

## Ueber die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmaßen.

Von Prof. Dr. L. Stieda in Königsberg i. Pr.

Bereits vor einigen Jahren habe ich in diesen Blättern meine Ansichten über die Homologie der Gliedmaßen dargelegt. Ich habe damals mich großer Kürze befließigt und habe ferner damals die ganze Litteratur der Streitfrage bei Seite gelassen. Ich habe dann meine Studien, namentlich der Weichteile, fortgesetzt und habe einzelne Ergebnisse in den anatomischen Versammlungen zu Straßburg und Basel mitgeteilt. Unterdessen sind 2 weitere Abhandlungen von Eisler und Melzer erschienen, die den Vergleich der Extremitäten in ganz anderer Weise als ich darstellen, und zwar jeder von ihnen nach seiner eigenen Theorie. Dadurch ist nun die Frage nach einem Vergleich der Extremitäten, der eine Zeit lang vollständig ruhte, neu aufgelebt und hat wiederum an Interesse gewonnen. Da überdies die Theorien von Eisler und Melzer eigentlich nur alte Anschauungen geben, so halte ich es in meinem eigenen Interesse für geboten, zum Schutz für meine eigene neue Theorie einzutreten, die bereits von Eisler kritisiert und angegriffen worden ist. Doch will ich versuchen, möglichst von einer Polemik mich fern zu halten und mich auf ein Referat über die abweichenden Ansichten der andern Autoren zu beschränken.

Ich habe an einem andern Ort in ausführlicher Weise meine neue Anschauungsweise auseinandergesetzt und sehr eingehend über die verschiedenen Theorien der Vergleiche referiert. Hier soll alles in Kürze geschehen. Es mag diese Mitteilung hier als ein Auszug aus der andern Abhandlung angesehen werden.

Man hat frühzeitig angefangen, die Arme und Beine des Menschen mit einander zu vergleichen, und hat sehr viele Theorien und Hypothesen eines Vergleichs der wissenschaftlichen Welt dargeboten. Die von mir aufgestellte Theorie eines Vergleichs ist insofern neu, als sie mit keiner der bisher veröffentlichten übereinstimmt, obwohl, wie ich bekennen muss, ich gewisse Vorläufer meiner Theorie entdeckt habe — dort, wo ich sie am wenigsten vermutet hatte.

Ich stelle die beiden Hauptpunkte, die ich in den früher aufgestellten Theorien als irrig bezeichne, an die Spitze:

1. Man ist von der irrigen Voraussetzung ausgegangen, dass die Extensoren des Oberarms mit den Extensoren des Oberschenkels, die Flexoren des Oberarms mit den Flexoren des Oberschenkels zu vergleichen seien.
2. Man hat in irriger Weise den supinierten Vorderarm mit dem Unterschenkel verglichen. —

Diesen beiden Sätzen gegenüber behaupte ich:

1. Die ventralen Muskeln des Oberarms (Flexoren) sind den ventralen Muskeln des Oberschenkels (Extensoren) zu homo-

logisieren, und die dorsalen Muskeln des Oberarms (Extensoren) den dorsalen Muskeln des Oberschenkels (Flexoren).

2. Man muss den pronierten Vorderarm mit dem (pronierten) Unterschenkel vergleichen. —

Um eine geeignete Basis für den Vergleich der Extremitäten des Menschen zu gewinnen, muss man die aufrechte Lage des menschlichen Körpers in die horizontale Lage eines vierfüßigen Tieres verwandeln. Man muss den pronierten Vorderarm und die Hand so halten, wie den Fuß, d. h. die Handfläche muss den Fußboden berühren; in dieser Stellung sind alle Teile einander homolog; hierbei betone ich: die in verschiedener Richtung gestellten Gelenke das Ellenbogen- und das Kniegelenk sind einander homolog, denn die Stellung und Richtung der einzelnen Gelenke ist für die Homologie unwesentlich. —

Ich versuche nun meine neue Theorie zu begründen. Die einzelne Extremität eines Wirbeltiers, natürlich eines vierfüßigen, hat — so stelle ich es vor — zuerst die Gestalt einer Platte, die seitlich vom Körper absteht. Man kann an dieser Platte in Berücksichtigung ihrer Stellung, wie am ganzen Körper, eine dorsale und eine ventrale Fläche unterscheiden; in der Axe der Platte befindet sich der knöcherne (knorpelige) Skelettteil. Ich stelle mir zunächst die Platte wie insbesondere den axialen Skelettteil gerade und einheitlich, nicht gegliedert vor, die Platte ist steif.

Nun zieht das Tier seine Extremitäten in den Körper hinein, die Extremitäten werden adduziert — dabei bilden sich zwischen dem Körper und dem proximalen Ende der Extremitäten die Gelenke — Schulter- und Hüftgelenke. Die Glieder sind so gelagert, dass ihre Axe der Längsaxe des Körpers parallel liegt. — Nehmen wir an, dass die Glieder noch ungegliedert, noch steif seien, und stellen wir uns weiter vor, dass die adduzierten Glieder nun eine Beugung, eine Flexion ausführen. Jetzt steht das Tier auf seinen vier Beinen (Vorder- und Hinterextremitäten), die in ihrer steifen Form kaum zu Fortwärtsbewegungen zu gebrauchen sind.

Ich lasse die Frage, ob nicht vielleicht schon allmählich während der Adduktions- und Flexionsbewegung auch eine Gliederung, eine Knickung der einzelnen Glieder erfolgt ist, bei Seite, sondern nehme an, dass die zuerst steifen Gliedmaßen jetzt erst, am Schluss der Adduktion und Flexionsbewegung, geknickt wurden.

Warum die Knickung erfolgte, das erörtere ich nicht. Selbstverständlich ist eine gelenkige, biegsame, gegliederte Platte für gewisse Zwecke besser zu gebrauchen als eine steife. Eine steife Platte konnte das Tier vielleicht nur wie ein Ruder benutzen, eine gelenkige Platte aber auch zu andern Zwecken. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die hinteren und die vorderen Gliedmaßen sich gemäß den verschiedenen

Zwecken, denen sie dienen sollen, ausgebildet haben. Die vordere Gliedmaße ist ein Greiforgan in erster Linie geworden, die hintere ist zu einem Stützorgan geworden, beide dienen aber als Bewegungsorgane.

Wie dem auch sei, man findet, dass die ausgebildeten Gliedmaßen der vierfüßigen Wirbeltiere nicht steife Platten, sondern gegliederte Platten sind, d. h. es haben sich innerhalb der Platte Gelenke gebildet, die die Platte der Quere nach gliedern. Auf dieser gegliederten Platte kann das Tier aber nicht stehen; wenn das Tier sich darauf stellen wollte, so würde die Platte einknicken. Und das ist in der That geschehen: das Tier steht auf gegliederten eingeknickten Platten. Hierbei ist auf eine eigentümliche Erscheinung aufmerksam zu machen: Die vordere wie die hintere Extremität sind in verschiedenem und zwar in entgegengesetztem Sinne d. h. Richtung geknickt oder gebeugt. Unzweifelhaft hat das einen bestimmten mechanischen Grund, über den ich freilich nichts anzugeben vermag. —

Ich gehe etwas näher auf die Art und Weise der Knickung ein: sowohl die hinteren wie die vorderen Gliedmaßen sind — auch beim ausgebildeten Säugetier (und beim Menschen in vierfüßiger Stellung) nicht senkrecht zur Längsaxe des Körpers gestellt, sondern schräg: das Oberarmbein ist nach hinten, das Oberschenkelbein ist nach vorne gerichtet; die distalen Enden der beiden axialen Knochen sind einander näher als die beiden proximalen Enden. Die beiden axialen Knochen bilden mit der Längsaxe des Skeletts Winkel in entgegengesetzter Richtung. Der Winkel, den die vorderen Extremitäten mit der Längsaxe des Körpers bilden, richtet seinen Scheitelpunkt (Schultergelenk) nach vorn, die Konkavität nach hinten; der Winkel, den die hinteren Extremitäten mit der Längsaxe des Körpers bilden, richtet seinen Scheitelpunkt nach hinten (Hüftgelenk), die Konkavität nach vorn.

Die zweite Knickung oder Gliederung ist die zwischen Oberarm und Vorderarm, zwischen Oberschenkel und Knie. Auch hier ist die Knickung im entgegengesetzten Sinne (Richtung) erfolgt: der Ellenbogen ist nach hinten, das Knie nach vorne gerichtet, die Konkavität des vorderen Winkels (Ellenbogenbeuge) ist nach vorn, die Konkavität des hinteren Winkels (Kniebeuge) ist nach hinten gerichtet. Erwähnenswert scheint es mir, dass zwischen den beiden Winkeln ein und derselben Extremität, der vorderen wie der hinteren, ein Gegensatz besteht. An der vorderen Extremität ist der Schultergelenkwinkel nach hinten, die Ellenbogenbeuge nach vorn gerichtet, an der hinteren Extremität dem Hüftgelenkwinkel nach vorn, die Kniebeuge nach hinten gerichtet. Dass das Schultergelenk und das Hüftgelenk trotz dieser verschiedenen Stellung einander homolog sind, daran zweifelt niemand.

Warum sollte nun das Ellenbogengelenk und das Kniegelenk trotz ihrer verschiedenen Richtung nicht auch homolog sein?

Als die Gliederung der Platten — die Gelenkbildung zwischen Oberarm und Vorderarm, zwischen Oberschenkel und Unterschenkel sich vollzog, war anfangs offenbar ein indifferentes (einfach-einaxiges) Cylindergelenk vorhanden. Das Gelenk gestattete in gleichmäßiger Weise eine Bewegung um eine zur Längsaxe des Gliedes senkrecht gestellte Axe: eine Bewegung nach vorn — (Ventral-Flexion), und eine Bewegung nach hinten (Dorsal-Flexion). Im weiteren Verlauf der Entwicklung der Gliedmaßen, im weiteren Verlauf der zu verschiedenen Zwecken sich umgestaltenden Gliedmaßen trat zwischen den vorderen und den hinteren Gliedern eine Differenz auf. Das Resultat dieser Umbildung war allendlich die entgegengesetzte Stellung des Ellenbogens und des Knies.

An den vorderen Extremitäten entwickelten sich insonderheit die ventralen Muskeln, sie gestatteten nicht, dass die dorsalen Muskeln das Glied dorsal beugten — das Resultat war, dass nur eine ventrale Beugung übrig blieb; eine dorsale Beugung wurde unmöglich, weil sich die Gelenke mit Rücksicht auf die Muskeln umformten. Nur eine Ueberführung des ventral gebeugten Gliedes in die Strecklage blieb erhalten. Bezeichnen wir nun die Muskeln in üblicher Weise mit ihren funktionellen physiologischen Namen, so ergibt sich: am Oberarm haben sich die ventralen Muskeln in Flexoren, die dorsalen Muskeln in Extensoren umgewandelt.

An der hinteren Extremität (Beckengliedmaßen) ging der Umwandlungsprozess im entgegengesetzten Sinne vor sich. Es erlangten hier die dorsalen Muskeln des Oberschenkels das Uebergewicht über die ventralen Muskeln: eine dorsale Flexion und ein Ueberführen des flektierten Unterschenkels in die Strecklage ist übrig geblieben, eine ventrale Flexion ist vollkommen ausgeschlossen. Folglich nennen wir am Oberschenkel umgekehrt die ventralen Muskeln Extensoren, die dorsalen Muskeln Flexoren. —

Daraus muss ich konsequenter Weise den Schluss ziehen: die Flexoren des Oberarms als ventrale Muskeln sind homolog den Extensoren des Oberschenkels, und die Extensoren des Oberarms als dorsale Muskeln den Flexoren des Oberschenkels. — Ein anderer Schluss ist nicht möglich. —

Nun haben bisher alle Autoren (ausgenommen Albrecht) direkt behauptet: die Flexoren seien den Flexoren, und die Extensoren den Extensoren homolog. Um den thatsächlichen Befund aber in diesem Sinne deuten zu können, hat ein Autor — Martins — die Theorie der Torsion des Humerus erfunden. Eine sogenannte Torsion des Humerus existiert aber nicht. Es liegt auch gar keine Veranlassung vor, die Theorie zu erfinden, man kommt auch ohne dieselbe zu einem Ergebnis. Andere Autoren haben die Meinung ausgesprochen, dass die beiden Gliedmaßen, die vorderen und die hinteren, während der

Embryonalzeit eine Rotation, eine Drehung um ihre Längsaxe ausgeführt hätten: die Oberschenkel hätten sich nach einwärts (medianwärts), die Oberarme hätten sich nach auswärts (lateralwärts) gedreht; dadurch sei die eigentümliche Stellung hervorgebracht, dass beim Oberarm die Beuger vorn, beim Oberschenkel die Beuger hinten liegen. Diese Drehung (Rotation) ist nicht beobachtet worden, sondern nur gedacht, um jene Thatsache zu erklären. Im meine, man kann auch diese Theorie fallen lassen. Es bedarf weder einer Torsion des Humerus, noch einer Rotation beider Gliedmaßen, um jene Thatsache der verschiedenen Muskelfunktion zu erklären.

Zur Unterstützung meiner Auffassung führe ich zweierlei an: ich verweise auf die Auseinandersetzungen Herm. Meyer's, nach denen an der Hand wie am Fuß die Unterscheidung der Extension und Flexion unzweckmäßig ist. Man darf nur eine dorsale und volare Flexion unterscheiden, und eine dazwischen liegende Strecklage. Hand und Fuß sind homolog, an der Hand ist eine dorsale und eine volare Flexion möglich, am Fuss nur eine dorsale Flexion, und wir nennen trotzdem die beugenden Fußmuskeln Extensoren, während wir die streckenden Muskeln Flexoren nennen.

Ferner verweise ich auf einen Unterschied in der Stellung der die Metacarpophalangeal-Gelenke bildende Knochen bei Menschen und bei den katzenartigen Tieren: beim Menschen stehen der Metacarpalknochen und die Grundphalanx so, dass sie miteinander ein Gelenk bilden, das man wohl als Knie bezeichnen darf; es ist nur eine volare Beugung ausführbar. Bei den katzenartigen Tieren stehen die entsprechenden Knochen dorsal flektiert, und es ist nur eine Streckung möglich; es ist die Stellung eines Ellenbogens. Es sind demnach die Metacarpophalangeal-Gelenke bei Menschen und bei Katzen im entgegengesetzten Sinne flektiert. Sind die Knochen deshalb nicht homolog? Müssen wir etwa auch hier eine Torsion oder Rotation annehmen, um eine Homologie zu erzwingen? Keineswegs!

Es ließen sich noch andere ähnliche Beispiele anführen.

Ich wende mich nun zur Betrachtung und Erörterung des Vorderarms und Unterschenkels. Ich darf ohne besondere Begründung den Radius der Tibia, die Ulna der Fibula homologisieren, den Carpus dem Tarsus, den Metacarpus dem Metatarsus, den Daumen der großen Zehe u. s. w. Freilich hat neuerdings Eisler gegen diese allseitig anerkannte Anschauung opponiert, wie mich dünkt, ohne Aussicht auf Erfolg — man geht wohl über diesen Antrag ohne Diskussion zur Tagesordnung über.

Vergleicht man nun die Knochen des Vorderarms und Unterschenkels mit einander, so ergibt sich, dass dieselben bei der gewöhnlichen Lage des supinierten Vorderarms mit einander nicht stimmen. Nicht allein die beiden Knochen des Vorderarms und des Unterschenkels, sondern

auch die Richtung und Lage der Hand und des Fußes, sowie die der Finger und Zehen, stimmen nicht.

Dagegen können wir eine Uebereinstimmung erzielen, wenn wir den pronierten Arm mit dem Unterschenkel vergleichen. Wir kommen beim Menschen zu dem gewünschten Resultat, wenn wir ihn auf die 4 Extremitäten stellen, wie ein vierfüßiges Tier. Freilich bleiben auch dann noch einige kleine Differenzen bestehen, doch können wir dieselben ohne besonderer Schwierigkeit deuten. Bereits mehrere ältere Autoren haben auf die pronierte Stellung des Vorderarms zum Zweck des Vergleichs hingewiesen; neuerdings hat auch Holl mit vollem Recht die Pronationsstellung des Vorderarms betont. Holl ist aber noch einen Schritt weiter gegangen und hat behauptet: der Unterschenkel sei in pronierter Stellung, deshalb müsse eben der pronierte Vorderarm ihm verglichen werden. Auch hier habe ich ihm nur zuzustimmen. Freilich hat auch hierin Eisler sich dagegen ausgesprochen — aber ich kann von einer Auseinandersetzung absehen.

Ich behaupte: der Vorderarm des Menschen muss proniert werden, um gleich der pronierten vorderen Extremität der vierfüßigen Tiere dem pronierten Unterschenkel verglichen werden zu können.

Warum wurde der Unterschenkel und der Vorderarm der Vierfüßer proniert?

Die betreffenden Abschnitte der Gliedmaßen, Vorderarm nebst Hand, Unterschenkel nebst Fuß wurden proniert, um eine entsprechende Tritfläche für Hand und Fuß zu gewinnen. Wenn ich mir vorstelle, dass die ursprünglich platten Glieder sich zwischen Arm und Hand, Bein und Fuß gegliedert hätten und dass Hand und Fuß den Boden berührt hätten, so wären bei einer dorsalen Beugung Hand und Fuß nach hinten gekommen, bei einer ventralen Beugung freilich Hand und Fuß nach vorn, aber dann wäre die Dorsal-Fläche nach unten zum Boden gekommen. Beides sollte wohl als unzweckmäßig vermieden werden. Die Drehung der beiden axialen Skeletteile um einander (Pronation) brachte in erwünschter Weise den Fuß und die Hand mit der Vorlarfläche auf den Boden und zwar nach vorn. Oder fand vielleicht eine Pronation statt, weil die gekreuzte Stellung der beiden axialen Knochen eine größere Festigkeit oder Unterstützung gewährte?

Ich stelle mir den Vorgang in folgender Weise vor: Bei den adduzierten Gliedmaßen, die dann flektiert wurden, standen die beiden Knochen einander parallel in Supinationsstellung; oder was mir wahrscheinlicher ist, sie standen in einer Mittelstellung, der Radius vor der Ulna, so dass der kraniale Rand nicht medial, sondern kranial, der kaudale Rand nicht lateral, sondern kaudal gerichtet war. In diesem Falle musste der Rand der Extremität den Boden berühren,

was ebenso unzweckmäßig war, wie die Berührung mit der dorsalen Fläche bei einer vollkommenen Supinationsstellung.

Es trat deshalb eine Pronation ein, d. h. es drehte sich der Radius um die Ulna, die Tibia um die Fibula, so dass die Knochen sich kreuzten, und dass die Hand wie der Fuß mit ihrer Ventral-Fläche den Boden berührten. Die ventrale Fläche wurde bei der Hand zur Vola, beim Fuß zur Planta pedis. Die Drehung des Radius und der Ulna, der Tibia und der Fibula um einander machten verschiedene Stufen durch. Am Arm insonderheit des Menschen bildete sich neben der Pronation auch die Supination aus: die vordere Extremität wurde zu einem Greiforgan. Am Bein kam es nicht zur Bildung einer Supinations-Bewegung, im Gegenteil, es kam zu einer Super-Pronation, so dass die Fibula vollständig lateral zur Tibia sich stellte; — das Bein wurde zu einem Stützorgan. Die verschiedene Stellung des Radius zur Ulna, der Tibia zur Fibula sind in der Reihe der vierfüßigen Wirbeltiere in verschiedenen Repräsentanten zu finden. Darauf kann ich hier nicht eingehen.

Im weiteren Verlauf der Ausbildung wurde das Gelenk zwischen Arm und Hand zu einem mehr freien, so dass sowohl eine Volar- als auch eine Dorsal-Flexion möglich wurde, während der Fuß als Stützorgan in seiner dorsalflektierten Stellung sich befestigte.

Auf Grundlage dieser Homologie der Knochen kann man nun auch die Weichteile vollkommen und mit Erfolg homologisieren. —

Ich kann in dieser Mitteilung hier mich nur sehr kurz über die Weichteile äußern. Inbetreff der Muskulatur ist meiner bereits oben ausgesprochenen Ansicht nach die ventrale Muskelschicht des Oberarms der ventralen Schicht des Oberschenkels zu vergleichen, d. h. die *Mm. biceps brachii*, *brachialis internus* sind homolog dem *M. quadriceps cruris*, die dorsale Muskelschicht des Oberarms und die des Oberschenkels sind ebenfalls einander homolog, folglich der *M. triceps brachii* ist homolog dem *M. biceps femoris*, *M. semimembranosus* und *M. semitendinosus*. Am Vorderarm ist die dorsale Gruppe, aus den sog. Extensoren und Supinatoren bestehend, der eigentlich dorsalen Gruppe des Unterschenkels, d. h. den vorderen Muskeln (*Tibial. anticus* und den Extensoren) zu vergleichen; die ventrale Gruppe der Vorderarm-Muskeln, aus den sog. Flexoren und Pronatoren bestehend, der eigentlichen ventralen Muskelgruppe des Unterschenkels, der sog. Wadenmuskulatur zu vergleichen. In die Einzelheiten des Vergleichs gehe ich hier nicht ein: es ergeben sich hiebei mancherlei Schwierigkeiten und Differenzen.

Für Fuß und Hand ist die Frage leicht zu beantworten.

In Betreff der Nerven habe ich daran zu erinnern, dass die Gliedmaßen nach der allgemein giltigen Auffassung nicht als seitliche Fortsetzung der ganzen Körpermasse, sondern als Fortsetzungen oder

Auswüchse der vorderen und seitlichen Gegend angesehen werden. Wie viel Segmente dabei beteiligt sind, ist gleichgiltig. Dieser Auffassung entsprechend sind an der Versorgung der Muskulatur und Haut nur die vordern (ventralen) Aeste der Rückenmarksnerven beteiligt. In Uebereinstimmung mit der Anordnung der Muskeln in eine ventrale und eine dorsale Gruppe haben wir ventrale und dorsale Nerven zu unterscheiden. Am Oberarm ist ein dorsaler Nervenstamm der *N. radialis*, dagegen sind mehrere ventrale Nervenstämme, der *N. medianus*, *M. musculacutaneus*, der *N. ulnaris*, und die Haut-Nerven vorhanden. Am Bein sind auf proximalem Gebiet die dorsalen und ventralen Nerven zunächst vereinigt. Der *N. ischiadicus* vereinigt in sich sowohl Aeste des *N. peroneus* als auch des *N. tibialis*, d. h. Stämme, welche sowohl dem *N. radialis*, als dem *N. medianus* und *N. ulnaris* entsprechen. Der Endabschnitt des *N. radialis* ist homolog dem *N. peroneus*, die *NN. medianus* und *ulnaris* zusammen sind homolog dem *N. tibialis*, dessen einer Endast den *N. plantaris internus (medialis)* dem Endast des *N. medianus*, der andere Endast dem *N. plantaris externus (lateralis)* den Endästen des *N. ulnaris* entsprechen.

In Betreff der Blutgefäße erscheint eine homologe Anordnung vielleicht etwas schwieriger. Ich gehe davon aus, dass ursprünglich den beiden Muskelgruppen entsprechend, ein dorsales und ein ventrales Gefäßnetz vorhanden war — nicht ein axiales Gefäß. Im Laufe der Weiterentwicklung schwanden die vielen kleinen Gefäße, und ein größerer oder mehrere kleinere Stämme bildeten sich heraus. Dabei suchten die Gefäße insbesondere die geschützten Stellen der Glieder aus: sie verschwanden an dem Scheitelpunkt des Gelenkwinkels und erhielten sich in der Konkavität des Gelenkwinkels. — Darum sehen wir die *Art. femoralis*, wie die *Art. axillaris* in einer homologen Lage, dagegen die *Art. poplitea* und das distale Ende der *Art. brachialis* nicht. — Auf eine weitere Ausführung dieser Anschauung muss ich hier verzichten. Am Unterschenkel liegen die Gefäßverhältnisse einfacher als am Vorderarm. Das Hauptgefäß des Unterschenkels ist die *Art. peronea*, die sich distal in ihre Endäste *Art. peronea anterior* und *posterior* teilt. Sie hat 2 Aeste, die *Art. tibialis anterior* und *posterior*; beide können fehlen und werden dann durch den Endast der *Art. peronea* ersetzt. Am Vorderarm haben wir als Fortsetzung des einen ventralen Hauptstammes (*Art. brachialis*) die *Art. interossea* aufzufassen, die der *Art. peronea* zu vergleichen ist. Die *Art. interossea posterior* ist gleich der *Art. tibialis antica*, eine selten vorkommende *Art. mediana*, die den *N. medianus* begleitet, ist gleich der *Art. tibialis postica*. Am Vorderarm sind aber die genannten Gefäßstämme *Art. interossea posterior* und *Art. mediana* nie besonders entwickelt, statt dessen aber bestehen kollaterale Gefäßbahnen, die beiden großen Stämme, die *Art. radialis* und die *Art. ulnaris*, für die am Unterschenkel

keine homologen Aeste vorhanden sind, es sei denn, dass man kleine Muskel- resp. Hautäste als homolog auffassen wollte.

Was die Hautvenen anbelangt, so ist die Vena saphena major offenbar homolog der Vena cephalica und die V. saphena minor den Vena basilica. Die übrigen Venen verdienen keine Berücksichtigung.

Ich komme zur zweiten Hälfte meiner Mitteilungen, zu einer kritischen Uebersicht der bisher aufgestellten Theorien und Hypothesen über einen Vergleich der Gliedmaßen. Die Zahl der Theorien ist sehr groß; eine chronologische Darstellung würde viel Zeit und Raum in Anspruch nehmen. Ich begnüge mich, die zahlreichen Theorien unter gewisse allgemeine Gesichtspunkte zu bringen. Allgemeine Uebersicht haben bereits geliefert Martins (1857), Burt-Wilder (1861—72), Sabatier (1880), Berteaux (1891), Eisler (1895). Ich unterscheide folgende Theorien:

1. Die Theorie von Vieq d'Azyr (Analogie renversé).
2. Die Theorie von Bourgeroy (Théorie du croisement).
3. Die Theorie von Flourens.
4. Die Theorie von Martins (Hypothèse de torsion de l'humerus).
5. Die Rotations-Theorie der Embryologen.
6. Die Theorien von Foltz und Eisler.
7. Die Theorie von Albrecht, radio-präaxiale Verschiebungstheorie.

Nur die Theorie von Flourens und Albrecht enthalten Grundsätze, die ich anzuerkennen vermag — die andern Theorien sind alle mehr oder weniger unhaltbar.

Allen Autoren trat als hauptsächliche Schwierigkeit beim Vergleich die in entgegengesetzter Richtung geknickte Stellung der Glieder — Ellenbogen und Knie — und die daraus folgende Muskeldentung entgegen; als weitere Schwierigkeit die ungleiche Stellung der Knochen des supinierten Vorderarms und des Unterschenkels; dieser letzte Punkt wurde von einigen Autoren durch die pronierte Stellung des Vorderarms beseitigt.

1. Vieq d'Azyr, ein bedeutender und berühmter Arzt und Anatom, stellte 1774 die Theorie auf: wir müssen, um zu einer richtigen Lösung der Schwierigkeiten zu gelangen, nicht die beiden Extremitäten ein und derselben Seite vergleichen, sondern die Extremitäten der entgegengesetzten Seite. Er vergleicht die rechte obere Extremität der linken unteren, und die linke obere der rechten unteren; dabei kehrte er die Extremitäten so, dass die Richtung des Ellenbogen und des Knie eine gleiche wurde. Dadurch erhielt er freilich eine Gleichstellung der beiden Hauptgelenke, Ellenbogen und Knie, ferner eine Gleichstellung der Extensoren und Flexoren am Oberarm und Oberschenkel, was ihm am meisten am Herzen lag. Er verglich dann ferner die beiden Knochen des supinierten Vorderarms und des Unterschenkels,

indem er den Radius der Fibula, die Ulna der Tibia gleichstellte; allein für Hand und Fuß ergaben sich unlösbare Schwierigkeiten. Einzelne der Zeitgenossen, Condorcet und andere, stimmten dieser Theorie bei, die späteren Autoren nicht, z. B. Blainville, Goethe etc.

2. Bourgeroy verwarf die Theorie Vieq d'Azyrs; er stellte 1832 eine neue Theorie auf, die von Cruveilhier (1843) anerkannt und insbesondere durch ihn verbreitet wurde. Man müsse, sagt Bourgeroy (Cruveilhier) den pronierten Vorderarm mit dem Unterschenkel vergleichen, weil der Unterschenkel sich in pronierter Stellung befindet. Dadurch ist freilich ein großer Fortschritt gekennzeichnet, aber im Uebrigen besitzt die Theorie noch viel unhaltbare Grundsätze. Der Autor vergleicht den rechten Oberarm dem linken Oberschenkel und umgekehrt, was natürlich nicht zu verteidigen ist. Die beiden Knochen des Vorderarms und des Unterschenkels sind nicht als ganze Knochen miteinander zu vergleichen, sondern nur in ihren Teilen, gleichsam gekreuzt. Die Ulna entspricht in ihrem distalen (unteren) Abschnitt der Fibula, in ihrem proximalen (oberen) Abschnitt aber der Tibia, was nicht haltbar ist.

Ogleich diese Theorie „du croisement“ bald verlassen werden musste, hat sie doch in Auzias Turenne noch einen Anhänger gefunden.

3. Die Theorie von Flourens (1838) weist einen hervorragenden Fortschritt auf. Fl. will die Gliedmaßen ein und derselben Seite und dabei den pronierten Vorderarm mit dem dauernd in Pronation befindlichen Unterschenkel vergleichen. Die Schwierigkeit, dass bei einem derartigen Vergleich der vorderen Fläche des Oberarms mit der vorderen Fläche des Oberschenkels, dem entsprechend die Muskeln zu vergleichen seien, beseitigt Flourens mit den kurzen Worten, dass die verschiedene Richtung der Gelenkstellung (Knie und Ellenbogen) nichts im Wesen der Knochen und in ihrer Homologie ändere. Flourens hat nur eine kurze Mitteilung über seine Theorie gemacht; seine Absicht, ausführlich über die Weichteile zu handeln, ist nicht erfüllt worden. Flourens ist offenbar gar nicht verstanden worden, seine Ansicht, dass die Stellung der Gelenke unwesentlich sei, ist übersehen worden. Da Flourens sich über die Muskeln nicht offen und ausführlich äußert, so wenden alle seine Nachfolger gegen ihn ein, dass er die bestehenden Schwierigkeiten nicht gelöst habe. Ich selbst bin erst spät zu der Ueberzeugung gelangt, dass Flourens eigentlich bereits die Lösung des Rätsels gefunden habe. Erst als ich seine Original-Mitteilung studierte, entdeckte ich die in einer Anmerkung enthaltene Bemerkung.

4. Eine sehr auffallende, aber immerhin sehr interessante Erscheinung ist die Theorie oder Hypothese von der Torsion des Oberarmbeins, die Martins (Montpellier) im Jahre 1857 aufstellte: Hypothese

de Torsion de l'humerus. Martins behauptet, man müsse sich vorstellen, dass der untere (distale) Abschnitt des Humerus gedreht (torde) sei, dann sei die Homologie zwischen Humerus und Femur festgestellt, und die Schwierigkeit der Muskelvergleichung einfach gelöst. Bemerkenswert ist, dass Martins zuerst sich die „virtuelle“ Torsion des Humerus nur dachte; aber später, als Gegenbaur meinte, eine wirkliche Torsion des Humerus wahrnehmen zu können, bekannte sich Martins dazu und sprach von einer torsion réelle. Und heute unterliegt es keinem Zweifel, dass eine Drehung, besser „Verdrehung“ des Oberarmbeins, wie sie Martins und Gegenbaur lehrten, niemals beobachtet, oder, wie sie meinen, erfolgt ist. Das, was Gegenbaur thatsächlich am Oberarmbein beobachtete, die verschiedene Stellung des distalen Knochenabschnitts im Vergleich zum proximalen Abschnitt, beruht aber nicht auf einer Torsion oder Verdrehung des Humerus, sondern findet ihre Erklärung in andern Momenten. Durch die Drehung des distalen Humerus-Abschnittes sollte die auffallende Anordnung der Muskeln und die entgegengesetzte Stellung der Gelenke, Ellenbogen und Knie, erklärt werden. Es bedarf dieser Annahme einer derartigen Torsion nicht. — Die Torsions-Theorie von Martin und Gegenbaur kann heute als verlassen gelten. An ihre Stelle ist längst eine andere getreten.

5. Die Rotations-Theorie der Embryologen muss heute als diejenige Theorie gelten, die sich, vielleicht mit geringen Ausnahmen, der allgemeinen Anerkennung der wissenschaftlichen Welt erfreut. Die Theorie besteht darin, dass man die Gliedmaßen während ihrer Entwicklung eine Rotation, eine Drehung um ihre Längsaxe im entgegengesetzten Sinne beschreiben lässt. Wer diese Theorie zum ersten Male aufgestellt hat, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben; es scheint, dass die englischen Schriftsteller Huxley und Humphry die Veranlassung dazu gaben. Die Hypothese ist dann weiter verfolgt und ausgearbeitet worden von den Embryologen Kölliker, Hertwig, ferner von Sabatier, Julien, Hatschek, Holl, Flower, Krause u. a. Man nimmt an, dass während des Embryonal-Lebens der Oberarm eine Rotation nach auswärts hinten, der Oberschenkel eine Rotation nach vorn einwärts gemacht habe. Dadurch sei, so folgert man, am Oberarm die Beugefläche nach vorn und die Streckfläche nach hinten gekommen, beim Oberschenkel aber umgekehrt in Folge der entgegengesetzten Rotation die Streckfläche nach vorn, die Beugefläche nach hinten gekommen. Es sollte eben durchaus bewiesen werden, dass die Extensoren resp. Flexoren der beiden Extremitäten einander homolog seien. Am schärfsten ist diese Ansicht zu finden in den Auseinandersetzungen von Kölliker und Hertwig.

6. Sehr sonderbare Theorien haben die Autoren Foltz und Eisler aufgestellt. Foltz (Lyon 1863) giebt dem Menschen die Stellung eines

Vierfüßers; er bringt den Vorderarm in Supination, die Hand wird (dorsal) flektiert, so dass die Hand nach hinten, der Daumen lateral gestellt wird. In Folge dessen vergleicht Foltz wie Vicq d'Azyr, die Ulna mit der Tibia, den Radius mit der Fibula, das Olecranon mit der Patella. Die sich weiter aus der eigentümlichen Stellung der Hand ergebenden Schwierigkeiten löst F. einfach dadurch, dass er erklärt: die große Zehe ist „binaire“, sie gleicht den beiden letzten Fingern zusammen, der Daumen ist auch „binaire“, er gleicht den beiden letzten Zehen! Dass dieser Vergleich kein richtiger ist, liegt auf der Hand.

Eisler (1895), obgleich er nicht völlig mit Foltz übereinstimmt, zeigt in seiner Theorie doch manche Uebereinstimmung mit dem Foltz'schen Vergleich. Eisler kehrt zu der alten Ansicht von Vicq d'Azyr zurück, dass der Radius mit der Fibula und die Ulna mit der Tibia zu vergleichen sei; er verwirft den Vergleich des pronierten Vorderarms mit dem (pronierten) Unterschenkel vollständig; der Unterschenkel sei gar nicht proniert. Schwierigkeit muss dabei insbesondere die Hand und der Fuß machen, weil bei jener gezwungenen Stellung der Daumen und die große Zehe nicht zu einander passen. Was thut Eisler, um hier den Vergleich aufrecht zu erhalten? Er behauptet, dass am radialen Rand der Hand 2 Finger, und am tibialen Rand des Fußes 2 Zehen fehlten; nur die andern Finger und Zehen seien einander homolog und vergleichbar, nämlich der Daumen und die 3. Zehe, der Index (II) mit der 2. Zehe, und der Mittelfinger (III) mit dem Hallux (I. Zehe). Ein weiteres Eingehen auf diese Eisler'sche Theorie erscheint mir nicht nötig. Meiner Ansicht nach sind beide Theorien, sowohl die von Foltz als auch die von Eisler, auf durchaus irrigen Anschauungen begründet und deshalb vollkommen unhaltbar.

7. Die Albrecht'sche Theorie. Albrecht's Theorie hat wenig Berücksichtigung gefunden, und wenn sie berücksichtigt worden ist, so hat man sie ohne weiteres verdammt. Und doch hat meiner Ansicht nach Albrecht Recht; — vielleicht wäre seine Theorie nicht so sehr in Misskredit gekommen, wenn Albrecht nicht unbequeme und schwer verständliche Bezeichnungen eingeführt hätte. — Ich selbst habe Albrecht's Auseinandersetzungen erst in ihrem vollen Umfange verstanden, nachdem ich auf andere Wege zu demselben Ziel gelangt war. Albrecht verwirft die Torsions-Theorie von Martins, die er die radio-postaxiale Torsion des Humerus nennt. Da er die Torsion des Humerus verwirft, so kommt er folgerichtig dazu, die vordere Muskelgruppe des Oberarms (M. biceps brachii u. s. w.) der vorderen Muskelgruppe des Oberschenkels und die hintere Muskelgruppe des Oberarms (M. triceps brachii) mit der hinteren Gruppe des Oberschenkels (M. biceps femoris u. s. w.) zu homologisieren. Die verschiedene Stellung der Vorderarmknochen erklärt Albrecht durch eine sogenannte

präaxiale Wanderung des Radius und eine postaxiale Wanderung der Ulna, oder kurz ausgedrückt durch die präaxiale Verschiebungstheorie des Radius. Prüft man im Einzelnen, was Albrecht hierüber berichtet, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass Albrecht dieselbe Bewegung im Sinne hat, die ich als Pronation oder Hyperpronation bezeichnet habe. Ueber die Knochen des Unterschenkels äußert sich Albrecht nicht.

Der Wert der Albrecht'schen Theorie liegt meiner Ansicht nach darin, dass er, die Torsionstheorie des Humerus gänzlich verwerfend, die entsprechenden vorderen Flächen des Oberarms und Oberschenkels mit einander verglich. Aber dadurch verstieß er gegen die geläufige Anschauung des Vergleiches der Extensoren mit den Extensoren und der Flexoren mit den Flexoren. Und deshalb wurde die Theorie Albrecht's ohne weiteres verdammt. — Wiedersheim erledigt das sehr kurz: er spricht in seinem Referat über Albrecht von der „verfehlten Vergleichung“ der Muskulatur der Vorder- und Hinterextremität. — Wenn ich von Flourens absehe, so ist Albrecht der erste und einzige Autor, der durchaus richtig die Muskulatur der beiden Extremitäten nicht nach ihren Funktionen, sondern nur nach ihrer Lage einander homologisiert — das hat Niemand vor ihm gethan. Albrecht hat vollkommen Recht gehabt.

Ich bin zum Schluss gelangt: 1. Es wird heute ohne Zweifel anerkannt werden, dass der pronierte Vorderarm mit dem pronierten Unterschenkel verglichen werden muss, wie das Holl zuletzt betont hat. 2. Der Humerus ist nicht gedreht, er hat keine Torsion durchgemacht. Der Unterschied zwischen den Brust- und Beckengliedmaßen besteht nur darin, dass die beiden Glieder im entgegengesetzten Sinne geknickt und gebogen sind. Dadurch werden die Knochen und Weichteile in ihrer Lagerung nicht verändert, folglich wird ihre Homologie nicht gestört. Die ventrale Fläche des Oberschenkels ist gleich der ventralen Fläche des Oberarms. Ich halte das für eine unbedingt feststehende Sache, für eine Wahrheit.

Ein alter Spruch sagt aber: „Nichts ist einer neuen Wahrheit vererblicher als ein alter Irrtum“. — Dass unbedingt alle Extensoren und alle Flexoren einander homolog sein sollen — ist ein sehr alter Irrtum.

Ich bin begierig, ob auch dies Mal der alte Irrtum die neue Wahrheit besiegen wird, wie vor 2 Decennien, als Albrecht seine Lehre vortrug. Ich will hoffen, dass dies Mal die neue Erkenntnis über den alten Irrtum triumphieren wird! —

[70]

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Stieda Ludwig

Artikel/Article: [Ueber die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmaßen.  
756-768](#)