II. Ueber Hand und Fuss.

Von Prof. Dr. Karl Bardeleben in Jena¹⁾.

Hochansehnliche Versammlung! Fast vermessen möchte es erscheinen, vor dieser erlesenen Versammlung einen so alltäglichen Gegenstand, wie Hand und Fuss, abzuhandeln, liesse sich nicht darauf mit einer kleinen Abänderung jenes Wort aus Goethe's Faust anwenden:

„Ein jeder hat's, nicht vielen ist's bekannt,
Und wo ihr's packt, da ist's interessant.“

Denn nicht nur dem Laien, sondern auch dem Naturforscher, dem das oft mit Unrecht so genaunte „Bekannte“, das Alltägliche immer nur neue Räthsel aufgiebt, dem Anatomen selbst erschien noch bis vor einigen Jahren die Lehre von Hand und Fuss als ein genügend erforschtes Gebiet, auf dem es keine Entdeckungen mehr zu machen gebe. Wir kannten, wie man glaubte, alle Knochen, Muskeln, Gefässe und Nerven dieser Theile, wir fanden erschöpfende Beschreibungen und scheinbar vollständig durchgeführte Vergleichen übereinstimmend in den Büchern über menschliche und vergleichende Anatomie. Wir lernten und lehrten die Homologie von Oberarm und Oberschenkel — von Unterarm und Unterschenkel, mit ihren je zwei Knochen, dort Speiche und Elle, hier Schienbein und Wadenbein — von Fingern und Zehen und von Hand- und Fusswurzel in ihren einzelnen Elementen. Da aber dieser Abschnitt der Gliedmaassen oben einen Knochen mehr (8) besitzt, als unten, erklärte man früher, um vollständige Uebereinstimmung in der Zahl zu construiren, einen Handwurzelknochen, das „Erbsenbein“ — welches Sie an Ihrem Handgelenk dort, wo der Unterarm in den Kleinfingerballen übergeht, durchfühlen können — für eine Sehnenverknöcherung. Man bezeichnete es als unechten Knochen oder Sesambein, als accessorisch, atypisch und wie die Ausdrücke heissen, vermittelst deren man sich solcher überflüssig oder lästig werdender Gebilde zu entledigen pflegt — ein Schicksal, dem wiederum in den letzten Jahren mehrere mühsam neu entdeckte Knochen, wenigstens für einige Zeit, nicht haben entgehen können.

Nachdem man jedoch erkannt hatte, dass das Erbsenbein fast in der ganzen Säugethierreihe und nicht minder bei niederen Wirbelthieren — wo es schon Cuvier als „Os hors de rang“ bezeichnet hatte — regelmässig vorkommt, und da es sich nicht leugnen liess, dass der entsprechende Theil am Fusse, der Fersenhöcker, wenn auch mit dem Nachbar zum Fersenbein verschmolzen, gleichfalls beständig „vorhanden“ ist, so wurde denn unser Erbsenbein eines Tages unter die „echten“ Knochen zu Gnaden aufgenommen.

Noch aber gab es zwei Schwierigkeiten für die vollständige Homologie; zwei unserer Handwurzelknochen der oberen Reihe, das Mondbein und das dreieckige Bein zusammen sollten am Fusse nur durch einen Knochen, das Sprungbein (Talus) vertreten sein. Andererseits giebt es am Fusse einen Knochen, der an der Hand der Erwachsenen, wenigstens in der Regel, fehlt: das Centrale. Bei weiteren Untersuchungen fand sich aber dieser, bei vielen Affen normale Knochen als seltene Varietät auch an der menschlichen Hand, während E. Rosenberg in Dorpat die normale embryonale Anlage dieses Skelettheiles für den Menschen nachwies. So nach galt es, wie wir bis vor kurzem glaubten, nur noch, das Sprungbein in seine beiden Elemente zu zerlegen. Die Mittheilung eines englischen Arztes, welcher eine von ihm beobachtete Zweitheilung des Knochens als Bruch auffasste, gab Anregung zu näherer Untersuchung, und da fand sich denn der als Intermedium zu bezeichnende Theil des Sprungbeins, der übrigens vielen deutschen Anatomen schon als Varietät bekannt war, nicht nur als selbstständiges Stück bei allen „fünfzehigen“ Beuteltieren, sondern auch bei menschlichen Embryonen als besonderer Knorpel vor.

Damit schien nun die Uebereinstimmung zwischen Hand und Fuss, zwischen oberer und unterer Extremität überhaupt, eine vollkommene geworden zu sein.

Doch dies war ein Irrthum!

Wir hatten auf unsicherer Grundlage gebaut. Ein Baustein nach dem anderen löste sich in zwei, auch 3 Elemente auf, aus 7 oder 8 Hand- und Fusswurzelknochen wurden 15—17, und mit dem Anwachsen der Zahl vergrösserten sich zunächst nur die Schwierigkeiten, die Homologien festzustellen. Bei allen Untersuchungen an Hand und Fuss der höheren Wirbelthiere und der Menschen war man von der — wie es schien — über jeden Zweifel erhabenen Voraussetzung ausgegangen, dass wir fünf Finger und fünf Zehen besitzen, dass sich diese Zahl bei manchen Thieren zwar vermindern, aber niemals — abgesehen von seltenen „Missbildungen“ — vermehren könne.

Auch diese Voraussetzung war falsch!

Das ganze Gebäude musste niedergerissen und von neuem aufgebaut werden, — denn es fanden sich Theile, die mit den 5 bekannten Fingern und Zehen nichts zu thun hatten — es fand sich zuerst ein, bei vielen Thieren noch recht stattlich entwickelter, neuer Finger — bzw. Zehe — an der inneren, dann noch Reste eines siebenten in Gestalt des früher so lange missachteten Erbsenbeines.

Sie sehen, hochgeehrte D. und H., dass ich ein gewisses Recht hatte, jenes Goethe'sche Wort auf diese Theile unseres Körpers anzuwenden, obwohl wir sie alltäglich gebrauchen, — obwohl wir seit Jahrhunderten genaue anatomische Beschreibungen darüber besitzen.

Fragen wir nun, was wissen wir wirklich über Hand und Fuss, — oder, um die Grenzen nicht allzu eng zu ziehen — über Arm und Bein, über unsere oberen und unteren, die vorderen und hinteren Gliedmaassen der Thiere? Wohl kennen wir eine grosse Anzahl von einzelnen Theilen, wohl wissen wir sie mit 2, 3 auch 4 deutschen, lateinischen und griechischen Namen zu belegen, — viele Elemente sind uns aber in diesem Augenblick noch nicht bekannt, oder sie sind doch als typische noch nicht anerkannt.

Doch gehen wir über die Einzelheiten hinweg sofort zur Vergleichung!

Niemand zweifelt daran, dass der rechte Arm dem linken, der Fuss einer Seite dem der anderen entspricht, wenn auch gewöhnlich die Gliedmaassen der rechten Seite im Ganzen länger und im Einzelnen etwas

¹⁾ Vortrag, gehalten in der 1. allgemeinen Sitzung der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin.

stärker sind als die der linken. Wenige werden ferner gegen die Homologie zwischen oberer und unterer Extremität etwas einzuwenden haben. Unsere Gliedmassen sind also erstens paarig und zweitens doppelt vorhanden, sie sind einmal wiederholt, wie es die Wirbel und Rippen mehrere Male sind.

Vergleichen wir weiter unsere Gliedmassen mit denen der Säugethiere, so finden wir bei den meisten Klassen derselben nicht nur im Allgemeinen, sondern auch durchgehend im Einzelnen, dieselben Theile in Lage und Form, Anzahl und sonstigen Beziehungen vor. Hand und Fuss des Affen, der Fledermaus, des Hundes oder Bären, des Maulwurfs oder Igels, des Elephanten wie der Maus, des Faulthiers wie der Beutelhiers, zeigen sämtlich fast genau dasselbe Verhalten. Abweichend erscheinen uns auf den ersten Blick Hände und Füsse derjenigen Thiere, welche einen oder mehrere Finger oder Zehen im Laufe der Entwicklung ihrer Art verloren haben, oder bei denen nur noch Reste der verschwindenden Finger- und Mittelhandknochen — mit den Nachbarn verschmolzen — übrig geblieben sind. Nachdem wir aber durch die grossartigen paläontologischen Funde in Nordamerika durch Cope und Marsh u. A. die mehrzehigen Vorfahren des Pferdes und die in den jüngeren Erdschichten stetig fortschreitende Verminderung der Finger und Zehen kennen gelernt haben, bereitet uns das Verständniss dieser scheinbar weit abliegenden Zustände bei Ein- und Zweihüfern keine Schwierigkeiten mehr.

Steigen wir in der Reihe der Wirbelthiere noch tiefer hinab, so stossen wir bei den Vögeln wiederum auf stark veränderte Verhältnisse. So abweichend uns aber der Flügel mit seinem Federkleide unserem Arm gegenüber erscheint, so finden wir doch auch dort den Oberarm, die beiden Unterarmknochen, die allerdings bis auf zwei Knochen reducirte Handwurzel und drei Finger. Noch etwas weiter ist die Verschmelzung von Skeletelementen an den Beinen der Vögel vorgeschritten, so vereinigen sich, um dem Ganzen mehr Festigkeit zu geben, Fusswurzel und Mittelfuss, und es entstehen durch einseitiges Längenwachsthum dieser Theile die bekannten Storchbeine. Bei Vögeln, deren Flügel sehr stark eingehen, finden wir gleichzeitig lange und starke Beine, so beim Strauss.

Viel mehr Uebereinstimmung als mit unseren heutigen Vögeln, die — wie uns die Forschungen der letzten beiden Jahrzehnte lehren — nur einen abseits entwickelten Seitenzweig der Reptilien ausmachen, finden wir zwischen diesen letzteren und den Säugethiern. Wer jemals die Gliedmassen eines Krokodils, einer Schildkröte oder einer Eidechse aufmerksam betrachtet hat, wird dies — auch ohne unsere anatomische Kenntnisse — zugeben.

Merkwürdigerweise aber finden wir die grösste Uebereinstimmung mit uns und den Säugethiern bei den Amphibien und zwar den geschwänzten, bei Lurchen und Molchen, besonders beim Salamander, Triton und Axolotl. Hier bleiben allerdings die für die Vergleichung wichtigen Theile, Hand- und Fusswurzel, zeitweilig knorpelig. Entfernter stehen dagegen die uns auch sonst weniger sympathischen schwanzlosen Amphibien, die Frösche und Kröten.

Jetzt sind wir aber doch wohl an der äussersten Grenze angelangt, wo die Vergleichung Halt zu machen hat, so höre ich fragen. Können wir es wagen, die Kluft, welche sich zwischen den höheren luftathmenden Wirbelthieren und den Fischen aufthut, zu überspringen, vielleicht zu überbrücken, oder sogar ganz auszufüllen? Dürfen wir es unternehmen, Hand und Fuss des Menschen mit der Brust- und Bauchflosse der Fische, oder doch Theilen dieser Gebilde zu vergleichen? Dürfen wir daran denken, dass, wie aus den Gliedmassen mancher Säugethiere, wie Seehund und Delphin, flossenähnliche Bildungen geworden, so auch umgekehrt einst aus einer wirklichen Fischflosse eine Hand, richtiger ein Arm hat werden können? Wir stehen hier vor einer der schwierigsten und wichtigsten Fragen der vergleichenden Anatomie; denn wir fordern von der Wissenschaft nicht nur Thatsachen, nicht nur Vergleichung, sondern eine Erklärung der Formen, oder doch die Eröffnung eines Verständnisses. Wir wollen die neben einander gereihten Gestaltungen auf Grund der Vergleichung von einander ableiten, wir suchen den Nachweis dafür, dass und wie sie aufeinander folgen, wie sie eine aus der anderen entstanden sind. Wir stehen somit nicht nur vor der Frage: „Sind Hand und Fuss aus der Fischflosse hervorgegangen?“ sondern auch — da der Körper, das Individuum, ein Ganzes ist — „sind Säugethiere und Mensch von den Fischen abzuleiten oder nicht?“

Es hiesse Eulen nach Athen tragen, wenn ich diese Frage vor der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte erörtern wollte. Aber ich möchte doch heute von neuem betonen, dass auch die Arbeiten der letzten Jahre über Hand und Fuss, welche soviel des Neuen ergeben haben, undenkbar wären ohne die Entwicklungslehre, selbst wenn man sie auch nur als heuristisches Princip gelten lassen wollte. Was wäre ohne sie wohl aus jenem Knöchelchen am Fusse geworden, das schon so manche Anatomen gesehen hatten? Es hätte sicherlich im dunklen Varietäten-Schreine weiter geschlummert, ab und zu vielleicht gestört durch den Eintritt neuer Schicksalsgenossen. Jetzt giebt uns die Abstammungslehre die Leuchte in die Hand, um die durch emsige Arbeit von Jahrzehnten zusammengetragenen, scheinbar werthlosen Steinen auf ihre Echtheit zu prüfen — und wie mancher Edelstein hat sich gefunden, der das Licht hundertfach verstärkt zurück- und auf seine Nachbarn ausstrahlt!

Die Frage, ob sich eine wissenschaftliche Vergleichung unserer Gliedmassen innerhalb der gesammten Wirbelthiere erfolgreich durchführen lasse, ist heute, nach den Untersuchungen an Fischen einerseits, beim Menschen und Säugethiern andererseits, unbedingt mit Ja zu beantworten.

Auf die zweite Frage: „haben die höheren und höchsten Wirbelthiere wirklich nur höchstens 5 Finger und Zehen?“ ist ebenso entschieden mit Nein zu entgegnen, denn es giebt Säugethiere mit 6 und den Spuren eines 7. Fingers, auch beim Menschen sind die Anlagen oder Andeutungen von Finger und Zehen über die Fünfzahl hinaus noch nachweisbar. Für Reptilien kennen wir 7 Finger, auch mehr, nämlich bei einigen Arten des von Scheffel so schön besungenen Geschlechtes *Ichthyosaurus*, — und für Amphibien ist erst vor wenigen Monaten der Nachweis einer 7 fingerigen Anlage, und damit die Bestätigung dafür geliefert worden, dass das Ver-

halten bei Säugethiern und beim Menschen nicht etwa ein später erworbenes, sondern ein ursprüngliches, von den Vätern ererbtes ist.

Wenn wir so festgestellt haben, dass die paarigen Gliedmassen der Wirbelthiere überall homologe Gebilde sind, wenn wir ferner die allmähige Umgestaltung derselben in anatomischer und physiologischer Beziehung verfolgen können, so wird sich uns, die wir als Naturforscher nicht nach Willkür Halt machen dürfen, noch eine weitere Frage aufdrängen: woher stammen denn schliesslich die Gliedmassen? sind sie zuerst bei den Fischen als Flossen entstanden, sind sie etwa aus anderen Theilen umgewandelt? oder lassen sie sich von Organen wirbelloser Thiere ableiten? woraus haben sie sich entwickelt, wo und wie? Die Frage: warum? d. h. nicht „zu welchem Zwecke?“ sondern „aus welchen Ursachen?“ wollen wir einstweilen lieber gar nicht aufwerfen. Geben uns die anderen Fragen doch schon mehr als genug zu denken.

Zwei Hypothesen über die Entstehung der Wirbelgliedmassen stehen sich gegenüber, eine ältere, von Gegenbaur aufgestellte und eine neuere, seit 1877. Gegenbaur hat das unvergängliche Verdienst, zuerst eine vollständige Vergleichung der Gliedmassen durchgeführt und eine Hypothese über die Entstehung derselben bei Fischen aufgestellt zu haben. Ausgehend von der Brustflosse der Haifische construirte Gegenbaur 1869 das Urflossen-Schema, das sogenannte Archipterygium, an dem er — nach den drei oberen, an den Schultergürtel grenzenden Stücken — drei Abschnitte unterschied. Der Stamm oder Hauptstrahl der Flosse geht durch den dritten oder letzten derselben, die davor gelegenen Knorpelstücke bilden Neben- oder Seitenstrahlen, — nur bei Embryonen finden sich solche hinter der Axe. Bald sah sich Gegenbaur veranlasst, an die Stelle dieser einreihigen Urflosse die doppelreihige, auf den Stamm bezogen, symmetrische, zu setzen wie sie uns ein 1870 in Queensland lebend gefundener, früher nur paläontologisch bekannter, nach vielen Richtungen hin höchst interessanter Fisch, der *Ceratodus* zeigen soll. Hier durchzieht der Hauptstrahl etwa die Mitte der blattförmigen Flosse bis zur Spitze, während die Nebenstrahlen ziemlich gleichmässig nach beiden Seiten von ihm abgehen. Das Verhalten dieses Hauptstrahles zeigt uns nun nach Gegenbaur den Weg für die Ableitung des Gliedmassenskelets aus dem Kiemenskelet. Hier sind die Knorpelbogen ursprünglich mit einfachen, parallelen, gleichmässig entwickelten Stäben oder Radien besetzt. Bei manchen ist ein mittlerer mächtiger entwickelt. Indem nun die schwächeren den stärkeren näher rücken, treten allmähig einige von jenen direct an den Hauptstamm. Eine so aus den Kiemknorpeln entstandene Flosse muss natürlich, wenn sie zur Bauchflosse werden will, eine sehr lange Wanderung oder Verschiebung durchmachen. Doch ergeben sich aus diesem Umstande gerade die geringsten Schwierigkeiten für die Hypothese. Sind doch Verschiebungen, in diesem Falle eine Wanderung der unteren Extremität nach oben, noch beim Menschen nachweisbar, sind doch im Zusammenhange damit nicht nur unsere Brust- und Lendenwirbel, sondern auch unsere Rippen im Begriffe, einer Reduction zu unterliegen. Dagegen sind von verschiedenen Forschern andere gewichtige Einwendungen gegen die Hypothese Gegenbaur's erhoben worden, welche zu wiederholen und um einige noch nicht ausgesprochene zu vermehren, hier nicht des Ortes ist.

Sind wir aber überhaupt berechtigt, nach der Entstehung beider Gliedmassenpaare in einem Athemzuge zu fragen? Ist ihre anatomische, ihre genetische Zusammengehörigkeit wirklich über allen Zweifel erhoben, sind sie wirklich vollständig homolog? Weder für die Gliedmassengürtel — Schulter und Becken — noch auch für die eigentliche Extremität kann man dies absolut sicher aussagen.

Von Beobachtungen und Erwägungen anderer Art ausgehend, hat im Jahre 1877 ein amerikanischer Forscher, James K. Thacher in New-Haven, eine neue Hypothese aufgestellt, die sich bald einer weitgehenden Zustimmung in England und Deutschland zu erfreuen hatte.

Ihnen Allen wohl, hochgeehrte Anwesende, werden ausser den paarigen Flossen der Fische die unpaaren, auf dem Rücken und Bauche des Thieres in der Mittellinie verlaufenden, besonders am Schwanzende stärker entwickelten Flossen bekannt sein, — ein Besuch des Aquariums würde sonst genügen, diese Bekanntschaft zu vermitteln. — Thacher vergleicht nun die paarigen mit den unpaaren Flossen und kommt zu dem Ergebniss, dass wir in ihnen gleichartige Gebilde zu erkennen haben. Ausschliesslich unpaare Flossen oder richtiger Säume, besitzen die niedersten, vielfach gar nicht mehr als Fische betrachteten „Wirbelthiere“, der vielgenannte Lanzettfisch, sowie die gleichfalls durch sehr primitive Organisation ausgezeichneten Neunaugen. Erst bei den Haien treten die paarigen Flossen auf, welche jenen ähnlich, aus einem Faltensaume an der Seitenfläche des Thieres sich erheben. Th. behauptet nun, dass ebenso, wie die dorsalen und centralen unpaaren Flossen aus den medianen Falten oder Säumen entstehen, — auch die paarigen Flossen als Differenzirungen der paarigen Seitenfalten aufzufassen seien. Diese Seitenfalten entsprechen der sog. Wolff'schen Leiste der Embryonen höherer Wirbelthiere, aus der auch hier die Gliedmassen hervorsprossen. Unpaare und paarige Flossen werden durch eine Reihe von knorpeligen Radien gestützt, welche dann an dem proximalen, d. h. dem Körper zugewandten Ende mit einander zu einer Knorpelplatte verschmelzen können. In Folge weiterer Verschmelzungen, aber auch Theilungen dieser anfangs parallelen, zahlreichen Knorpelstäbe bilde sich dann das Skelet für die Brust- und Bauchflosse aus. Ziemlich gleichzeitig mit Thacher entwickelte Mivart in England dieselben Ideen, und bald darauf wurde die neue Theorie von dem zu früh verstorbenen Balfour durch Untersuchungen an Haifisch-Embryonen gestützt. In neuester Zeit hat A. Dohrn in Neapel auf Grund ausgedehnter entwicklungsgeschichtlicher und vergleichender Studien Balfour's Beobachtungen bestätigt und weiter verfolgt und so unsere Theorie befestigt und ausgebaut. Die paarigen Seitenfalten verlaufen bei Haifisch-Embryonen von der letzten Kiemenspalte nach hinten, derart, dass sie allmähig auf die unteren Flächen des Thieres gelangen, mit der der anderen Seite verschmelzen und als unpaare Flosse bis zum Schwanz und auf der Rückseite wieder nach vorn verlaufen. Die Falten werden Anfangs nur von dem äusseren Keimblatte gebildet. Die paarige Gliedmasse entsteht nun so, dass zunächst die Muskeln von den Urvirbeln oder Segmenten

der Rumpfmusculatur in Gestalt von gleichfalls segmentalen Anlagen, zu denen sich dann je ein Rückenmarksnerv begiebt, in die Falte hineinwachsen. Die Flosse ist somit als aus mehrfach sich wiederholenden Segmenten entstanden anzusehen und nach Dohrn vielleicht mit einer Anzahl von Füssen oder Parapodien der Würmer in Parallele zu setzen. Während sich nun ein Theil von Segmenten weiter entwickelt und durch zusammenfassende Verschmelzungs- und Wandlungsvorgänge zu je einer paarigen Flosse wird, gehen die zwischen den neuen Gliedmaassen gelegenen Theile der Seitenfalten verloren.

Auch die soeben vorgetragene Hypothese steht gewiss noch nicht unbedingt fest, auch sie lässt noch manche Punkte dunkel. So erfahren wir nicht, warum die Seitenfalte gerade an zwei Stellen bestehen bleibt und sich zu Gliedmaassen weiter bildet. Aber im Allgemeinen entspricht diese Theorie den Thatsachen und den Anforderungen, welche man zu einer Erklärung derselben an eine Theorie stellen darf. Auch Gegenbaur sieht in derselben „einen gewiss nicht ohne weiteres vor der Hand zuweisenden Versuch der Lösung eines wichtigen Problems“ und erkennt an, „dass er nicht ohne Berechtigung ist“.

Mir scheint es, als wenn beide Theorien — oder sagen wir vorsichtiger: Hypothesen — in dem wesentlichsten Punkte sich gar wohl in Einklang bringen lassen. Beide gehen, wenn auch in verschiedenem Sinne, von der Anlage mehrfacher, paralleler, anfangs gleichwerthiger Knorpelstäbe oder Strahlen aus. Allerdings braucht Gegenbaur diese nur, um daraus das allmähliche Hervortreten eines Hauptstrahles und die Anlagerung der übrigen als Nebenstrahlen abzuleiten und so die zweireihige Urflosse, wie sie Ceratodus besitzen soll, zu construiren. Ich kann ihm hierin nicht folgen, da meines Erachtens, abgesehen von allem andern, schon die Aufstellung des Hauptstrahles, von dem aus vier Nebenstrahlen in schräger Richtung abgehen sollen, nicht nur unnötig, sondern auch unüberwindliche Schwierigkeiten macht. Fast jeder selbstständige Forscher auf unserem Gebiete hat den Hauptstrahl durch einen anderen Finger legen zu sollen geglaubt — nur der vierte ist bisher frei geblieben. Sicher ist bisher nur, dass der sog. Hauptstrahl im Oberarm liegt — ob im Unterarm und der Hand überhaupt ein Hauptstrahl zu finden sei, ist mir sehr zweifelhaft geworden. Alle neueren Untersuchungen bei Säugethieren sowohl, wie bei Fischen weisen, so weit ich sehe, gleichmässig und in unverkennbarer Weise auf den Parallelismus und eine grössere Unabhängigkeit, Gleichwerthigkeit der Strahlen hin.

Die weitere Entwicklung der Flosse haben wir uns nun so zu denken, dass die Knorpelstäbe an einander rücken und, vom Centrum zur Peripherie fortschreitend, allmählich verschmelzen oder verschwinden, derart jedoch, dass das freie Ende der Flosse von diesen Vorgängen nicht erreicht wird.

Bei Haien finden wir so an dem obersten Theile der Brustflosse nur noch drei — oder zwei Stücke, bei Ceratodus nur noch eins: es ist der Oberarm der höheren Thiere. Um bei der vorderen Gliedmaasse stehen zu bleiben, sehen wir in der zweiten Reihe bei Haien noch etwa 20, bei Ceratodus nur noch 5 Stücke, bei Reptilen selten 3, sonst bei höheren Wirbelthieren 2, Speiche und Elle, welche letztere aber auch noch verschwinden kann. Die folgenden Reihen bestehen auch bei höheren Thieren meist noch aus einer grösseren Anzahl von nebeneinander gelagerten Stücken, es ist unsere Handwurzel. Aber auch hier kann die Rückbildung bis auf 2 oder 1 Stück weiter schreiten — so bei Krokodilen, Vögeln, ferner den Einhufern — während wir beim Menschen und der Mehrheit der Säugethiere, wie bei Ichthyosaurus, noch 5—7 Radian nebeneinander erhalten sehen.

Selbstverständlich nimmt auch die Zahl der gesammten Elemente von den niederen zu den höheren Thieren hin im Allgemeinen stetig ab. Die Brustflossen der Haie zählen zwischen 100 und 200 Knorpeln, Ceratodus hat noch einige 80, manche Reptilien einige 60, die höheren Säugethiere und der Mensch 30 oder einige mehr. Vielleicht aber weisen die weit zahlreicheren „Knochenkerne“, die Stellen, von denen aus dies auch beim Menschen ursprünglich knorpelige Skelet verknöchert, auf die früheren Zustände hin?

Vielleicht sind uns so die Reste der verloren gegangenen Strahlen z. B. in den neben einander liegenden Knochenkernen der stark verbreiterten Enden der sog. langen oder Röhrenknochen, z. B. des Oberarmbeines erhalten. Zu Gunsten einer solchen Auffassung spricht entschieden die neuerdings bei vielen Klassen nachgewiesene Existenz von Nervenkanälen im Oberarm. Wenn es richtig ist, wie es die Untersuchungen am Schädel sehr wahrscheinlich machen, dass ein Nerv niemals einen Knochen durchbohrt, sondern stets zwischen zwei solchen hindurchgeht, wenn also die von dem jungen Mediciner viel gefürchteten Löcher der Schädelbasis für den Austritt der Hirnnerven, erst durch Verschmelzung ursprünglich getrennter Skelettheile entstanden sind, — so liegt es gewiss nahe, auch für den Oberarm das Gleiche anzunehmen, umso mehr, als hier wirklich manchmal ein Stück zeitlebens getrennt bleiben kann. Diese Nervenkanäle kommen bei Reptilien und bei Säugethieren sehr weit verbreitet vor, und zwar ein äusserer und ein innerer, manchmal beide gleichzeitig. Eine ganz kürzlich erschienene Arbeit von Baur kommt zu dem Ergebniss, dass der innere Kanal ursprünglich bei allen Säugethieren vorhanden gewesen zu sein scheine, und dass die Ahnen der Säugethiere ihn jedenfalls besessen haben. Beim Menschen kommt er in unvollständiger Ausbildung als Varietät vor.

Für jede höhere Entwicklung ist die Verminderung der Skeletstärke als allgemeines Gesetz hinzustellen und bis zu einem gewissen Grade auch als physiologisches Erforderniss anzuerkennen; sie darf indess nicht zu weit gehen! Wir können unmöglich den Fuss unseres heutigen einzelnen Pferdes für „höher organisirt“ halten, als den seiner vielzehigen Vorfahren oder unseren eigenen — aber andererseits ist er entschieden den besonderen Verhältnissen der Thierart angepasst und somit für diese der vortheilhafteste.

Die Anpassung an äussere Verhältnisse spielt nun bei den tausendfältigen Wandlungen der Gliedmaassen die hervorragendste Rolle. Aber sie wirkt nur ganz allmählich, fast unmerklich, erst in Zeiträumen, gegen welche die wenigen Jahrtausende der menschlichen Weltgeschichte vollständig verschwinden.

Gegenüber dem kolossalen Trägheitsmoment der Vererbung erscheint die Anpassung kaum anders, wie der Tropfen, welcher in's Meer fällt. Aber derselbe Tropfen höhlt bekanntlich den härtesten Stein, er braucht dazu nur oftmalige Wiederholung, und hierzu ist Zeit und weiter nichts als Zeit erforderlich. Unermessliche Zeiträume stehen uns aber seit dem Auftreten der ersten Fische bis heute zur Verfügung. Auf etliche Millionen von Jahren kommt es ja in der Paläontologie nicht an.

Während die Fischflosse im Allgemeinen mehr in die Breite als in die Länge entwickelt ist — ausser bei Ceratodus und seinen Verwandten —, treffen wir das umgekehrte Verhalten bei den Säugethieren. Aber auch hier giebt es noch recht kurze und breite Gliedmaassen, so beim Schnabelthiere, bei den Gürtel- und Faulthieren, beim Maulwurf u. a.

Während der Umgestaltungen des Skelets bilden sich auch grössere Gelenke zwischen den Theilen und damit eine Beweglichkeit der Gliedmaasse in sich aus. Ganz ohne Gelenke ist übrigens die Fischflosse auch nicht. Man kann schon bei der Haiflosse von „straffen Gelenken“ oder Amphiarthrosen sprechen, wie sie sich der Mensch in den Handwurzelgelenken conservirt hat. Auch die Entstehung der grösseren Gelenke, des Ellenbogen- und Kniegelenkes, welche den höheren Wirbelthieren die Winkelstellung zwischen dem ersten und zweiten Abschnitte der Gliedmaasse gestatten, ist nicht schwer zu verstehen. Wenn mehrere neben einander liegende Skelette verschmelzen, so werden auch die Höhlen oder Spalten an ihren Enden zusammenfliessen.

Noch bin ich Ihnen den Beweis dafür schuldig geblieben, dass unsere Hände und Füsse ausser den Jedermann bekannten 5 Fingern und Zehen die Anlage oder Rudimente eines 6. oder 7. Stieles besitzen. Vor einigen Jahren gelang es mir, für andere Säugethiere, dann für die Entwicklungsstadien des Menschen, schliesslich aber auch für den Erwachsenen nachzuweisen, dass deutliche Spuren eines früher an der inneren Seite des Daumens, bezw. der Grossezehe vorhandenen Fingers — um dies Wort für beide Gliedmaassen zu gebrauchen — vorhanden seien. Sie sehen diese Theile an der Tafel dort roth bezeichnet. Es sind dieselben Stellen, wo bei Beutelhieren und Insectenfressern ein wirklicher Finger existirt und wo beim Menschen gelegentlich sich ein überzähliger Finger entwickeln kann. Viel schwächer, als an der inneren Seite, sind die Reste eines 7. Strahles an dem äusseren Rande. An der Hand kommt hier hauptsächlich das im Anfange erwähnte Erbsenbein nebst Nachbarschaft in Betracht. So ganz Unrecht hat man eigentlich, wie Sie sehen, früher doch nicht gehabt, wenn man ihm mit einem gewissen Misstrauen begegnete.

Es wird Ihnen bekannt sein, dass noch heutzutage — nicht so gar selten — Kinder mit sechs — seltener sieben — Fingern oder Zehen geboren werden, und dass solche Vorkommnisse in vielen Familien durch Generationen hindurch sich wiederholen, also erblich sind. Ein überzähliger Finger liegt fast immer an einem Rande der Hand, sei es als kleiner Vorsprung mit einem Nagel darauf, sei es als Verdoppelung der Fingerglieder oder auch noch der Mittelhandknochen, selten unter Vermehrung der Handwurzelelemente.

Leider bekommen wir Anatomen nur sehr selten solche gut ausgebildete „überzählige“ Strahlen zu sehen, denn, da es nun einmal für ausgemacht gilt, dass wir nicht mehr als 5 Finger haben und haben dürfen, so werden die übrigen gewöhnlich ohne Gnade von den Chirurgen entfernt, also dem Forscherauge des Anatomen entzogen. Wenn erst die Anschauung allgemeiner geworden sein wird, dass wir es hier nicht mit einer „Missbildung“ im eigentlichen Sinne des Wortes zu thun haben, — ja dass es eigentlich ein Zeugnis alter Herkunft, ein Merkmal unserer ursprünglichen Beschaffenheit ist, wenn man mehr als 5 Finger hat, — dann wird vielleicht auch eine derartige Beschneidung, durch welche man die Natur zu verbessern wähnt, aufhören.

Man kann allerdings darüber streiten, ob überzählige Finger und Zehen, welche aus embryonal angelegten Skelettheilen durch weitere Entwicklung derselben entstehen, als „Missbildungen“ anzusehen sind oder nicht. Ich gestehe, eine Grenze zwischen „normal“ und „abnorm“ nicht ziehen zu können. Norm nennen wir das Verhalten bei der Mehrheit der Individuen. Da nun aber jeder Mensch diesen oder jenen Knochen oder Muskel besitzt, der sich anders verhält, als bei der Mehrheit, so könnte man schliesslich von Jedem sagen, dass er Abnormalitäten oder Missbildungen besitzt, wenn wir es nicht vorziehen, hier nur von Varietäten u. dergl. zu sprechen.

Von vielen solchen Varietäten ist es nachweisbar, dass sie bei Thieren normal vorkommen, — von anderen nicht. Vielleicht handelt es sich da um einen Ansatz zu einer neuen Bildung, die demaleinst unseren Urknebeln zu Gute kommen wird. Hier, bei den überzähligen Fingern und Zehen wissen wir aber jetzt, dass es sich um angeerbte Anlagen handelt, die vielleicht durch viele Generationen hindurch schlummern, „latent“ bleiben, um dann, — aus welchen Gründen, ist offen gestanden vollständig unbekannt — plötzlich wieder aufzutreten. Solche Vorkommnisse heissen dann Rückschlag, Atavismus. Dies ist zunächst auch nur ein Wort, aber man kann sich doch etwas dabei denken, und es klingt auch weniger abschreckend, als die alten Bezeichnungen: Missbildung, Monstrosität, Missgeburt.

Auf die Beziehungen des Atavismus und der Descendenz zur Pathologie näher einzugehen, erscheint umso weniger am Platze, als erst ganz neuerdings unser hochverehrter Herr Vorsitzender diese Fragen in ebenso lichtvoller wie erschöpfender Weise behandelt hat.

Auch die tausendfachsten Wandlungen, welche die Wirbelthiergliedmaassen in Anpassung an die verschiedensten Ansprüche des Lebens erleiden, können wir hier nicht weiter berücksichtigen. Bewundernswürth bleibt jedenfalls der in seiner Vielfachheit doch einfache, trotz seiner Mannigfaltigkeit immer im wesentlichen wiederkehrende Bau eines Organes, mit denen Thiere wie Menschen die ganze Fülle der Bewegungen im Wasser, in der Luft, in und auf der Erde auszuführen vermögen, eines Organes, welches sogar im Stande ist, den Taubstummen zu lehren und zu predigen.

Hand und Fuss verwenden wir, wenn auch nicht mehr gesetzlich, so doch desto häufiger zum Messen und zum Zählen. Wir nehmen noch heute Hand- und Fingerbreiten, vor allem aber den Fuss als Maasseinheit

— und als Versfuss z. B. wird er sich dem Centimeter gegenüber wohl behaupten. Denken Sie an den Besuchs- und höflichen Grussfuss als Maassstab gesellschaftlicher Beziehungen unter Privaten, — an den Friedens- und Kriegsfuss des Staates. Zwei Fuss gross etwa war unsere „Elle“, die der Länge der gleichnamigen Knochen mit Einschluss der Hand gleichkam.

Die 10 Finger und 10 Zehen, auf welche die meisten Menschen beschränkt sind, bilden schon seit Jahrtausenden die Grundlage unseres Zahlensystems; — wären die sechsfingerigen Menschen dazumals in der Mehrheit gewesen, als man es schuf, so hätten wir wohl das bekanntlich in Folge der Theilungsmöglichkeit mit 2, 3 und 4, statt mit 2 und 5 weit bessere duodecimale System bekommen, das allen Anstrengungen der Neuzeit zum Trotze, sich doch immer noch im Dutzend, Schock und Gross, in der Zahl der Monate, der Stunden, Minuten und Secunden, wie in der Grundtheilung des Kreises u. a. m. erhalten hat. — Welche Bewandtniss es aber mit den sieben Wochentagen hat, das wage ich nicht zu entscheiden.

Die Hand ist uns das Zeichen der Macht und Stellung und die linke Hand gilt als der rechten unebenbürtig. Die Hand vertritt die ganze Person, wenn wir um sie anhalten, sie reichen oder verweigern. Mit dem Handschlag begrüssen wir den Freund und versprechen wir an Eides Statt, mit erhobener Rechten leisten wir den Schwur. Aus der Hand, zumal aus der Handschrift schliessen wir auf die Beschäftigung, den Bildungsgrad und den Charakter des Menschen.

Mit seinen Füssen an die Erde gebannt, mit dem Haupte dem unendlichen Weltenraume zugekehrt, lebt der Mensch von seiner Hände Arbeit und in seines Geistes Thaten. Und wenn wir uns mit dem Fluge der Gedanken über die Schranken von Raum und Zeit hinwegzusetzen suchen, so erinnert uns die Hand, welche unsere Ideen der Menschheit vermitteln soll, wieder an unsere Abkunft. Wenn es aber Vielen von Ihnen, hochgeehrte Anwesende, die Sie vielleicht kaum von einer Verwandtschaft mit den Affen etwas hören wollen, ein entsetzlicher Gedanke sein mag, dass unsere Hände und Füsse aus Fischflossen sich entwickelt haben sollen, so bitte ich Sie, zum Schlusse den Blick noch einmal rückwärts, dann aber vorwärts in die Zukunft zu wenden.

Eine fortlaufende Entwicklungsreihe verbindet das Fischgehirn und das Menschenhirn, — führt uns von dem stummen, kiemenathmenden Thiere bis zum denkenden, sprechenden Menschen, der von seinen Kiemenpalten nur die erste, welche zum Gehörgange wird, übrig behält.

Was kann aus uns, so frage ich, noch Alles werden, wenn die fortschreitende Entwicklung noch einige Millionen von Jahren anhält? Engelsflügel werden uns nun zwar hier auf Erden nicht wachsen, — aber wer wagt zu sagen, was der Menschegeist noch ersinnen, was Hand und Fuss noch ausführen werden?