetzung der *A. brachialis* bildet. Hierbei sind zwei Möglichkeiten denkbar. Es kann so sein, dass der Endteil der *A. brachialis superficialis* von Anfang an sehr kurz angelegt ist, während des weiteren Wachstumes stillsteht und schliesslich in die übrigen Gefässe so hineingezogen wird, dass die *A. brachialis superficialis media* und *inferior* selbständig in den Teil der *A. brachialis* einmündet, aus dem die *A. radialis* entspringt. Wenn nun die *A. radialis* im Gebiete der *A. brachialis superficialis inferior* durch verschiedenes Wachstum verschoben wird und ein Teil der *A. brachialis* sich so zurückbildet, dass die *A. brachialis superficialis media* sich in den distalen Teil fortsetzt, so entsteht eine Arterien-Form von obengenanntem Aussehen.

Noch eine zweite Erklärungsmöglichkeit liegt vor. Es wäre ja auch möglich, dass eine Anastomose zwischen der *A. bra-*

chialis media und A. brachialis profunda vor dem N. medianus entstand und diese den distalen Teil der A. brachialis übernahm, während die A. brachialis superficialis inferior das Gebiet der A. radialis versorgte. Welche von diesen Möglichkeiten in der Wirklichkeit vorliegt, kann ich nicht entscheiden, hierüber müssen

Fig. 24.

weitere embryologische Untersuchungen belehren. A priori halte ich den ersten Erklärungsversuch für den richtigen.

Ob alle in der Litteratur bekannten Varietäten-Formen der Armarterien sich auf die mehrfach besprochene Grundform hinführen lassen, kann ich natürlich nicht mit Bestimmtheit sagen. Viele von den älteren Beschreibungen leiden nämlich an dem Fehler, dass die Lageverhältnisse der Gefäße zu den Nerven nicht berücksichtigt sind. Dies gilt jedoch nicht von dem schönen Werke von Quain: „The arteries of the human body“. Diese Arbeit ist schon 1844 geschrieben, darf aber wohl als die vollständigste bezeichnet werden, welche die Armarterien vom chirurgischen Standpunkte behandelt. In einer Menge von schön ausgeführten Tafeln, in denen die topographischen Verhältnisse zu den Muskeln und Nerven genau berücksichtigt werden sind die verschiedenen Varietäten der Armarterien dargestellt. Alle diese Formen lassen sich in die von E. Schwalbe und mir beschriebenen Kategorien einordnen und auf die oben angeführte Weise entwicklungsgeschichtlich erklären mit Ausnahme von einer, die hier näher besprochen werden muss (s. Textfigur 24).

Es ist die Figur 3, Tafel 37, des genannten Werkes. Man

sieht, wie die *A. axillaris* durch die Medianus-Schlinge verläuft und den gewöhnlichen Platz hinter dem *N. medianus* einnimmt. Dann verläuft sie medialwärts von ihm und teilt sich in zwei Äste: einen feineren und einen gröberen, welche beide vor dem *N. medianus* verlaufen: der dünnere setzt sich in die *A. radialis* fort, der dickere nimmt schon im Gebiete des Oberarmes seinen Platz als typische *A. brachialis lateral* vom *N. medianus* und geht in die übrigen Unterarmarterien fort. Zwischen die beiden Arterien schiebt sich eine dünne Schicht des *M. brachialis internus* hinein. In dem Text steht kein Wort von der ungewöhnlichen Lage der beiden Arterien zum *N. medianus*. Wenn also die Zeichnung in Bezug auf die Lage des *N. medianus* richtig ist, würden wir demnach hier einen ganz sonderbaren Fall vor uns haben, indem zwei *Aa. brachiales superficiales inferiores* nebeneinander verliefen. Ein solcher Zustand kann entweder dadurch erklärt werden, dass die *A. brachialis* in ihrem unteren Teil doppelt angelegt wird, oder dass der *A. radialis*-Ursprung sehr weit proximalwärts verschoben wird. Im ersten Falle würde das Arteriennetz um den proximalen Teil des *N. medianus* noch reichlicher entfaltet werden können, als bei meinen embryologischen Präparaten zu beobachten war. Ein solches Exempel lehrt, dass die Bearbeitung der Arterienvarietäten noch nicht abgeschlossen ist.

Die *A. mediana* ist bei allen den Embryonen mit Knorpelskelett (9, 14, 16,2, 20,5 mm Länge) sehr kräftig entwickelt, und dies Ergebnis im Zusammenhang mit dem Faktum, dass sie in so zahlreichen Fällen als Varietät ausgebildet ist, berechtigt zu dem Schluss, dass sie beim menschlichen Embryo während der genannten Embryonalperiode konstant vorkommt. Von Interesse ist auch, dass diese Arterie sich aus einem um den distalen Teil des *N. medianus* im Stadium 11,7 mm liegenden Netze entwickelt. Zu diesem führen Gefäße, die aus dem unteren Teil der *A. brachialis* entspringen und sowohl radialwärts

wie ulnarwärts und durch den *N. medianus* verlaufen. Die Varietäten des oberen Teiles der *A. mediana* beim erwachsenen Menschen erhalten hierdurch ihre Erklärung. Auch hier giebt sich das obengenannte Prinzip für die Entstehung der Gefässe kund: eine von den vielen Bahnen, die zu dem Gefässgebiete führten, wird erweitert und als bleibende Strombahn benutzt, die übrigen veröden. Wenn die *A. mediana* als kleiner Muskel- und Nervenast angetroffen wird, ist sie als ein Rudiment einer während der Embryonalperiode mächtiger entfalteten Bildung zu betrachten.

Auch die *A. plicae cubiti* ist als ein Rest von der ventral und oberflächlich von dem *N. medianus* verlaufenden, aus der *A. brachialis* entspringenden Gefässbahn zu betrachten. Denken wir uns nämlich, dass die *A. brachialis superficialis* in ihrem oberen Teil verschwindet, während der untere Teil mit der aus dieser entspringenden *A. antibrachii superficialis* bestehen bleibt, dann erhalten wir ein Gefäss, das von der *A. brachialis* auf derselben Stelle wie die *A. radialis* entspringt und in dem oberflächlichen volaren Teil des Unterarmes verläuft. Wie sie die *A. mediana* oder *ulnaris* übernehmen kann, ist schon oben näher ausgeführt.

Die Anastomosen zwischen den Unterarmarterien lassen sich auf die ursprüngliche Netzform zurückführen.

Aus den in den Figuren Taf. XXV/XXVI, XXVII/XXVIII dargestellten Rekonstruktionen geht hervor, dass die Lagebeziehungen zwischen den embryonalen Gefässen und Nerven zwar in prinzipieller Hinsicht gleich sind, dass aber in den Details eine gewisse Verschiedenheit besteht. In dieser Hinsicht muss ich die Aufmerksamkeit z. B. auf die scharfen Biegungen, welche die *A. axillaris* macht, wenn sie durch den volaren Plexusteil geht, wie auf die embryonale Stellung der Medianus-Schlingen lenken, Verhältnisse, die ohne Zweifel von denjenigen des ausgewachsenen Zustandes abweichen. Die nähere Verfolgung

dieser Entwicklungsprozesse, die sich während der Fötalperiode abspielen und vielleicht mit den Stellungsveränderungen der oberen Extremität im Zusammenhang stehen, fällt nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Vielleicht werde ich Gelegenheit haben, ein anderes Mal auf dieselben zurückzukommen.

Eine andere Frage, die, nach der Darstellung der Weise, auf welche die Arterienvarietäten entstehen, beantwortet werden muss, ist die, warum in gewissen Fällen die normale Arterienverzweigung, in anderen dagegen die anormale entsteht.

Im vorhergehenden habe ich die Kausalmomente im Bildungsprozesse für das Gefäßsystem erst in den Stoffwechselprozessen in den Geweben, dann in der Anpassung an die hydrodynamischen Kräfte gesehen. Ohne Zweifel sind die gestaltenden Kräfte damit nicht erledigt. Wir müssen auch den Zug und Druck berücksichtigen, welchen die Organe während der Entwicklungsperioden aufeinander ausüben. Durch solche Verhältnisse können auch gewisse Bahnen verödet und andere in günstigere Verhältnisse versetzt werden. Die Kausalmomente für die Entstehung der Varietäten müssen hierin gesucht werden. Natürlich sind die Korrelationen unter den Organen während der Embryonalperiode nicht dieselben, sondern sie können variieren. Die Anlage eines Organes eilt in gewissen Fällen den anderen voraus, zieht oder drückt auf die anderen, und dann kann sich ihr Entwicklungsgang anders als gewöhnlich gestalten. Auf diesen Umstand ist meine Aufmerksamkeit besonders durch die Untersuchung des Embryo 20,5 mm gerichtet worden. Wie in dem vorhergehenden ausführlich mitgeteilt ist, zeichnet sich dieser Embryo durch das Vorhandensein einer sehr schön ausgebildeten *A. brachialis superficialis* aus. Man findet nun, dass der Platz für die gewöhnlich zur Entwicklung kommende *A. brachialis profunda* durch die mächtige Entwicklung der Humerus-Anlage sehr verengt ist. Der *N. medianus* ist hierdurch viel näher an diesen gezogen, und

durch den so stattfindenden Druck — so denke ich mir die Sache — ist die *A. brachialis profunda* zusammengeklemt, was verursacht hat, dass der Blutstrom die vikariierende Bahn der *A. brachialis superficialis* erweitert hat.

Die Untersuchungen von Roux(27) und Schwalbe(32) über die Ursachen zu der Richtung und Gestaltung der Gefässe sind von grossem Interesse. Ohne Zweifel wäre eine Untersuchung der embryonalen Gefässe mit Hinsicht auf die Richtung der Äste unter verschiedenen Perioden des Embryonallebens eine lohnende Aufgabe. Eine solche Untersuchung ist aber von solcher Ausdehnung, dass sie ein eigenes Kapitel in Anspruch zu nehmen wert ist. Hier will ich nur hervorheben, dass man sehr oft schon in früheren Stadien einen stumpfwinkligen Abgang der Äste beobachten kann. Die Ursache hierzu ist auch leicht einzusehen. Die gröberen wie die feineren Extremitätenarterien entwickeln sich, wie beim Embryo 5 mm ausführlich berichtet ist, aus Bogen. Diese Bogen entspringen unter spitzem Winkel aus dem Gefässe und münden nach einem gewissen Verlaufe wieder unter spitzem Winkel etwas mehr distalwärts in das Gefäss hinein. Nun wächst dieser Bogen in die Länge, von ihrer Mittelsehne werden neue Gefässbogen gebildet, und diese lösen sich schliesslich in ein Kapillarnetz auf, während der proximale und distale Schenkel sich zu Arterienstämmen umwandeln. Während dieser Entwicklungsprozesse hat sich auch die Stromrichtung verändert. Ursprünglich verläuft der Strom in dem Gefässbogen parallel mit dem Hauptstrom. Die Auflösung des mittleren Teiles in das Kapillarnetz, welches sich mit den Venen in Verbindung setzt, ändert die Richtung des Blutstromes und zieht denselben sowohl aus dem proximalen, wie aus dem distalen Schenkel nach dem Kapillargebiete. Jener wird also zu einem spitzwinkligen Arterienast. Dieser bildet dann einen Arterienast, der stumpfwinklig aus der Hauptarterie entspringt.

Dass die *Aa. recurrentes radialis, ulnaris und interossea* auf

diese Weise entstehen, davon habe ich mich bestimmt überzeugt. Dass aber alle Arterien mit rücklaufendem Verlaufe so entstehen, will ich keineswegs behaupten. Das von Schwalbe aufgestellte Erklärungsprinzip für die stumpfwinkelige Astabgabe spielt ohne Zweifel auch in der Entwicklung der Extremitätengefäße eine nicht unwichtige Rolle. Näheres hierüber müssen kommende Untersuchungen entscheiden.

In der vorliegenden Abhandlung habe ich nun versucht, die Aufgabe zu lösen, die ich mir am Anfang dieser Untersuchung gestellt habe: eine entwicklungsgeschichtliche Erklärung der Arterien-Varietäten der oberen Extremität des Menschen zu geben. Ich bin mir wohl bewusst, dass meine Darstellung etwas lückenhaft ist. Da dieser Umstand aber seinen Grund in dem Materiale hat, kann ich augenblicklich nichts mehr dabei machen. Wie ich schon bemerkt habe, muss man, um eine Vorstellung von allen Gefäßen zu erhalten, injizierte Embryonen zur Verfügung haben; dass aber solche für den Menschen wohl unmöglich zu bekommen sind, brauche ich hier nicht näher zu entwickeln. Der Hauptpunkt in der vorstehenden Mitteilung war der Nachweis der ventralen Arterienformation, die sich in der nächsten Nähe und Abhängigkeit von dem N. medianus entwickelte. Durch die Feststellung des feinen arteriellen Bogens, der sich spiralförmig um den N. medianus windet, seine drei verschiedenen Wurzeln sowie die distale Einmündung in die Extremitätsarterie, ferner durch die Feststellung des Verhältnisses, dass sowohl die Anlage der A. radialis wie die oberflächlichen ventralen Gefäße aus diesen Bogen oder in deren unmittelbaren Nähe entspringen, wurde der Schlüssel entdeckt zu dem Verständnis der Entstehung des hohen Ursprunges der Arteria radialis und ulnaris, oder besser ausgedrückt: die Verlegung der Ursprünge der A. radialis und A. ulnaris durch die A. brachialis superficialis. Die drei verschiedenen Wurzeln dieses Gefäßes ermöglichten dann, dass die

Verlegung der genannten Gefässe nach verschiedenen Teilen der *A. brachialis* resp. *axillaris* zu stande kommen konnte. Die Lücken in der Darstellung, wenn man nämlich wünscht, ein Gesamtbild der Entwicklung der Armarterien zu erhalten, gelten vor allem der Entstehung der *Arteria radialis*. Denn es ist klar, dass der Teil dieses Gefässes, den ich ganz sicher im Stadium *Homo* 11,7 mm gesehen habe, nur das oberste Stück dieser Arterie repräsentiert. Wie der übrige Teil entstanden ist, darüber belehren uns meine Präparate leider nicht. Dass aber die *Arteria radialis* nicht als solche entsteht, sondern gewiss mancherlei Umwandlungen durchmacht, bevor sie ihre bleibende Gestalt erhält, lehren viele Verhältnisse aus den Varietäten-Studien, teils die Inselbildungen, die man in dem Gefässe trifft, teils das intime Verhältnis zu der *Mediana*. Weiter muss daran erinnert werden, dass die *A. radialis* wenigstens nicht in ihrem ganzen Verlaufe längs einem Nerven angelegt wird. So ist ihre Lage sowohl im Stadium 11,7 mm wie 20,5 mm nicht ganz dicht am *N. radialis*. Sie verläuft zwar diesem parallel, aber wie erwähnt, in einer gewissen Entfernung von ihr. Dass der unterste Teil der *A. radialis*, der Teil, welcher im ersten dorsalen Interstitium verläuft, aus der dorsalen Gefässformation entstanden ist, steht wohl ausser Zweifel. Da man weiter im Stadium 8 mm sehr viele Anastomosen zwischen der ventralen und dorsalen Gefässformation entdeckt, scheint es mir nicht unbegründet, dass die *A. radialis* über dem eben genannten Abschnitt als eine Längsanastomose zwischen diesen Querverbindungen entstehen könnte, ungefähr auf dieselbe Weise, wie die *A. vertebralis* aus den segmentalen Halsarterien nach der Darlegung von His, Froriep und Hochstetter entsteht. Die dorsalen Queranastomosen, d. h. diejenigen, welche sich zwischen der *A. radialis*-Anlage und der dorsalen Gefässformation finden, mit Ausnahme von der untersten, welche die Längsanastomose mit der dorsalen Gefässformation verbindet — verschwinden

wohl in der Folge des Entstehens der Radiusanlage. Die so oft auftretenden Anastomosen zwischen der A. radialis und mediana, die im vorhergehenden ausführlich besprochen sind und die durch stärkere Entwicklung eine von den Hauptbahnen übernehmen können, sind es, welche an diese Entstehung der A. radialis erinnern.

Hinsichtlich der Bildung der A. ulnaris sind meine Kenntnisse grösser. Teils wird sie längs dem N. ulnaris angelegt, teils wird sie im oberen Teil durch eine später entstehende Anastomose mit der ventralen Hauptgefässformation gebildet.

Das Bild, das ich in Figur 9, Taf. XXV/XXVI über die Arterienverhältnisse des Armes beim menschlichen Embryo von 11,7 mm dargestellt habe, macht also keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die grosse Mühe und Zeit, die ich auf seine Darstellung verwendet habe, motiviert deren Veröffentlichung, auch wenn man durch künftige Untersuchungen in den Details zu ändern hat.

Man muss dies Bild auf dieselbe Weise betrachten wie ein paläontologisches Präparat, das nur teilweise beibehalten ist: in diesen Teilen aber lehrreich ist und viele andere Dinge ahnen lässt.

Es ist einleuchtend, dass man nun die Armarterien vergleichend embryologisch untersuchen muss, um zu der Grundform zu kommen, aus der die verschiedenen Verteilungstypen bei den Säugetieren sich entwickelt haben. Von der Grundform, von der man bisher ausgegangen ist, einem axialen durch die Extremität verlaufenden Gefäss, kann man nicht alle ableiten. In dieser Hinsicht glaube ich, dass man mehr Verständnis aus dem von mir in dieser Untersuchung mitgeteilten Typus für die embryonale Extremitäts-Arterien erhält.

Ich habe in der historischen Abteilung dieser Abhandlung die verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Armgefässe

resp. deren Variationen mitgeteilt. In einem prinzipiellen, sehr wichtigen Punkte, nämlich in dem Vorhandensein eines Netzes, aus dem durch Reduktion die arterielle Verästelung hervorgeht, stimmen meine Untersuchungen mit der Hypothese der älteren Autoren überein. Dies Netz ist aber kein gleichmässiges, dessen Maschen die Gewebe und Organe überall durchziehen. Freilich findet man in dem frühesten Stadium, in dem die Extremitätenplatte unter dem Epithel nur aus einem gleichmässigen Blastem besteht, ein diese Blastemmasse durchziehendes, ungefähr gleichmässiges Kapillarnetzwerk. Man darf sich aber nicht vorstellen, dass die bleibenden Arterien direkt aus den Maschen dieses Netzes hervorgehen. Die Arterien werden vielmehr als ganz bestimmte Bahnen angelegt. In diesem Punkte stimmen meine Beobachtungen mit der neueren Lehre von Hochstetter, Zuckerkandl u. a., Doch entstehen sie nicht als solche, sondern entfalten sich aus Netzbildungen, welche von den Stoffwechselvorgängen in den Geweben hervorgerufen werden, oder aus den Anastomosen, welche die Netzbildungen untereinander verbinden. Wie aus meinen Rekonstruktionen zu ersehen ist, findet sich bei den menschlichen Embryonen von 8,3, 9 und 11,7 mm eine sehr schön entwickelte centrale Arterie, welche in ihrem oberen Teile der A. axillaris und brachialis, in ihrem unteren Teile der A. interossea entspricht. Das ist die Arterie, welche zuerst von Zuckerkandl näher beschrieben und von Leboucq bestätigt worden ist. Sie ist aber nicht das einzige Gefäss der Extremität. Es finden sich auch die Anlagen der A. brachialis superficialis, radialis, mediana und ulnaris sowie die dorsale Arterienformation. Sie sind aber viel feiner als die centrale Arterie und darum viel schwieriger zu sehen.

Die moderne Ansicht, dass die Arterien-Varietäten durch starke Entwicklung aus normal vorhandenen kleinen Gefässen entstehen, welche erst sekundär mit den Unterarmarterien sich verbinden, ist nicht richtig. Die Netzanlage ist das Primäre.

Die Kollateralgefäße sind die Rudimente der während einer gewissen Zeit der embryonalen Entwicklung bestehenden und später aufgelösten Arterienbogen. Die Entstehung der Varietäten der Armarterien findet auf ganz dieselbe Weise statt, die schon lange für die Entstehung der Varietäten im Gebiete der Aortenbogen bekannt ist.

Die Hauptsache meiner Untersuchung kann in wenige Worte zusammengefasst werden. Sie bestand in dem Nachweise, dass die A. brachialis aus einem Netze hervorgeht, dessen Balken schon von Anfang an eine genaue topographische Lage zu den Nerven besitzen, und diese entwickeln sich jeder zu einer besonderen Form der A. brachialis. Auch die Fortsetzung der A. brachialis: die A. interossea, sowie die Äste der Extremitätsarterien: die A. radialis, mediana, und andere machen netzartige Entwicklungsstadien durch. Das einfache Arterienrohr, so wie es beim Erwachsenen zu finden ist, ist vom morphologischen Gesichtspunkte aus weder ein primärer, noch ein sekundärer Ast eines Baumes, sondern ein stärker entwickelter Teil eines von Anfang netzförmig zusammenhängenden Kanalsystemes. Es ist der Hauptfluss, der aus einer Deltabildung hervorgegangen ist.

Das Prinzip, das sich in der Entwicklung der Armarterien kundgibt, kann nicht besser ausgedrückt werden als durch den Satz von K. E. von Bär:

„Aus dem allgemeinsten der Formverhältnisse bildet sich das weniger allgemeine und so fort, bis endlich das speziellste auftritt.“

Nachtrag.

Nachdem ich mein Manuskript bereits abgeschlossen hatte und noch mit der Korrektur der deutschen Sprache in demselben beschäftigt war, erhielt ich durch die Güte des Herrn

Professor Gustav Retzius den Vortrag (43) von Fräulein B. de Vriese über die Entwicklung der Extremitätsgefäße, sowie etwas später ihre vollständige Abhandlung (44) über dieses Thema. Ich konnte ihre Untersuchungen nicht in den Text aufnehmen, ohne die ganze Abhandlung umzuarbeiten, weshalb ich ihre Resultate erst hier berücksichtige. Was den allgemeinen Teil der Entstehung der Extremitätsarterien betrifft, so stimmen unsere Beobachtungen überein. Vriese findet nämlich auch, dass beim Embryo „le système artériel est constitué par une série de plexus, composés de canaux endothéliaux de calibre variable, qui suivent fidèlement la voie nerveuse.“

Was die Entstehung der speziellen Gefäße betrifft, so finden sich neben gewisser Übereinstimmung einige nicht unwesentliche Verschiedenheiten, die ich hier berücksichtigen werde.

Das Auftreten der A. interossea, mediana und ulnaris findet Vriese auf dieselbe Weise wie ich. Die Gefäßformation der dorsalen Nervenplatte, aus der ich die A. circumflexa hum. post., subscapularis, profunda brachii, recurrens radialis, interossea dorsalis und recurrens interossea hervorgehen lasse, ist auch von Vriese gesehen und in ihrem Verlaufe dorsal um die Humerusanlage verfolgt. Sie nennt diese Arterie A. nervi radialis, welche sich bei einem Embryo von 10,5 mm in zwei Äste teilt: eine A. nervi interossei dorsalis, welche dem Ramus profundus nervi radialis folgt und eine A. radialis superficialis, welche den Ramus superficialis nervi radialis begleitet. Aus dieser soll die A. radialis hervorgehen, indem so spät wie bei einem Embryo von 18 mm eine Anastomose zwischen der A. brachialis und A. radialis entsteht, aus dieser entsteht der proximale Teil der A. radialis, während der distale aus der genannten A. radialis superficialis hervorgeht. Freilich finde ich auch sowohl den R. profundus wie R. superficialis des N. radialis von Arterien begleitet. Die A. radialis von ihrem Ursprunge bis

zum ersten dorsalen Interstitium leite ich aber nicht von diesen Gefässen, sondern von einer Gefäßbahn her, welche ohne Beziehung zu den Nerven entsteht und schon bei einem Embryo von 8 zu 11 mm Länge in seinem oberen Teil zu finden ist. Die Erforschung der A. radialis gehört zu den schwierigsten Aufgaben. Wie ich mir die Entstehung derselben denke, habe ich auf S. 558 näher ausgeführt. Hier will ich nur noch einmal als wichtigen Grund für meine Ansicht hervorheben, dass bei meinem Embryo von 20,5 mm Länge, wo die A. radialis sehr deutlich zu sehen und zu verfolgen ist, derselbe nicht an den Ramus superficialis N. radialis gelagert ist. Sie verläuft freilich in einem Teile des Verlaufes parallel mit ihm, ist aber nicht so dicht an ihn gelagert wie die Teile der A. mediana und ulnaris, die aus den Arterien der entsprechenden Nervenbahnen entstehen. Auch bei den Embryonen 14 mm a und 16 mm ist die A. radialis gut entwickelt.

Die grösste Differenz zwischen unseren Resultaten betrifft doch die A. brachialis superficialis und die aus dieser herleitenden Zustände. Vriese schreibt hierüber: „On a signalé à côté de l'arteria brachialis une arteria brachialis superficialis. Celle-ci représente souvent morphologiquement des vaisseaux différents: tantôt elle est l'homologue de la brachiale superficielle décrite par Bayer chez un grand nombre de singes; tantôt elle représente la partie proximale d'une arteria nervi ulnaris ou d'une arteria radialis superficialis, ou bien encore, ce que certains auteurs appellent arteria brachialis superficialis est appelé par d'autres vas aberrans, c'est une artère qui suit le même trajet que l'artère brachiale, mais qui est le plus souvent beaucoup moins développée que celle-ci; elle se jette soit dans la cubitale soit dans la radiale, soit dans l'une ou l'autre récurrente. Je l'interprète comme une branche du plexus péri-brachial conservé, tandis qu'habituellement il n'y a qu'une seule branche de ce plexus qui se développe pour devenir arteria brachialis avec

atrophie de toutes les autres; il se peut qu'une seconde branche persister pour constituer un vas aberrans."

Hiergegen muss ich hervorheben, dass die A. brachialis superficialis ein ganz bestimmtes Gefäss ist, das vor dem N. medianus gelegen ist, und konstant beim menschlichen Embryo von 7—11 mm Länge vorhanden ist. Sie steht durch drei Anastomosen mit der A. brachialis profunda in Verbindung und, je nachdem der Blutstrom die eine von diesen Anastomosen erweitert und die anderen verschwinden, kann die A. brachialis superficialis in ihrem oberen Teil sich verschieden verhalten, was mich veranlasst hat, vier verschiedene Formen: A. brachialis superficialis superior, media, inferior et ima aufzustellen. In ihrem unteren Teile verhält sich die A. brachialis superficialis konstant so, dass sie in die A. brachialis profunda gerade an der Ursprungsstelle der A. radialis wieder einmündet.

Vriese fährt dann fort: „Les anomalies les plus fréquentes de l'arteria brachialis sont „les divisions prématurées de cette artère“.

Le plus souvent cette disposition répond à la conservation d'une arteria nervi ulnaris ou à celle d'une arteria radialis superficialis, le tronc axial restant indemne des modifications.

Quand la radiale est dite naître anormalement haut, il s'agit dans la majorité des cas que j'ai vu relater d'une arteria radialis superficialis, qui grâce aux nombreuses anastomoses reliant le plexus peri-brachialis au plexus peri-radialis naît alors de l'arteria brachialis à une hauteur variable.

L'arteria ulnaris naissant prématurément est notre arteria nervi ulnaris“.

Diesen Ansichten „über die Entstehungsweise der hohen A. radialis und ulnaris“ kann ich nicht beistimmen. Was den hohen Ursprung der A. radialis betrifft, so kommt dieser dadurch zu stande, dass, wie ich auf Seite 545 näher ausgeführt

habe, die A. brachialis superficialis statt in die A. brachialis profunda einzumünden, sich in die A. radialis fortsetzt. Eine „hohe“ A. radialis der Autoren ist also von ihrem Ursprunge bis zur Plica cubiti homolog mit der A. brachialis superficialis. Von da an entspricht sie der gewöhnlichen A. radialis.

Auch dem kann ich nicht beistimmen, dass die „hohe“ A. ulnaris sich aus der A. nervi ulnaris (Vriese) entwickelt. Diese ist ja eine Arterie, die hoch oben aus der Extremitätsarterie entspringt und dem N. ulnaris schon von dessen Anfang folgt. Aus dem distalen Teile dieser Arterie entwickelt sich die A. ulnaris, indem jene durch eine Anastomose mit der centralen Arterie sich verbindet, während der proximale Teil der Arteria nervi ulnaris zu den A. collateralis ulnaris superior und Arteria recurrens ulnaris übergeht. Diese Auffassung, welche Vriese auf Seite 685 näher ausführt, finde ich ganz richtig. Desto befremdender ist darum die Mitteilung, dass die hohe A. ulnaris sich aus derselben Gefäßformation entwickeln soll. Die hohe Ulnaris hat ja in ihrem oberen Teil gar nichts mit dem N. ulnaris zu thun. Erst im untersten Teil des Unterarmes legt sie sich an den N. ulnaris, aber von hier an ist sie mit der gewöhnlichen A. ulnaris ganz homolog. In ihrem oberen Teil liegt sie erst vor dem N. medianus, und dieser Teil der „hohen“ A. ulnaris ist mit der A. brachialis superficialis homolog, wie schon E. Schwalbe dargelegt hat. Dann läuft die „hohe“ Ulnaris über die Flexoren-Gruppe und ist in diesem Teil ihres Verlaufes der A. plicae cubiti (Gruber) oder A. antibrachii superficialis nach meiner Terminologie gleichwertig. Die Entwicklung der „hohen“ A. ulnaris aus der A. brachialis superficialis und der aus dieser entspringenden A. antibrachii superficialis, habe ich auf Seite 546 näher ausgeführt.

Litteraturverzeichnis.

1. Aeby, Chr., Der Bau des menschlichen Körpers. 1871.
2. Baader, A., Über die Varietäten der Arterien des Menschen und ihre morphologische Bedeutung. Inaugural-Dissertation, Bern, 1866.
3. Bayer, L., Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Oberarmarterien. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 19, 1893.
4. Brême, G., Kasuistischer Beitrag zur Kenntnis der Anomalien der Arterien. Zeitschrift f. Morphologie und Anthropologie, Bd. 1, 1899.
5. Cloquet, Anatomie de l'homme. 1828.
6. Eichholz, A., Morphology of the limb Arteries of the Vertebrates. Journal of Anatomy and Physiology, Vol. 27, 1893.
7. Gegenbaur, C., Über das Verhältnis des N. musculo-cutaneus zum N. medianus. Jenaische Zeitschr. f. Medizin u. Naturwiss. Bd. 3, 1867.
8. Derselbe, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Dritte Auflage, Leipzig, 1888.
9. Grosser, O., Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems der Chiropteren. Anatomische Hefte, LV. Heft, 1901.
10. Gruber, W., Über die neue und konstante Ellenbogenschlagader des Menschen etc. Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Ärzte zu Wien, 8. Jg. 1852.
11. Derselbe, Über die Arteria mediana antibrachii superficialis und Duplicität der Arteria ulnaris. Archiv f. Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, Jg. 1867.
12. His, Anatomie menschlicher Embryonen. Leipzig 1885.
13. Derselbe, Über mechanische Grundvorgänge tierischer Formenbildung Archiv f. Anatomie, 1894.
14. Hochstetter, Über die Entwicklung der Extremitäts-Venen bei den Amnioten. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 17.
15. Derselbe, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Blutgefäßsystems der Monotremen. Abdruck aus Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel. Jena, 1896.
16. Hyrtl, J., Österreich. med. Jahrb. 1893, citiert nach Krause.

17. Hyrtl, J., Das arterielle Gefäßsystem der Edendaten. Denkschrift. d. math. naturw. Klasse d. k. Akademie d. Wissensch. Wien, 1854.
18. Derselbe, Eine doppelte Arteria ulnaris. Österreich. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde, Jg. VI, Wien, 1860, citiert nach Gruber.
19. Janosik, Le développement des vaisseaux sanguins et des nerfs du membre antérieur chez l'homme et chez quelques autres animaux, Prague, 1891.
20. Krause, W., Henles Handbuch der Gefäßlehre des Menschen. 1876.
21. Meckel, Über den regelwidrigen Verlauf der Armpulsader. Deutsches Archiv f. d. Physiologie, Bd. 2, 1816.
22. Meyer, H. von, Der Grundtypus des Rete dorsale der Handwurzel und der Fusswurzel. Archiv für Anatomie, Jg. 1881.
23. Paterson, The limb plexus of mammals. Journal of Anatomy and Physiology, Vol. XXI, 1887.
24. Popowsky, Das Arteriensystem der unteren Extremität bei den Primaten. Anat. Anzeiger. Bd. 10, 1894—95.
25. Quain, The Anatomy of the arteries of the human body. London 1844.
26. Rau, R., Varietäten des Gefäßsystemes aus dem Präparieresaale zu Würzburg in den Wintersemestern 1884, 85 bis 1889, 90. Inaugural-Dissertation.
27. Roux, W., Über die Verzweigungen der Blutgefäße. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 12, 1878.
28. Ruge, Beiträge zur Gefäßlehre des Menschen. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 9, 1883.
29. Schwalbe, Ernst, Über die Varietäten der menschlichen Arteria mediana in ihrer atavistischen Bedeutung. Inaugural-Dissertation, Heidelberg, 1895.
30. Derselbe, Zur vergleichenden Anatomie der Unterarmarterien speziell des Arcus volaris sublimis. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 23, 1895.
31. Derselbe, Beitrag zur Kenntnis der Arterien-Varietäten des menschlichen Armes. Schwalbes Morphologische Arbeiten, Bd. 8, 1898.
32. Schwalbe, Gustav, Über Wachstumsverschiebungen und ihren Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft, Bd. 12, 1878.
33. Derselbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen, 1881.
34. Schwalbe, G. und Pfitzner, W., Varietäten-Statistik und Anthropologie. Anatom.-Anzeiger, Bd. IV, 1889.
35. Dieselben, Varietäten-Statistik und Anthropologie. 2. Mitteilung. Anatom. Anzeiger, Bd. VI, 1891.
36. Dieselben, Varietäten-Statistik und Anthropologie. 3. Mitteilung, Morphologische Arbeiten, III, 1894.
37. Selenka, Metallmodelle nach mikroskopischen Präparaten. Sitzungsber. d. physikal. medizinischen Societät zu Erlangen. 18. Heft, Erlangen, 1886.
38. Theile, F. W., S. T. von Sömmerrings-Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Leipzig, 1841.
39. Tiedemann, Fr., Supplem. ad tabul. arter. corpor. hum. Heidelberg. 1848.

40. Thoma, Untersuchungen über die Histiogenese und Histomechanik des Gefäßsystems, Stuttgart, 1893.
41. Thomsen, Allen, Über die Entwicklung des Gefäßsystems in den Fötus der Wirbeltiere. Forrieps Notizen 1831 u. 1833, citiert nach Hochstetter.
42. Vincent, A., Contribution des anomalies artérielles considérées dans leurs rapports avec le système veineux normale. Thèse. Genève. 1878.
43. Vriese, Bertha de, Über die Entwicklung der Extremitäten-Arterien bei den Säugetieren. Anatom. Anzeiger, Ergänzungsheft zum XXI. Bd., 1902.
44. Dieselbe, Recherches sur l'évolution des vaisseaux sanguins des membres chez l'homme, Archives de Biologie, 1902, T. XVIII.
45. Zuckerkandl, E., Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Arterien des Vorderarmes. I. Teil, Anatomische Hefte, IV. Bd. 1894.
46. Derselbe, Dasselbe, II. Teil, Anatomische Hefte, V. Bd. 1895.
47. Derselbe, Über die Entstehung der Vorderarmgefäße beim Kaninchen und bei der Katze. Anat. Anzeiger. Ergänzungsheft zum VIII. Jg. 1893.

Figurenerklärung.

Tafel XVII/XVIII.

Fig. 1. Präparat Nr. 56. Anastomosen zwischen den Aa. collaterales ulnares.

Fig. 2. Präparat Nr. 111. A. brachialis superficialis superior setzt sich in die Unterarmarterien fort.

Fig. 3. Präparat Nr. 3. A. brachialis superficialis media geht in die Unterarmarterien über. A. mediana stark entwickelt.

Fig. 4. Präparat Nr. 44. A. brachialis superficialis media setzt sich in die Unterarmarterien fort. Insel im Verlaufe der A. coll. uln. inf.

Fig. 5. Präparat Nr. 42. A. brachialis superficialis inferior geht in die A. radialis über.

Fig. 6. Präparat Nr. 30. Do. Anastomose im oberen Teil des Unterarmes zwischen der A. radialis und der A. brachialis, von der die A. recurrens radialis entspringt.

Fig. 7. Präparat Nr. 41. Die A. brachialis superficialis inf. und brachialis profunda bildet eine Insel.

Fig. 8. Präparat Nr. 5. Die A. brachialis superficialis inferior geht in die A. radialis über. Die A. brachialis superficialis media läuft in die übrigen Unterarmarterien fort.

Fig. 9. Präparat Nr. 22. Die A. brachialis superficialis superior setzt sich in die A. radialis fort. Schräge Anastomose in die Ellenbeuge zwischen der A. brachialis und A. radialis.

Fig. 10. Präparat Nr. 75. Die A. brachialis superficialis inferior geht in die A. radialis über.

Tafel XIX/XX.

Fig. 1. Präparat Nr. 126. Die A. brachialis superficialis ima in die A. radialis. Anastomose in der Ellenbeuge.

Fig. 2. Präparat Nr. 103. Die A. brachialis superficialis inf. in die A. radialis, Anastomose in der Ellenbeuge.

Fig. 3. Präparat Nr. 1. Die A. brachialis superficialis superior in die A. radialis. Anastomose hinter der Biceps-Sehne.

Fig. 4. Präparat Nr. 129. Die A. brachialis superficialis inf. in die A. radialis. Anastomose in der Ellenbeuge.

Fig. 5. Präparat Nr. 76. Die A. brachialis superficialis media in die Unterarmarterien. Die A. brachialis superficialis inferior mündet in die A. radialis hinein.

Fig. 6. Präparat Nr. 153. Die A. brachialis superficialis superior in die A. antibrachii superficialis. Diese mündet in der Mitte des Unterarmes in die stark entwickelte A. mediana ein.

Fig. 7. Präparat Nr. 152. Die A. brachialis superficialis superior in die A. antibrachii superficialis mediana.

Tafel XXI/XXII.

Fig. 1. Präparat Nr. 169. Die A. brachialis superficialis in die A. radialis und die A. antibrachii superficialis ulnaris. Die A. brachialis profunda in die A. interossea.

Fig. 2. Präparat Nr. 116. Die A. brachialis superficialis superior in die A. antibrachii superficialis ulnaris, radialis, mediana und interossea.

Fig. 3. Präparat Nr. 115. Die A. brachialis superficialis superior in die A. antibrachii superficialis ulnaris.

Fig. 4. Präparat Nr. 87. Die A. brachialis superficialis inferior in die A. radialis. Die A. antibrachii superficialis entspringt aus der A. brachialis superficialis und mündet in die A. ulnaris hinein.

Fig. 5. Präparat Nr. 151. Die A. brachialis superficialis in die A. antibrachii superficialis mediana et ulnaris.

Fig. 6. Präparat Nr. 91. Die A. antibrachii superficialis mündet in die A. ulnaris.

Tafel XXIII/XXIV.

Fig. 1. Präparat Nr. 130. A. brachialis superficialis in die Unterarmarterien. Schwache A. mediana, welche sich mit der A. radialis und ulnaris verbindet.

Fig. 2. Präparat Nr. 2. Die A. mediana ist sowohl im oberen, wie im unteren Teil des Unterarmes durch Anastomose mit der A. radialis verbunden.

Fig. 3. Präparat Nr. 77. Die A. mediana verläuft unter dem M. pronator teres und mündet in die A. radialis hinein.

Fig. 4. Präparat Nr. 2. Auf dem vorderen Teil des unteren Teiles des N. medianus findet sich ein feines Netz, das sowohl mit der A. radialis wie mit der A. ulnaris durch quere Anastomosen verbunden ist.

Fig. 5. Präparat Nr. 177. Die *A. radialis* sendet im unteren Teil des Unterarmes einen Ast zum *N. medianus*, der längs dessen distalem Teil als typische *A. mediana* bis in die *Vola manus* verläuft.

Fig. 6. Präparat Nr. 159. Dünne *A. mediana* bis zum Handgelenk. Auf zwei Stellen durch quere Anastomose mit der *A. radialis* verbunden.

Fig. 7. Präparat Nr. 97. Die *A. radialis* setzt sich in die *A. mediana* fort, und diese entsendet einen Ast, der über dem Handgelenk entspringt und den distalen Teil der *A. radialis* ersetzt.

Tafel XXV/XXVI.

Fig. 1. Embryo 5 mm. Vordere Extremität mit centralem Arterienetze. a. Arterieninsel. Vergrößerung 79 mal.

Fig. 2. Embryo 5 mm. Vordere Extremität mit centralem Arterienetze. Vergrößerung 79 mal.

Fig. 3. Embryo 5 mm. Centrale Arterienetz von der rechten Extremität. Vergrößerung 100 mal.

Fig. 4. Embryo 8 mm. Arterien der freien Extremität. d. a. dorsales Arterienetz; v. a. ventrales Arterienetz.

Fig. 5. Embryo 8,3 mm. Arterieninsel im Gebiete der Wurzel der ventralen Nervenplatte. A. b. p. *A. brachialis profunda*. A. b. s. *A. brachialis superficialis*. Vergrößerung 40 mal.

Fig. 6. Embryo 8,3 mm. Plexus brachialis und die centrale Extremitätenarterie. v. n. ventraler Nerv; d. n. dorsaler Nerv. A. b. p. *A. brachialis profunda*. Vergrößerung 31 mal.

Fig. 7. Dasselbe Präparat von der medialen Seite gesehen. V. n. ventraler Nerv; d. n. dorsaler Nerv; e. a. Extremitätenarterie; a. b. p. *A. brachialis profunda*; a. b. s. der oberste Teil der *A. brachialis superficialis*.

Fig. 8. Embryo 11,7 mm. Nerven und Gefäße der linken vorderen Extremität. Vergrößerung 50 mal. d. n. dorsaler Nerv. k. v. p. kleine ventrale Nervenplatte. n. m. Nervus medianus. n. u. Nervus ulnaris. A. b. s. s. *A. brachialis superficialis superior*; A. b. s. m. *A. brachialis superficialis media*; A. b. s. i. *A. brachialis superficialis inferior*; a. b. s. distaler Teil der *A. brachialis superficialis*; A. r. *A. radialis*; A. m. *A. mediana*; A. u. *A. ulnaris*; A. a. b. s. *A. antibrachii superficialis*; a. i. *A. interossea*.

Fig. 9. Dieselbe Rekonstruktion, nur die Arterien sind dargestellt. A. a. *A. axillaris*; A. b. s. s. *A. brachialis superficialis superior*; A. b. s. m. *A. brachialis superficialis media*; A. b. s. i. *A. brachialis superficialis inferior*; S. Erweiterung des Arterienrohres, nachdem es die ventrale Plexus-Platte passiert hat. A. b. s. distaler Teil der *A. brachialis superficialis*; A. b. p. *A. brachialis profunda*; A. r. *A. radialis*; A. i. *A. interossea*; A. m. *A. mediana*; A. u. *A. ulnaris*; A. a. b. s. *A. antibrachii superficialis*.

Fig. 10. Dieselbe Rekonstruktion wie in Figur 8 von der dorsalen Seite gesehen. Vergrößerung 50 mal. d. n. dorsaler Nerv; a. b. p. A. brachialis; A. r. A. radialis; N. m. N. medianus; N. u. N. ulnaris; A. a. b. s. A. anti-brachii superficialis; A. u. A. ulnaris; A. i. A. interossea.

Fig. 11. Embryo 14 mm a). Nerven und Arterien von der lateralen Seite gesehen. N. d. dorsaler Nerv; N. m. N. medianus; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. u. N. ulnaris; 1. m. s. erste Medianusschlinge; 2. m. s. zweite Medianusschlinge; A. b. p. A. brachialis profunda; A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior; A. r. A. radialis; A. m. A. mediana; A. i. A. interossea.

Tafel XXVII/XXVIII.

Fig. 1. Die Nerven und Arterien der rechten vorderen Extremität vom Embryo 11,7 mm. N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. r. N. radialis; N. m. N. medianus; N. u. N. ulnaris; A. b. s. s. A. brachialis superficialis superior; A. b. s. m. A. brachialis superficialis media; A. b. Übergangsstelle der A. brachialis in die A. interossea; A. r. A. radialis.

Fig. 2. Dieselbe Rekonstruktion der Arterien; A. b. s. s. A. brachialis superficialis superior; A. b. s. m. A. brachialis superficialis media; A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior; A. r. A. radialis; A. b. p. A. brachialis profunda.

Fig. 3. Dieselbe Rekonstruktion wie in Fig. 1, von oben gesehen; v. N. ventrale Nervenplatte; d. N. dorsale Nervenplatte; N. r. N. radialis; N. m. N. medianus; N. i. interossea; k. v. p. kleine ventrale Nervenplatte; A. b. p. A. brachialis profunda; A. b. s. m. A. brachialis superficialis media; A. b. s. distaler Teil der A. brachialis superficialis; A. r. A. radialis; A. i. A. interossea.

Fig. 4. Nerven und Arterien der vorderen Extremität vom Embryo 14 mm a). Von der medialen Seite gesehen; 1. M.-S. erste Medianusschlinge; 2. M.-S. zweite Medianusschlinge; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. r. N. radialis; N. u. N. ulnaris; A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior; A. r. A. radialis; A. m. A. mediana.

Fig. 5. Embryo 14 mm b. Vergrößerung 50 mal. H Humerus; R proximaler Teil des Radius; U ein Stück von der Ulna; A. a. A. axillaris; 1. m. s. erste Medianusschlinge; 2. m. s. zweite Medianusschlinge; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. u. N. ulnaris; N. m. N. medianus; A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior; A. b. p. A. brachialis profunda (sehr schwach entwickelt, kaum zu sehen).

Fig. 6. Embryo 16 mm. Ganz normale Arterienverzweigung. N. r. N. radialis; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. m. N. medianus; N. u. N. ulnaris; A. a. A. axillaris passiert durch die obere Medianusschlinge, verläuft zwischen den beiden ventralen und dorsalen Nervenstämmen, giebt erst einen kurzen gemeinsamen Stamm für die A. subscapularis und circumflexa hum. post., dann eine A. brachii profunda ab, welche dem N. radialis folgt; A. r. Abgangsstelle

der A. radialis; A. m. A. mediana; A. i. A. interossea; A. u. Anfangsstück der A. ulnaris. Vergrößerung 75 mal.

Fig. 7. Embryo 9 mm. N. r. N. radialis; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. m. N. medianus; N. u. N. ulnaris; A. b. s. A. brachialis superficialis; A. b. p. A. brachialis; A. i. A. interossea; 50 mal Vergrößerung.

Fig. 8. Embryo 20,2 mm. Die Rekonstruktion ist in 100maliger Vergrößerung dargestellt. Das Bild ist um zwei Drittel vermindert. H. Humerus; U. Ulna; R. Radius; N. r. N. radialis; N. m. c. N. musculo-cutaneus; N. u. N. ulnaris; N. m. N. medianus; N. i. N. interosseus; M. s. die Medianusschlinge; A. a. A. axillaris; A. r. A. radialis; A. m. A. mediana; A. u. A. ulnaris; A. b. s. A. brachialis superficialis media.

Tafel XXIX/XXX.

Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 sind Schnitte durch die vordere Extremität des Embryo 5 mm. Die Figuren 1, 2, 3, 4 folgen nacheinander und gehen durch die erste Arterieiinsel (a) in der Rekonstruktion in der Figur 1, Taf. 1. a Extremitätenarterie; v. Randvene.

Die Figuren 5, 6, 7 sind Durchschnitte durch das centrale Arteriennetz, welches in der Figur 3, Tafel XXV/XXVI dargestellt ist; v. Randvene; a, b, c sind die durchschnittenen Gefäßbögen, welche dieselben Bezeichnungen in der Fig. 3, Tafel XXV/XXVI tragen.

Fig. 8. Schnitt durch die vordere Extremität des Embryo 8 mm; d. N. dorsaler Nerv; v. N. ventraler Nerv; d. A. dorsales Arteriennetz; s und v. a. Gefäße in dem ventralen Gefäßnetz.

Tafel XXXI/XXXII.

Figuren 1, 2, 3, 4, 5 und 6 sind nacheinander folgende Serienschnitte durch die linke vordere Extremität des Embryo 8 mm; v. N. ventraler Nerv; d. N. dorsaler Nerv; v. A. ventrales Arteriennetz; d. A. dorsales Arteriennetz.

Tafel XXXIII/XXXIV.

Figuren 1, 2, 3, 4, 5 und 6 sind nacheinander folgende Serienschnitte von der rechten vorderen Extremität des Embryo 11,7 mm. E. A. Extremitäten-Arterie; d. N. dorsaler Nerv; v. N. ventraler Nerv; k. v. p. kleine ventrale Nervenplatte; N. m. N. medianus; N. r. N. radialis; A. b. A. brachialis; 1. p. A. erste perforierende Arterie; 2. p. A. zweite perforierende Arterie; d. A. dorsale Arterie; A. b. s. A. brachialis superficialis.

Tafel XXXV/XXXVI.

Figuren 1, 2, 3, 4, sind Serienschnitte Nr. 207, 213, 216, 219, welche die Arterieninsel in der Wurzel des ventralen Nerven und die A. brachialis super-

ficialis in ihrem proximalen Teile zeigen. A. a. A. axillaris; A. b. p. A. brachialis profunda; A. b. s. A. brachialis superficialis; d. A. dorsaler Nerv; v. N. ventraler Nerv; k. v. p. kleine ventrale Platte.

Fig. 5. Schnitt durch die linke Extremität des Embryo von 11,7 mm. d. N. dorsaler Nerv; v. N. ventraler Nerv; A. die Extremitäten-Arterie, nachdem dieselbe den ventralen Teil des Plexus passiert hat; A. b. s. A. brachialis superficialis; A. b. s. i. A. brachialis superficialis inferior.

Fig. 6 ist erhalten durch Zusammenstellung der Schnitte 197 und 198 durch die vordere linke Extremität des Embryo 8,3 mm und zeigt die Erweiterung (S) des Arterienrohres, nachdem es den ventralen Plexusteil passiert hat, wie den distalen Teil der A. brachialis superficialis und ein daraus entspringendes Gefäß A. b. s. v. N. ventraler Nerv; d. N. dorsaler Nerv; k. v. N. kleine ventrale Nervenplatte.

Fig. 7. Schnitt 201 von derselben Serie; A. b. s. A. brachialis superficialis; A. b. A. brachialis; d. N. dorsaler Nerv; v. N. ventraler Nerv; s. die Erweiterung des Arterienrohres, nachdem es den ventralen Plexusteil passiert hat.