

MORPHOLOGIE UND TOPOGRAPHIE
DES
ARCUS VOLARIS SUBLIMIS UND PROFUNDUS
DES MENSCHEN

VON

DR. S. N. JASCHTSCHINSKI,
PROSEKTOR DER KAISERLICHEN UNIVERSITÄT WARSCHAU.

Mit 15 Figuren auf Tafel VII/X.

Die Arterien der Hohlhand verästeln sich, den üblichen Darstellungen zufolge, in Gestalt eines oberflächlichen und eines tiefen Gefässbogens. So werden sie auch in den Handbüchern der deskriptiven und topographischen Anatomie abgebildet und in Kürze wie folgt beschrieben: Der oberflächliche Hohlhandbogen hat seine Lage zwischen Aponeurosis palmaris und den Sehnen der langen Fingerbeuger, der tiefe dagegen verläuft auf der Basis der Karpalknochen und unter den Flexorensehnen; jener rekrutiert sich aus den oberflächlichen, dieser aus den tiefen palmaren Ästen der Aa. ulnaris und radialis, so jedoch, dass an der Bildung des Arcus sublimis die Arteria ulnaris den Löwenanteil hat, an der des Arcus profundus — die Arteria radialis. Aus der Konvexität des erstern gehen die gemeinsamen Fingerarterien (Arteriae digitales communes) hervor, aus der des letztern — die Arteriae interosseaе volares, welche im Niveau der Metacarpo - Phalangealgelenke mit den Aa. digitales etc. Anastomosen bilden.

Diese Darstellung, die man fast in jedem anatomischen Handbuch wiederfindet, kann nicht einmal schematisch genannt werden, denn sie entspricht nur einer der zahlreichen Verästelungsformen der Hohlhandgefäße.

Geradezu zahllos sind, wie schon Hyrtl¹⁾ bemerkt, die Varietäten der Hohlhandarterien; keine zweite Gegend des menschlichen Körpers, sagt Gegenbaur²⁾, ist so reich an Ar-

¹⁾ Hyrtl, Handbuch der topographischen Anatomie. Wien 1861, pag. 380.

²⁾ Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1883, pag. 676.

terienanomalien, wie die *Vola manus*. Im Gegensatz zu diesen mehr allgemeinen und lakonischen Bemerkungen geben Arnold¹⁾ und W. Krause²⁾ eine eingehendere Schilderung über die Besonderheiten der in Rede stehenden Arterienverästelungen.

Arnold unterscheidet sechs verschiedene typische Anomalien des *Arcus volaris sublimis*: 1. der oberflächliche Hohlhandbogen wird nur von der *Art. ulnaris* gebildet; 2. an der Bildung des *Arc. volaris sublimis* beteiligen sich *Art. radialis* und *ulnaris* in gleichem Masse, der Bogen zeigt überall dasselbe Kaliber; 3. der Bogen entwickelt sich unter Hinzutritt eines Astes der *Arteria interossea antibrachii* oder *mediana*, hierbei fehlt der *Ramus palmaris arteriae radialis* manchmal vollständig; 4. der oberflächliche Gefässbogen ist ungewöhnlich schwach, der tiefe stärker entwickelt; 5. völligen Mangel des *Arcus volaris sublimis*; 6. Verdoppelung des Bogens, die *Arteriae digitales* entstehen entweder nur aus den proximalen oder aus beiden Bögen.

Krause registriert vier Kategorien von Varietäten, die sich nur graduell und durch die Gruppierung der *Arteriae digitales communes* unterscheiden; es sind dies: 1. Vollständiges Fehlen des *Arc. volaris sublimis*; 2. mangelhafte und 3. übermässige Entwicklung desselben; 4. Verdoppelung des Bogens.

Mit einer solchen einfachen Aufzählung der einzelnen Anomalien des *Arcus volaris*, welche zudem nicht einmal alle vorkommenden Varietäten erschöpft, begnügen sich die genannten beiden Autoren, ohne die von ihnen beobachteten Fälle mit der wünschenswerten Genauigkeit und Klarheit näher zu erläutern.

Bezüglich der Lage des *Arcus volaris sublimis* äussern sich die Autoren recht verschieden und zum Teil auch unbestimmt. So findet er sich nach Hyrtl³⁾ $\frac{1}{2}$ Zoll unterhalb des Liga-

1) Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II, Abteil. I, 1847, pag. 504.

2) W. Krause, Henles Handbuch der Gefässlehre. Braunschweig 1868, pag. 277.

3) Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien 1859, pag. 843.

mentum carpi volare proprium, nach Sernoff¹⁾ an der Grenze zwischen erstem und mittlerem Drittel der Vola; die Spitze des Bogens entspricht dem Niveau der Daumenfalte (Henle²⁾), während sie von anderen Autoren (Schüller³⁾, Hartmann⁴⁾, Luschka⁵⁾, in die Mitte der Hohlhand oder oberhalb derselben (Hoffmann⁶⁾) verlegt wird. Krause⁷⁾ fand den Bogen 13–20 mm unterhalb des Ligamentum carpi volare proprium. Velpeau⁸⁾ bemerkt, dass der Arcus sublimis mit seinem ulnaren und radialen Rand an das Os pisiforme bzw. an die Crista scaphoidea anstösst und 15 Linien gegen die Vola hin vordringt. Nach den Angaben von Richet⁹⁾, Treves¹⁰⁾ und Tillaux¹¹⁾ ist der oberflächliche Gefässbogen zwischen mittlerer und oberer Hautfalte anzutreffen und zwar oberhalb einer Linie, welche von der Endfalte des Daumens zum ulnaren Rande der Vola hinzieht.

Man ersieht aus dem Angeführten, dass fast jeder Autor die Lage des Bogens nach eigenen Gesichtspunkten definiert, und zwar sind die Differenzen zwischen den einzelnen Autoren nicht nur formeller Art, sondern gehen in wesentlichen Punkten auseinander, da ja Grössenbestimmungen, wie „13 mm“, „1/2 Zoll“,

1) Sernoff, Lehrbuch der deskriptiven Anatomie des Menschen. Moskau 1890, pag. 654.

2) Henle, Handbuch der Gefässlehre des Menschen. 1868, pag. 150.

3) Schüller, Die chirurgische Anatomie etc. Berlin 1885, pag. 325.

4) Hartmann, Handbuch der Anatomie des Menschen. Strassburg 1889, pag. 529.

5) Luschka, Anatomie der Glieder des Menschen. Tübingen 1865, pag. 223.

6) Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Erlangen 1878, Bd. II.

7) W. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1879, pag. 623.

8) Velpeau, Traité complet d'anatomie chirurgicale générale et topographique. Edition III, Paris 1837, Tome II, page 474.

9) Richet, Traité pratique d'anatomie médico-chirurgicale. Paris 1866, pag. 941.

10) Treves, F., Surgical Applied Anatomy. London 1883, pag. 232.

11) Tillaux, Traité d'Anatomie topographique.

„Mitte der Hohlhand“, „15 Linien“ etc. mit einander nicht ohne weiteres in Einklang zu bringen sind. Aber auch sonst ist die Mehrzahl der oben namhaft gemachten Lagebestimmungen nichts weniger als präcis zu nennen, denn das Ligamentum carpi volare proprium ist auf der Vola allzu undeutlich begrenzt, als dass es zur Bestimmung der Lage des Hohlhandbogens als Ausgangspunkt dienen könnte. Ebenso wenig aber können Lagebestimmungen, die auf die Hautfurchen der Hohlhand Bezugnehmen, auf Genauigkeit Anspruch erheben, einmal weil das Bild dieser Furchen ein wechselndes ist und zweitens weil der Hohlhandbogen je nach seiner Form auch zu denselben Hautfalten in variabler Beziehung stehen kann.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, die einzelnen Formen der Arterienverästelung in der Vola manus auf ihre Häufigkeit, auf ihre Beziehungen zum Alter und auf ihre topographische Lagerung genauer, als dies bisher geschehen, zu prüfen. Diese Fragen versuchte ich an einem Material von 220 verschiedenen Präparaten der Hand der Lösung näher zu bringen; davon gehörten 100 erwachsenen Individuen an, 100 weitere stammten von Kindern von der Geburt bis zu zwei Monaten, endlich 20 von Embryonen des dritten bis sechsten Monats. Sämtliche Arterien kamen in injiziertem Zustande zur Untersuchung.

Die oberflächlichen Arterien der Hohlhand haben bekanntlich ihre Lage zwischen Aponeurosis palmaris und den Endsehnen der langen Fingerbeuger inmitten des hier vorhandenen Zellgewebes. Das Bild ihrer Verästelung ist hierbei ein ausserordentlich vielgestaltiges, jedoch können sämtliche vorkommende Varietäten auf zwei Hauptformen zurückgeführt werden. Die eine (A) ist dadurch charakterisiert, dass die arteriellen Gefässe der Hohlhand sich zu einem Bögen formieren, während bei der zweiten Hauptform (B) keine Bogenbildung statthat. Zwischen beiden aber besteht eine grosse Reihe von Übergangsformen, die unter

einander meist nur graduelle Unterschiede darbieten und zwischen den Endformen A und B eine morphologische und genetische Brücke erzeugen.

Der tiefe Hohlhandbogen ist mit äusserst seltenen Ausnahmen in beiden Fällen (A und B) vorhanden; der Grad seiner Entwicklung wird von den obengenannten Verästelungsformen des oberflächlichen Bogens in keiner Weise beeinflusst, steht aber in umgekehrtem Verhältnisse zur Mächtigkeit des letzteren.

Die Verästelung der oberflächlichen Hohlhandarterien geschieht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in Form eines Bogens, während das Fehlen des letzteren viel seltener beobachtet wird. In 200 Fällen ohne Unterschied des Alters wurde der Bogen 136 mal (68%) angetroffen, und zwar rechterseits 71 mal (68,2%), linkerseits 65 mal (67%). An 100 kindlichen Präparaten kam der Bogen 67 mal vor (67%), rechts betrug seine Häufigkeit 64,3%, links 69,4%; unter 100 erwachsenen Individuen 69 mal (ca. 69%), und zwar rechts ca. 71,6%, links ca. 64,2%. Unter 20 Embryonen endlich kam Bogenbildung 12 mal (ca. 60%) zur Beobachtung. Es hat demnach offenbar weder das Alter, noch die rechte oder linke Körperhälfte irgend einen nennenswerten Einfluss auf die Häufigkeit der beiden Grundformen (A und B) der Arterienverästelung in der Hohlhand (s. Tabelle I.). Es geht aber aus obigem zweifellos hervor, dass die Bogenform der Hohlhandarterien nicht die einzige Art der Verästelung darstellt, wie es fast alle anatomischen Handbücher anführen.

Nach den Untersuchungen von Zuckerkandl¹⁾, Hyrtl²⁾, Theile³⁾, Rojecki⁴⁾ und anderen ist die Verästelung der Hohl-

1) Zuckerkandl, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Arterien des Vorderarmes, I. Teil. Anatomische Hefte v. Merkel u. Bonnet, XI.

2) Hyrtl, Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1864.

3) Theile, Müllers Archiv, 1852.

4) Rojecki, Journal de l'anatomie 1889.

handarterien unter Bildung eines Bogens das Gewöhnliche bei den Affen, und zwar sowohl bei den niederen, als auch bei den Primaten. Allerdings geht aus den Angaben der angeführten Autoren nicht hervor, ob die Bogenform die einzige Art der Gefässverästelung bei diesen Tieren ist oder ob auch hier, wie beim Menschen, ein Fehlen des Bogens zur Beobachtung gelangt; soviel ist aber sicher, dass, wenn man von den Primaten absieht, ein Hohlhandbogen in der Tierreihe entweder nur in rudimentärer Entwicklung oder gar nicht vorkommt.

I. Arcus volaris sublimis.

A. Die Varietäten und Modifikationen des Arcus volaris sublimis.

(Taf. VII, A, Fig. 1, 2, 3, 4; Taf. X, A 13.)

Der oberflächliche Hohlhandbogen kann sich nach Massgabe der ihn konstituierenden Arterienäste in Gestalt folgender vier Hauptvarietäten darstellen: 1. als Arcus radio-ulnaris, 2. als Arcus ulnaris, 3. als Arcus mediano-ulnaris und 4. als Arcus radio-mediano-ulnaris. Nach den Beobachtungen von Arnold wäre als weitere Varietät ein arcus interosseo-ulnaris, und vielleicht noch ein Arcus radio-interosseo-ulnaris zu verzeichnen. Von dem Vorkommen der letztgenannten zwei Formen habe ich mich jedoch nicht überzeugen können, zumal mir nicht einmal Andeutungen davon irgendwo entgegentreten sind.

a) Der Arcus radio-ulnaris (Taf. VII, A Fig. 1, 2, 3) ist diejenige Form, welche von den Autoren — mit Unrecht — als die gewöhnlichste und beim Menschen am meisten verbreitete hingestellt wird. Er rekrutiert sich aus dem oberflächlichen Ast der Ellenbogenarterie (Ramus volaris sublimis arteriae ulnaris) und aus dem volaren Ast der Speichenader (Ramus radio-palmaris). Der Ramus radialis verlässt den Stamm der Mutterarterie in der

Regel im Niveau der Basis als Processus styloideus radii oder etwas höher, ja in einem Fall sah ich ihn in der Ebene des Ellenbogengelenkes sich abzweigen. Der weitere Verlauf dieses Gefässes ist gewöhnlich ein zweifacher: es biegt sich entweder ganz oberflächlich, nur vom oberflächlichen Fascienblatte bedeckt, über den Daumenballen hinweg, oder es durchsetzt das Fleisch des Musculus abducens pollicis brevis; ersteres ist beim Erwachsenen, letzteres bei Kindern das häufigere. In einem Falle gelangte der Ramus radio-palmaris durch den Canalis carpalis zur Hohlhand. Auf der Vola manus tritt der Ramus radio-palmaris mit dem Ramus volaris sublimis arteriae ulnaris zur Bildung eines Gefässbogens zusammen.

Aus der Konvexität dieses Bogens entwickeln sich 3–5 gemeinsame Fingerarterien (Arteriae digitales volares communes); die fünfte versorgt ausschliesslich die ulnare Seite des kleinen Fingers. Ihrer Lage nach entsprechen sie den Spatia interossea.

In typischen Fällen beschreibt der Arcus radio-ulnaris eine im ganzen regelmässige, radialwärts sich verjüngende Parabel, deren ulnarer Zweig medial vor einer Linie liegt, welche von der Interphalangealfalte des kleinen Fingers zum Os pisiforme verläuft, während der radiale Zweig des Bogens medial von einer Linie sich findet, die von der Basis des Processus styloideus radii über den Daumenballen hinweg zu der Hautfalte zwischen Zeige- und Mittelfinger hinzieht. Die nach der Basis der Phalangen gerichtete höchste Wölbung des Bogens liegt in oder etwas oberhalb einer Transversallinie, welche von der Articulatio metacarpophalangea des adduzierten Daumens horizontal zum ulnaren Rande der Vola manus verläuft. Der Nervus medianus und ulnaris lagern tiefer als der Bogen; ersterer betritt die Hohlhand an der radialen Seite des Mittelfingers, letzterer — am radialen Rande des kleinen Fingers. Die Rami digitales communes des Nervus medianus verlaufen anfänglich radialwärts von der entsprechenden Arteria digitalis communis, um weiterhin nach

ihrem Zerfall in zwei Ästchen die Arterie von beiden Seiten zu begleiten. Ganz ähnlich verhalten sich auch die Äste des Nervus ulnaris zu ihren Begleitarterien, nur finden sie sich im Beginne an der ulnaren Seite der letzteren.

In betreff der Häufigkeit des radio-ulnaren Bogens ist folgendes zu konstatieren: Unter 200 Fällen ohne Unterschied des Alters fand er sich 54 mal ($=27\%$), und zwar rechts in 23% , links in $30,9\%$. An 100 kindlichen Extremitäten traf sich der Arcus radio-ulnaris 31 mal ($=31\%$), hierbei rechts in 28% , links in 34% der Fälle; an 100 Erwachsenen 23 mal ($=23\%$), also 8% seltener als bei Kindern, und zwar rechterseits in 20% , also um 8% , linkerseits in 26% , also ebenfalls um 8% seltener als an den kindlichen Extremitäten. Unter 20 Embryonen wurde er 8 mal ($=40\%$) beobachtet. Nach den angeführten Ziffern zu urteilen sinkt die Häufigkeit des Arcus radio-ulnaris mit zunehmendem Alter, nämlich von 40% (?) bei Embryonen, auf $34-28\%$ bei Kindern und $26-20\%$ beim Erwachsenen.

Der Arcus radio ulnaris kann folgende Gestaltmodifikationen erleiden:

1. Starke Entwicklung des Bogens¹⁾ (Fig. 1 A), dadurch charakterisiert, dass aus der Wölbung desselben nicht weniger als fünf Äste hervorgehen, einer für die ulnare Seite des kleinen Fingers und vier gleichmässig und gut ausgeprägte Arteriae digitales communes volares, welche weder mit Ästen des Arcus volaris profundus, noch mit solchen des Handrückens anastomosieren. Der Bogen verzüngt sich hierbei entweder nur ganz unmerklich gegen die radiale Seite hin, oder er erscheint von ungleichmässigem Kaliber, oder aber die radiale Bogenhälfte erscheint verdickt. Der erstgenannten Modifikation begegnet

¹⁾ Für den Grad der Entwicklung des Arcus volaris sublimis bietet die Anzahl der davon abgehenden gemeinsamen Fingerarterien zweifellos einen richtigeren Massstab, als das Kaliber, da letzteres ja nicht unerheblichen individuellen Schwankungen unterworfen ist.

man bei robust gebauten Arbeitern am häufigsten; die zweite kommt bei Kindern in den ersten Lebensmonaten recht oft, nämlich in einem Drittel sämtlicher Fälle von Arcus radio-ulnaris vor, während sie bei Erwachsenen äusserst selten — 4 mal unter 23 Fällen — beobachtet wird; die dritte Modifikation endlich sah ich nur ein einziges Mal bei einem erwachsenen Individuum, dessen Radialarterie weit dicker war (10 mm im Umfang) als die Art. ulnaris (8,5 mm).

2. Schwache Entwicklung des Bogens. Dieselbe findet ihren Ausdruck entweder in Schwächigkeit der aus der Konvexität des Arcus abgehenden gemeinsamen Fingerarterien oder in Verminderung der Zahl der letzteren unter fünf. Im ersten Falle wird dadurch ein Ausgleich herbeigeführt, dass Äste des tiefen Hohlhandbogens auf dem Wege der Gefässanastomose sich zu den Aa. digitales communes hinzugesellen, im zweiten dagegen zweigen sich die fehlenden Fingerarterien unmittelbar aus dem Arcus profundus ab (Fig. 2, 13). Natürlich ist auch hier der Grad der jeweiligen Entwicklung ein verschiedener, er kann jedoch in jedem einzelnen Falle durch die Zahl der anastomosierenden bzw. aus dem tiefen Bogen hervorgehenden gemeinsamen Fingeradern zum Ausdruck gebracht werden.

3. Ungleichmässige Entwicklung des Arcus superficialis. Hier sind zwei Formen zu unterscheiden, je nachdem die radiale Hälfte oder der mittlere konvexe Teil des Bogens schwach ausgeprägt erscheint.

α) Ist die radiale Hälfte des Arcus schwächig, so hängt dies allemal von schwacher Ausbildung des diesen Teil des Gefässbogens versorgenden Ramus radio-palmaris ab; als Ergänzung zu der schwach entwickelten Arteria digitalis volaris communis prima besteht eine Anastomose mit der Arteria interossea dorsalis oder volaris prima. Diese Modifikation ist die häufigste bei Erwachsenen sowohl, wie im Kindesalter, sie kennzeichnet

mehr als die Hälfte sämtlicher Fälle von Arcus radio-ulnaris. In dem Masse, wie sich der Ramus radio-palmaris verschmächtigt und sich eine Arteria digitalis communis volaris prima entwickelt, vollzieht sich ein allmählicher Übergang vom Arcus radio-ulnaris in die Form des Arcus ulnaris (B), auf welche wir unten des Näheren zurückkommen (vgl. Fig. 3 A und Fig. 4 A).

β) Der ungleichmässige Arcus radio-ulnaris mit schwach entwickeltem mittleren (konvexen) Abschnitt stellt sich folgendermassen dar: Der Ramus radio-palmaris geht in Form eines ansehnlichen Stämmchens unmittelbar in die Fingerarterien, und zwar in die Art. digitalis communis prima, manchmal aber auch noch in eine Secunda, über, indes die übrigen Arteriae digitales communes sich aus dem Ramus volaris superficialis der Arteria ulnaris entwickeln. Zwischen beiden Gefässen, und zwar noch vor ihrem Übergang in die hierzu gehörigen Arteriae digitales, bildet sich eine Anastomose in Form eines feinen bogenförmigen oder queren Stämmchens aus. Auf dem Wege der Atrophie dieses letzteren vollzieht sich ein successiver Übergang zu vollständigem Schwund des Hohlhandbogens (Vgl. Fig. 2 A und Fig. 10, 11, 12 B).

Durch Untersuchungen von Barkow, Theile, Hyrtl, Bayer, Rojecki, Zuckerkandl, Eisler u. a. ist dargethan worden, dass die Form des Arcus radio-ulnaris die Norm darstellt sowohl für die niederen Primaten, als auch für die anthropomorphen Affen (Zuckerkandl l. c. pag. 47).

b) Der Arcus ulnaris (Fig. 4 A) entwickelt sich aus der Art. ulnaris ohne Mitbeteiligung der Radialader. Er beschreibt einen Kreisquadranten, dessen eines Ende medial vom Os pisiforme liegt, während das andere dem Beginn der Daumenfurche benachbart ist. Denkt man sich bei stark abduziertem Daumen eine Linie von der Mitte der Daumenfalte zur Mitte des ulnaren Hohlhandrandes gezogen, so entspricht das Radialende dieser Linie dem Radialende des Gefässbogens; die Konvexität des

letzteren findet sich stets etwas oberhalb der erwähnten gedachten Linie und entfernt sich von ihr gegen den ulnaren Volarrand hin immer mehr. Ulnarwärts wird der Bogen begrenzt durch eine Linie, welche die ungenannte mittlere Interphalangealfalte mit dem Os pisiforme verbindet; fast genau mit der Mitte der in Rede stehenden Linie kreuzt sich das Anfangsstück der Arteria digitalis communis volaris quarta.

Diese ulnare Form des oberflächlichen Hohlhandbogens hat folgende Häufigkeitsverhältnisse (s. Tabelle I): Unter 200 Oberextremitäten ohne Unterschied des Alters fand sie sich 76mal, also in 38% aller Fälle und 11% häufiger als der Arcus radio-ulnaris. Diese Daten weisen darauf hin, dass einmal der Arcus ulnaris keine Anomalie darstellt, wie dies Arnold annimmt, und zweitens dass der Arcus radio-ulnaris nicht wie viele Anatomen behaupten, die einzige Form ist, in welcher sich normalerweise die oberflächlichen Hohlhandadern verästeln.

Auf der rechten Seite ist der ulnare Bogen häufiger (43,8%), als links (33%) um 10,8%; umgekehrt verhält sich in Beziehung auf die beiden Körperhälften der Arcus radio-ulnaris, er ist links um 8% öfter anzutreffen.

Ferner ist der Arcus ulnaris bei Erwachsenen häufiger (42%), als bei Kindern (34%) um 8%, und während linkerseits die Differenz zwischen Erwachsenen und Kindern äusserst geringfügig (1%) ist, geht sie auf der rechten Seite bis zu 13%. — Unter 20 Embryonen war der ulnare Hohlhandbogen viermal nachweisbar.

Dem Gesagten zufolge erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass der Arcus ulnaris beim Erwachsenen zwiefachen Ursprungs ist, und zwar teils angeboren, teils erworben: in ca. 34% stammt der Arc. ulnaris aus dem Kindesalter, in 8% der Fälle entwickelt er sich im Verlaufe des späteren Wachstums. Der Arcus ulnaris entsteht beim Erwachsenen wahrscheinlich durch Umwandlung aus dem Arc. radio-ulnaris; eine solche Umwandlung

kann so zustande kommen, dass der durch das Fleisch des *Musculus abducens pollicis* hindurchgehende *Ramus radio-palmaris*, welcher bei Kontraktion dieses Muskels häufigen Kompressionen unterworfen ist, durch seine stetigen Kaliberschwankungen zu einer kollateralen Entwicklung der *Arteria digitalis volaris communis prima* Anlass giebt; diese letztere komplettiert dann den Arterienbogen, während der *Ramus radio-palmaris* überflüssig wird und der Atrophie verfällt. Zu Gunsten dieser Annahme spricht die Thatsache, dass der zwischen den Bündeln des *Musculus abducens pollicis* hindurchgehende *Ramus radio-palmaris* bei Kindern zweimal häufiger vorkommt, als bei Erwachsenen. In bestem Einklange mit obiger Annahme steht auch das geschilderte, sehr auffallende Überwiegen des *Arcus ulnaris* auf der rechten Körperhälfte erwachsener Individuen, da ja hier der häufige Gebrauch der rechten Hand Bedingungen schafft, welche einer Atrophie des *Ramus radio-palmaris* und einer vikariierenden Entwicklung der *Art. digitalis volaris communis prima* Vorschub zu leisten geeignet erscheinen.

Auch der *Arcus ulnaris* tritt in Gestalt einiger Modifikationen auf, welche von einander nur durch den Grad ihrer Entwicklung bzw. durch die Anzahl und Stärke der abgehenden gemeinsamen Fingeradern verschieden sind.

Bei extrem starker Entwicklung verjüngt sich der Bogen radialwärts fast unmerklich; an seinem Radialende, wo er in die *Art. digit. volar. commun. prima* unmittelbar übergeht, weicht er in drei *Arteriae digitalis propriae* auseinander für beide Seiten des Daumens und für die Radialseite des Zeigefingers. Aus der Konvexität des Bogens aber entspringen: die *Art. digit. comm. volaris II, III* und *IV*, sowie eine fünfte für die ulnare Seite des kleinen Fingers (Fig. 4 A).

Die Richtung der *Art. digitales communes* und ihre Beziehungen zu den Nerven sind hier die nämlichen, wie beim *Arcus radio-ulnaris*.

Bei schwacher Ausprägung verjüngt sich der Bogen radialwärts ziemlich beträchtlich; in diesem Falle entsendet die *Arteria digitalis communis volaris prima* häufig nur einen Zweig, nämlich für die ulnare Seite des Daumens, während die entsprechenden Aeste für den radialen Rand des Daumens und den ulnaren des Zeigefingers aus dem tiefen Bogen hervorgehen. Die *Arteriae digitales communes volares* anastomosieren sämtlich oder zum Teil mit den *Arteriae interosae volares*, welche letztere manchmal zu so hoher Entwicklung gelangen, dass sie als Ersatz für die eine oder andere *Art. digitalis* des oberflächlichen Bogens einzutreten vermögen.

Der *Arcus ulnaris* lässt in jedem Fall, ob er nun stärker oder schwächer angelegt ist, verschiedene Abstufungen seiner Entwicklung erkennen, so zwar, dass zwischen den genannten zwei Modifikationen desselben ein allmählicher Übergang statthat. Im allgemeinen jedoch kann man sagen, dass gut ausgeprägte Fälle von *Arcus ulnaris* häufiger beobachtet werden; unter 76 Fällen von *Arcus ulnaris*, die ich beobachtete, war der Bogen 54 mal stark entwickelt, indem sämtliche *Art. digitales communes volares* aus dem oberflächlichen Hohlhandbogen hervorgingen und mit Ästen des tiefen in keiner Verbindung standen. In 10 Fällen anastomosierte die *Art. digitalis volaris I* und *II* zwar mit Ästen des tiefen Bogens, hatten aber immer noch den Charakter selbständiger Gefässstämmchen; in 12 Fällen endlich erschien der *Arcus ulnaris* schwach entwickelt in dem Sinne, wie wir ihn oben näher definierten.

Sobald die gemeinschaftlichen volaren Fingerarterien, von der ersten beginnend, zu fadenförmigen Anastomosen werden oder ganz verschwinden und durch Äste des tiefen Hohlhandbogens ersetzt werden, so verliert sich gleichzeitig das Bild des *Arcus ulnaris*. Die an Stelle des Bogens auftretende Gefässfigur kann, wie im folgenden gezeigt werden soll, eine verschiedene sein, je nach der Anzahl der atrophisch gewordenen

oder gänzlich verschwundenen *Arteriae digitales communes volares*.

Der *Arcus ulnaris* bildet die typische Verästelungsform bei den Halbaffen (*Lemur varius* etc.). Hier ist die *Arteria ulnaris* das Hauptgefäss (Zuckerkandl l. c.), während die Radialader relativ schwach entwickelt erscheint; im engsten Zusammenhang hiermit ist auch der *Arcus profundus*, der sich im wesentlichen nur aus der *Arteria radialis* rekrutiert, bei diesen Tieren äusserst schwach ausgeprägt.

c) Der *Arcus mediano-ulnaris* (Fig. 13 A) entwickelt sich, wie schon der Name besagt, durch Zusammentritt der *Arteria mediana* und des *Ramus superficialis arteriae ulnaris*. Die bekanntlich zu den selteneren Gefässanomalien gehörende *Arteria mediana* gelangt durch den *Canalis carpalis* in Begleitung des gleichnamigen Nerven zur Hohlhand und verbindet sich hier vermittelt eines bogenförmigen oder queren Stämmchens mit dem erwähnten Ast der *Arteria ulnaris*. Der so entstehende Gefässbogen besitzt einen doppelt so kleinen Radius als der *Arcus radio-ulnaris*, und nimmt daher nur die ulnare Hälfte der Hohlhand in Anspruch. Das Kaliber der *Art. mediana* ist hierbei nicht selten ein ziemlich beträchtliches und steht wenig unter dem der *Art. radialis* und *ulnaris*.

Verschwindet der bogenförmige Verbindungsast zwischen *Arteria mediana* und *Ramus superficialis* der Ellenbogenader, so geht natürlich die Bogenform in eine andere Gefässanordnung über (Fig. 14 B).

Der *Arcus mediano-ulnaris* ist eine äusserst seltene Anomalie; unter 200 Präparaten habe ich ihn nur 6 mal beobachtet (3%), und zwar 2 mal bei Kindern und 4 mal an Erwachsenen.

Sehr gut denkbar ist ferner eine Kombination von *Arcus mediano-ulnaris* mit der Form des *Arcus mediano-radialis*, nämlich

d) der *Arcus radio-mediano-ulnaris*. Diese Modifikation

habe ich zwar nicht direkt beobachtet, wohl aber jene Übergangsform, welche aus einem solchen Doppelbogen durch Atrophie der bogenförmigen Anastomosen sich entwickeln kann. (Fig. 15 B.)

Im Tierreiche kommen die letztgenannten beiden Formen (c und d) nicht vor, ebensowenig wie die von Arnold und Krause erwähnte Doppelung des Gefässbogens in einen hinteren und vorderen Bogen.

B. Fehlen des oberflächlichen Hohlhandbogens.

Wir haben im bisherigen zu zeigen versucht, dass die Verästelung der oberflächlichen Hohlhandadern in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle den Typus des einfachen oder modifizierten Gefässbogens verwirklicht. Wenn die eine oder die andere Anastomose sich zurückbildet, bezw. überhaupt nicht zur Erscheinung kommt, so geht gradatim die Bogenform verloren, so zwar, dass letztere in der einen Reihe von Fällen noch zum Teile erhalten bleibt, während sie in der anderen Reihe von Fällen ganz spurlos verschwindet (Fig. 10, 11, 12 B). Man bekommt so eine Reihe von Bildern, die nur graduell von einander verschieden sind. Es entspricht aber ausserdem jeder Grundform der Bogenverästelung ein besonderes Bild, bezw. eine ganze Reihe von Bildern, welche die Bogenform nicht mehr erkennen lassen. Meine diesbezüglichen Beobachtungen lassen sich folgendermassen formulieren:

1. Dem Arcus radio-ulnaris entspricht folgendes Bild: Der Ramus radio-palmaris geht unmittelbar in die Arteriae digitales propriae über, deren Anzahl je nach der Stärke des Ramus radio-palmaris zwischen eins und vier schwanken kann. Der Ramus superficialis ulnaris volaris dagegen weicht fächerförmig in eine Reihe von Zweigen für diejenigen Finger auseinander, welche vom Ramus radio-palmaris unberücksichtigt geblieben sind. Zwischen den genannten Gefässstämmchen be-

stehen entweder gar keine Anastomosen oder es findet sich ein fadenförmiger Verbindungsast (Fig. 10, 11, 12 B). Die geschilderte Gefässanordnung habe ich im ganzen neunmal (gleich 4,5%) beobachtet, und zwar viermal an Kindern, fünfmal an Erwachsenen.

2. An Stelle des Arcus ulnaris kann sich eine Gefässkonfiguration herausbilden, die ihrerseits mehrere Modifikationen darbietet. Letztere sind in Kürze wie folgt zu charakterisieren:

α) Die *Arteria digitalis communis volaris prima* zweigt sich aus dem tiefen Hohlhandbogen ab; der *Ramus volaris superficialis ulnaris* zerfällt fächerförmig in vier Ästchen, nämlich in die *Arteria digitalis volaris communis* II bis IV und einen Zweig für die ulnare Seite des kleinen Fingers (Fig. 5 B). Diese Form sah ich 24 mal (gleich 12%), nämlich zehnmal an Kindern, 14 mal an Erwachsenen.

β) Die *Arteriae digitalis communis volaris prima* und *secunda* kommen aus dem *arcus volaris profundus*; zu ihnen entsendet der *Ramus volaris superficialis ulnaris* je eine fadenförmige Anastomose, ferner die starke *Art. digitalis communis volaris* III und IV und endlich einen Zweig zur ulnaren Seite des kleinen Fingers (Fig. 6 B). Diese Art der Gefässverästelung fand sich insgesamt zehnmal (gleich 5%), je fünfmal bei Erwachsenen und Kindern.

γ) Die *Arteriae digitales communes volares* I, II, III entspringen aus dem tiefen Hohlhandbogen; der *Ramus volaris superficialis ulnaris* entwickelt zwei fadenförmige Stämmchen, welche mit der *Art. digital. comm. vol.* II und III anastomosieren, und eine ansehnliche *Art. digitalis quarta*, welche ihrerseits die ulnare Seite des kleinen Fingers mit einem Ästchen versieht (Fig. 7 B). Beobachtet wurde diese Modifikation siebenmal, — zweimal an Erwachsenen, fünfmal an Kindern.

δ) Die *Arteriae digitales communes volares* I, II, III

entwickeln sich, wie bei der Form γ) aus dem Arcus volaris profundus; der Ramus volaris superficialis ulnaris aber entsendet nur eine fadenförmige Anastomose (für die Art. digitalis communis III), sowie eine Art. digitalis communis IV, welche mit einem Ästchen die ulnare Seite des kleinen Fingers vaskularisiert (Fig. 8 B). Diese Form war dreimal nachweisbar, und zwar 1 mal an einem erwachsenen Individuum, zweimal bei Kindern.

ε) Sämtliche Arteriae digitales communes volares, und auch der Zweig für den Ulnarrand des kleinen Fingers entspringen aus dem tiefen Gefässbogen; der Ramus volaris superficialis ulnaris entwickelt drei fadenförmige Ästchen, welche je mit der Art. digitalis comm. vol. I, II und III anastomosieren (Fig. 9 B). Ich beobachtete diese Gefässanordnung nur zweimal bei Kindern.

In dem Falle α) ist die Art. ulnaris im Niveau der Articulatio radiocarpalis von gleichem Kaliber, wie die Art. radialis; in den übrigen Fällen (β bis ε) dagegen verliert die Art. ulnaris im Vergleich zur Radialader allmählich an Mächtigkeit, sodass im Falle β) der Umfang der Radialis 8 mm, der der Ulnaris 7 mm, ε) im Falle der Radialis 10 mm, derjenige der Ulnaris aber nur 5 mm beträgt.

3. Dem Arcus mediano-ulnaris entspricht folgendes Bild. Der Ramus radio-palmaris fehlt; die Arteria mediana von variabler Stärke, geht in Arteriae digitales propriae über, deren Anzahl bis zu fünf gehen kann; der Ramus volaris superficialis ulnaris spaltet sich fächerförmig in Zweige für die restlichen, von der Art. mediana unberücksichtigt gebliebenen Finger. Eine Bogenanastomose zwischen Art. mediana und Ramus ulnaris ist entweder überhaupt nicht vorhanden, oder sie ist ausserordentlich fein, fadenförmig (Fig. 14 B). Diese Form habe ich siebenmal (gleich $3\frac{1}{2}\%$) bei Kindern beobachtet (cf. Tabelle I).

4. Endlich begegnet man Formen, welche einem sozuenennenden Arcus radio-mediano-ulnaris entsprechen. Es bestehen

in diesem Falle auf der Palma manus drei Gefässtämmchen, welche unter einander keine Anastomosen eingehen und deren jede einzelne in eine korrespondierende Digitalarterie sich fortsetzt. (Fig. 15 B). Solches habe ich im Ganzen dreimal an kindlichen Präparaten zu sehen Gelegenheit gehabt.

II. Arcus volaris profundus.

Der tiefe Hohlhandgefässbogen entwickelt sich bekanntermassen auf Kosten des Ramus dorsalis arteriae radialis und des Ramus volaris profundus arteriae ulnaris.

Ersterer gelangt durch das Spatium interosseum primum zur Vola manus, letzterer hingegen erreicht die Regio metacarpea, in welcher der tiefe Hohlhandbogen seine Lage hat, auf zweifachem Wege, indem er entweder zwischen den Sehnen der langen Fingerbeuger und Hypothenar hindurchgeht oder nur das Muskelfleisch des Hypothenar durchsetzt. Der erstere Weg ist der gewöhnlichere und kann daher als die Norm für den Menschen angesehen werden¹⁾.

In Zellgewebe eingeschlossen liegt der Arcus profundus auf den Basalenden der Metacarpalknochen, bedeckt von der Fascia palmaris profunda. Radialwärts wird er ausserdem vom Musc. adductor pollicis, ulnarwärts vom Musc. flexor brevis digiti minimi bedeckt. Die grösste Konvexität des Bogens entspricht einer Horizontallinie, welche von der Articulatio metacarpo-phalangea des hyperabduzierten Daumens zum Ulnarrand der Vola manus verläuft.

Die Varietäten des Arcus profundus werden im wesentlichen durch graduelle Unterschiede in der Entwicklung bedingt. Die

1) Die vorliegende Arbeit war bereits druckfertig, als ein Artikel von Prof. Zuckerkaudl erschien („Über die tiefen Hohlhandäste der Arteria ulnaris“, Anatomische Hefte, XIX u. XX, 1896, pag. 535—556) in welchem die Frage nach der Genese und Bedeutung des tiefen Astes der Arteria ulnaris eingehende Behandlung findet.

Regel ist, dass aus der Konvexität des Bogens vier Art. interosseae volares abgehen, um sich in den gleichnamigen Muskeln zu verästeln. Bei stärkerer Entwicklung des Bogens dagegen finden wie erwähnt alle oder einige Arteriae interosseae als Ersatz für schwach ausgeprägte oder fehlende Art. digitales communes Verwendung.

Fehlen des tiefen Hohlhandbogens ist eine ausserordentlich seltene Erscheinung, die ich nur ein einziges Mal bei einem zwei Monate alten Kinde angetroffen habe. Der Ramus volaris ulnaris wich hier unmittelbar in eine Reihe von Ästchen zur Versorgung der tiefen Muskulatur des Ulnarrandes der Vola auseinander, während der Ramus profundus arteriae radialis sich fächerförmig in die Aa. interosseae volares I, II, III spaltete, von welchen die prima und secunda mit den korrespondierenden aus dem oberflächlichen Hohlhandbogen stammenden Art. digitales communes anastomosierten. Letzterer besass hier die Form des Arcus ulnaris und erschien stark entwickelt.

Das Arteriensystem des Vorderarmes besteht beim Menschen bekanntlich aus drei Hauptstämmen, nämlich aus der Art. ulnaris, radialis und interosseae. Jedoch nehmen nur die beiden ersteren unmittelbar Antheil an der Gefässversorgung der Hohlhand; ihre Bedeutung für die Vaskularisation der letzteren hängt unter anderm auch von ihrem Kaliber ab. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist die Art. ulnaris beim Menschen stärker als die Art. radialis; nach Vierordt¹⁾ beträgt der Durchmesser der Ellenbogenader, nach Abgabe der Art. interossea, 5 mm, der Durchmesser der Radialader dagegen nur 4 mm. Ich habe bei 40 männlichen erwachsenen Individuen den Umfang der in Rede stehenden Gefässe dicht oberhalb des Radiocarpalgelenkes ge-

¹⁾ Vierordt, Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen zum Gebrauche für Mediziner. Jena 1893, pag. 115.

messen und fand für die Art. ulnaris 9,2 mm (Maximum 11 mm, Minimum 7,2 mm) und 7 mm für die Art. radialis (Maximum 8 mm, Minimum 5 mm)¹⁾. Man darf hieraus den Schluss ziehen, dass die Ulnaris für die Vaskularisierung der Hohlhand von grösserer Bedeutung ist, als die Art. radialis. Es haben aber weiterhin vergleichend anatomische Untersuchungen dargethan²⁾, dass die Arteria ulnaris bei vielen Säugern (Marsupialia, Edentata, Ungulata, Chiroptera, Carnivora etc.) entweder überhaupt fehlt oder nur in rudimentärer Entwicklung nachweisbar ist, wogegen die Art. radialis bei sehr vielen von ihnen (*Dasypus novemcinctus*, *Myopotamus coypus*, *Pteropus* etc.), wenn auch in schwächerer Ausprägung, verbreitet erscheint. Zu stärkerer Entwicklung gelangt die Ulnarader bei den Affen, jedoch erst in der Primatenreihe überwiegt ihr Kaliber über das der Art. radialis. Wo daher die Arteria ulnaris beim Menschen von gleichem oder gar von geringerem Kaliber als die Art. radialis gefunden wird, da ist man veranlasst, von einer Anomalie auf atavistischer Grundlage zu sprechen. In allen Fällen, wo die Arteria ulnaris die oberflächlichen Theile der Hohlhand und die Finger ohne Mitwirkung der Art. radialis versorgt, resp. wo sie sich in der Vola zum Arcus ulnaris formiert, hat erstere das grössere Kaliber; dahingegen weist die Art. ulnaris ein gleiches oder kleineres Kaliber auf, wenn die Radialarterie einen Ramus radio-palmaris zur Hohlhand abgibt, gleichgiltig ob letzterer an der Bildung eines Arcus radio-ulnaris sich beteiligt oder nicht. Je stärker der Ramus radio-palmaris in diesem Falle entwickelt ist, desto schwächer ist relativ und absolut die Art. ulnaris und umgekehrt. Bei 15 erwachsenen männlichen Individuen, bei welchen die genannte Ader sich ohne Mitbeteiligung

1) Die Messung des Umfanges der Gefässe wurde wie folgt angeführt, ein Arteriensegment aus gegebener Höhe wird der Länge nach aufgeschnitten und der Querdurchmesser der Arterienwand vom Lumen aus direkt gemessen.

2) Zuckerkandl, l. c.

der Art. radialis zum Arcus ulnaris formierte, fand ich für die Cirkumferenz derselben — der Ulnaris — im Mittel 9,6 mm (Maximum 10,8, Minimum 7,8 mm) bei einem Umfang der Art. radialis von 7 mm (Maximum 8,0, Minimum 5,2 mm) und der Art. brachialis von 11 mm. Hinwiederum betrug bei 15 weiteren erwachsenen männlichen Individuen meiner Untersuchungsreihe mit gut ausgeprägtem gleichmässigen Arcus radio-ulnaris, die Cirkumferenz der Art. ulnaris im Mittel 8,0 mm (Maximum 9,2, Minimum 6,8 mm) bei einer Cirkumferenz der Radialis von 8,3 mm (Maximum 9,3, Minimum 6,5 mm) und der Brachialis 11,4 mm. Man darf hieraus folgern, dass der Arcus ulnaris dem anthropologischen Typus näher steht, während der Arcus radio-ulnaris, welcher bei den Affen die Norm vorstellt, beim Menschen seltener (27%) sich findet, als der Arcus ulnaris und darum gewissermassen ein atavistisches Gepräge besitzt.

Die dem Arcus radio-ulnaris entsprechende Form mit Fehlen des Bogens (Figg. 10, 11, 12 B) hat wahrscheinlich eine ähnliche phylogenetische Bedeutung, wie der Arcus radio-ulnaris selbst.

Dagegen wird jene Varietät, welche dem Arcus ulnaris mit fehlendem Bogen (Figg. 5, 6, 7, 8, 9) entspricht, trotz der hierbei stets nachweisbaren Kaliberverminderung der Ulnararterie, in der Tierreihe nirgends angetroffen, — sie ist eine spezifische Eigentümlichkeit des Menschen.

In den Fällen von Arcus mediano-ulnaris (Fig. 13), Arcus radio-mediano-ulnaris und den korrespondierenden Formen von Bogenmangel (Figg. 14, 15 B) ist es die der menschlichen Organisation fremde Arteria mediana, welche der Gefässverästelung einen atavistischen Charakter zu verleihen vermag. Diese Ader ist im Tierreich ausserordentlich weit verbreitet; sie ist bei vielen Säugetieren (Monotremata, Marsupialia, Edentata, Insectivora, Carnivora, Ungulata, Chinoptera etc.) der hauptsächlichste, ja der

einziges Gefässstamm des Vorderarmes. Allein in der erwähnten Kombination mit der Arteria ulnaris ist sie nur beim Menschen und vielleicht noch bei den Anthropoiden anzutreffen.

Zum Schlusse sei hier noch mit einigen Worten auf die praktische Bedeutung der Arterien der Hohlhand hingewiesen.

Die Litteratur berichtet über sehr zahlreiche Fälle, wo Verletzung der Hohlhandbögen unter äusserst gefährlichen Blutungen verlief; es trat, trotz wiederholter Gefässligatur, entweder Tod durch Verblutung ein (Roux¹), oder man musste sich, um der unstillbaren Blutung Herr zu werden, zur Amputation des Gliedes entschliessen (Burow²), resp. die Arteria axillaris, ja die Art. subclavia ligieren (Skey³), Busch⁴). Die Ursache derartiger Hämorrhagien liegt fraglos in den jeweiligen anatomischen Bedingungen, welche in solchen Fällen einer rapiden Entwicklung collateraler Gefässbahnen Vorschub leisten. Es erscheint angesichts der eminenten Verblutungsgefahr bei Verletzungen der Hohlhandbogen im höchsten Grade geboten, die Zahl derartiger Zufälligkeiten thunlichst einzuschränken. Dies wäre zu erreichen, wenn man bei Operationen an der Vola manus (Incision) den Umstand stets im Auge behielte, dass die Lage der Hohlhandbögen, des tiefen sowohl wie des oberflächlichen, ganz unabhängig von ihrer jeweiligen Form, einem Raume entspricht, welcher auf der Vola von zwei parallelen Linien eingeschlossen erscheint; die eine Linie geht von der Mitte der Hautfalte des Daumens zur Mitte des ulnaren Randes der Vola manus, die andere — ihr parallel von der Articulatio metacarpo-phalangea pollicis zum ulnaren Rande der Handfläche — und zwar in beiden Fällen

1) Roux, citiert nach Amitin, chirurgischer Anzeiger (russisch) Januar 1894, pag. 60.

2) Burow, Archiv für klinische Chirurgie Heft XII, pag. 1078.

3) Skey, The Lancet 1855, Nr. 23.

4) Busch, Handbuch der Chirurgie, 1864.

bei hyperabduziertem Daumen. Erinnert man sich ferner daran, dass die Richtung der Art. digitales communes den Zwischenknochenräumen der Metacarpalknochen entspricht, so wird man in vielen Fällen die Richtung und Länge der Schnitte, besonders bei geradliniger Incision, so abschätzen können, dass den gröberen Arterien keine Gefahr droht.

Tabelle I.

Häufigkeit der verschiedenen Formen der Verästlung
der oberflächlichen Hohlhandarterien.

Bezeichnung der einzelnen Gefäßvarietäten.	ohne Unterschied des Alters				Kinder				Erwachsene										
	rechts	links	ohne Unterschied der Körperhälfte	rechts	links	ohne Unterschied der Körperhälfte	rechts	links	ohne Unterschied der Körperhälfte	rechts	links	ohne Unterschied der Körperhälfte							
Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%	Anzahl der Präparate	%						
Bogenform	a) Arcus radio-ulnaris	24	23	30	30,9	54	27	14	28	17	34	31	31	10	20	13	26	23	23
	b) Arcus ulnaris	44	43,8	32	33	76	38	18	36	16	32	34	34	26	49	16	33	42	42
	c) Arcus mediano-ulnaris	3	2,8	3	2	6	3	1	2	1	"	2	2	2	4	2	4	4	2
	d) Arcus radio-mediano-ulnar.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Ersatzformen bei Fehlen eines Bogens	Fächerförmiger Ramus ulnar.	23	22,1	23	23,7	46	23	10	20	9	18,3	19	19	13	24,5	14	29,9	27	27
	Fächerförmige Arteria ulnar. und radio-palmaris	4	3,7	5	5,1	9	4,5	2	4	2	4	4	4	2	3,7	3	6,2	5	5
	Fächerförmige Arteria ulnar. und mediana	5	4,7	2	2	7	3,5	5	10	2	4	7	7	"	"	"	"	"	"
	Fächerförmige Arteria ulnar., radio-palmaris und mediana	1	0,9	2	2,4	3	1,5	1	2	2	4	3	3	"	"	"	"	"	"
		104	"	97	"	201	"	51	"	49	"	100	"	53	"	48	"	101	"

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII/X.

Fig. 1 A. Arcus radio-ulnaris.

1. Art. ulnaris. 2. Art. radialis. 3. Ramus volaris superficialis arteriae ulnaris. 4. ramus radio-palmaris.

Fig. 2 A. Arcus radio-ulnaris.

1. Art. ulnaris. 2. Ramus radio-palmaris. 3. Art. digitalis com. vol. II aus arcus profundus.

Fig. 3 A. Arcus radio-ulnaris.

1. Art. radialis. 2. Art. ulnaris. 3. Ram. radio-palmaris (atrophisch).

Fig. 4 A. Arcus ulnaris.

1. Art. ulnaris. 2. Ram. volaris art. ulnaris superficialis.

Fig. 5 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. radialis, fächerförmig sich spaltend. 2. Arcus profundus. 3. Art. interossea interna.

Fig. 6 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris, fächerförmig sich spaltend. 2. Arcus profundus. 3. Anastomosen aus dem Arcus profundus zu den Art. digit. communes.

Fig. 7 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris. 2. Art. radialis. 3. Arcus profundus. 4. Anastomosen aus dem Arc. prof. zu den Art. digitalis communes.

Fig. 8 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris. 2. Arcus profundus. 3. Anastomose aus dem arc. prof. zur Art. digit comm. 4. Art. interossea interna.

Fig. 9 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris, giebt nur Anastomosen zu Ästen des tiefen Bogens ab. 2. Arcus profundus.

Fig. 10 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. radialis. 2. Ram. radio-palmaris. 3. Art. ulnaris, fächerförmig auseinanderweichend.

Fig. 11 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris, fächerförmig auseinanderweichend. 2. Ramus radio-palmaris. 3. Art. radialis. 4. Art. digitalis comm. vol. II aus dem Arcus profundus.

Fig. 12 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris, fächerförmig sich gabelnd. 2. Art. radialis. 3. Ramus radio-palmaris.

Fig. 13 B. Arcus mediano-ulnaris.

1. Art. ulnaris. 2. Art. mediana. 3. Art. radialis.

Fig. 14 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris. 2. Art. mediana. 3. Art. radialis.

Fig. 15 B. Fehlen des Bogens.

1. Art. ulnaris. 2. Art. mediana. 3. Ramus radio-palmaris. 4. Art. radialis.

Der Ramus volaris profundus arteriae ulnaris ist in vielen Abbildungen nicht besonders dargestellt worden.

