Bilaterale Asymmetrien im Bau des menschlichen Rumpfskelettes.

Von

H. Stieve, Leipzig.

Mit 3 Kurven im Text und 14 Abb. auf Tafel 7/9.

Inhaltsübersicht.		Seite
Einleitung		307
Asymmetrie einzelner Wirbel		318
Asymmetrie der Rippen und des ganzen Brustkorbes		337
Besprechung der Befunde		361
Erwähnte Arbeiten		405
Erklärung der Abbildungen		410

Einleitung.

Der menschliche Körper ist, wie der aller höheren Tiere, bilateral symmetrisch gebaut, abgesehen von einzelnen in der verschiedenen Lage einiger Organe bedingten Ungleichheiten können die beiden Körperhälften als morphologisch und physiologisch gleichwertig bezeichnet werden. Diese Feststellung trifft allerdings bloss bis zu einem gewissen Grade zu, denn es ist ja allgemein bekannt, dass sich auch im Bereiche des Bewegungsapparates die beiden Körperhälften nicht vollkommen entsprechen, besonders im Bereiche der vorderen Extremitäten sind die halbseitigen Unterschiede oft recht beträchtlich. Nach den bekannten Untersuchungen von Hasse und Dehner (1893) besaßen von 5141 Soldaten nur 18% gleichlange Arme, von den übrigen war in der überwiegend grossen Mehrzahl der Fälle

der rechte Arm länger als der linke, nur bei einer kleinen Anzahl fand sich das umgekehrte Verhältnis. Messungen, die Rollet (1902) an Skeletten ausführte, zeigten sogar das Ergebnis, dass nur in 2% der Fälle die Knochen der oberen Extremität wirklich gleich lang sind.

Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch an der unteren Extremität des Menschen nachweisen, hier fanden Hasse und Dehner in 32% der Fälle gleiche Masse, im übrigen war meist das rechte Bein etwas kürzer als das linke. Bei Messungen an Skeletten prägen sich auch hier die Unterschiede deutlicher aus, denn nach den Feststellungen von Garson (1879) sind wieder nur in 2% der Fälle die Knochen der unteren Extremität wirklich gleich lang, im übrigen finden sich stets Unterschiede, und zwar in dem Sinne, dass die ganze linke Extremität länger erscheint als die rechte.

Bei der Geburt sind diese halbseitigen Unterschiede in Bereiche der Gliedmassen noch nicht vorhanden, ob bei ihrer Ausbildung die verschiedene funktionelle Inanspruchnahme eine wesentliche Rolle spielt, lässt sich nicht ohne weiteres entscheiden. Miteinander verglichen zeigen die beiden Extremitätenpaare des Menschen im allgemeinen gekreuzte Asymmetrie, das heisst einem längeren rechten Arm entspricht ein längeres linkes Bein und umgekehrt, die Ausbildung der Muskulatur ist bei der längeren Extremität stets kräftiger. Gaupp (1909) glaubt in dieser Tatsache einen Beweis für die gekreuzte Verwendung der Extremitäten beim Gehen erblicken zu müssen, es ist ja bekannt, dass beim Menschen während des Ganges jeweils der linke Arm mit dem rechten Bein vorschwingt und umgekehrt.

Wie schon erwähnt, bilden sich die eben besprochenen halbseitigen Unterschiede zum grössten Teil erst während des individuellen Lebens aus, ein Umstand, der vielfach zu der Annahme führte, dass sie einzig und allein durch die verschiedene funktionelle Inanspruchnahme bedingt seien. Diese Annahme

erfährt eine gewisse Stütze dadurch, dass bei Linkshändern häufig die linke obere Extremität länger ist und stärkere Muskulatur besitzt als die rechte. Wir können ja beim Menschen, wo eine so hochgradige Differenzierung der Arbeitsleistungen in beiden Körperhälften vorliegt, jede Extremität fast wie ein mehr oder weniger selbständiges Ganzes betrachten, das zwar selbstverständlich dem Gesamtorganismus untergeordnet, doch in vieler Hinsicht ziemlich unabhängig arbeiten und bei besonderer, aussergewöhnlich starker Inanspruchnahme auch eine besonders starke Ausbildung erfahren kann, zum Teil auf Kosten des übrigen Körpers. Eine solche einseitige Ausbildung einer Extremität, wie sie sich hauptsächlich bei Fabrikarbeitern findet, ist jedoch stets ein Zeichen der Kultur, oder besser der Überkultur, das mehr oder weniger den Stempel des Unnatürlichen an sich trägt und wohl nicht für die bei fast allen Menschen nachweisbare Asymmetrie verantwortlich gemacht werden kann. Wir müssen ja im allgemeinen den Körper als Einheit betrachten und es ist deshalb verfehlt, so wie das vielfach geschieht, von einem rechten und linken Menschen zu sprechen, wie dies wohl zuerst Du Pui (1780) getan hat, der eine Abhandlung über einige meist halbseitig auftretende Erkrankungen des Menschen „de homine dextro et sinistro“ überschreibt.

Einige Tatsachen weisen ja deutlich genug darauf hin, dass auch im Bereiche der Extremitäten die halbseitigen Verschiedenheiten nicht allein durch die verschiedene funktionelle Inanspruchnahme verursacht, sondern in der ganzen Anlage des Organismus bedingt sind. Vor allem spricht dafür ein Umstand, auf den besonders Gaupp (1909) hingewiesen hat, dass wir nämlich funktionelle Linkser und Skelettlinkser zu unterscheiden haben, jene sind weit seltener, sie betreffen 1 bis 4,5% aller Menschen; diese sind weit häufiger, sie betragen 10—12% der Menschheit und bei ihnen ist trotz der stärkeren Beanspruchung des rechten Armes, die eine stärkere Ausbildung

der Muskulatur zur Folge hat, der linke Arm hinsichtlich seines Knochengerüstes länger und stärker.

Die Tatsache, dass der Körper des Neugeborenen zumeist noch vollkommen symmetrisch gebaut ist allein beweist ja noch nicht, dass alle später entstehenden Ungleichheiten funktionell bedingt sind, es ist vielmehr weit wahrscheinlicher, dass es sich bei ihnen nur um die späte Manifestation einer schon in der Anlage des Organismus begründeten Erscheinung handelt. Neben den eben erwähnten Tatsachen sprechen dafür auch die Untersuchungen von Mollison (1910), der bei Prosimiern und Simiern, bei denen doch kaum eine verschiedene Beanspruchung der beiden Körperhälften vorliegt, gleichfalls halbseitige Asymmetrien der Extremitäten nachweisen konnte, allerdings nicht so häufig wie beim Menschen, auch zeigen die vorgefundenen Verhältnisse nach Martin (1914) keine konstante Gesetzmässigkeit. Desgleichen zeigen die Versuche von Baldwin (1912), dass die stärkere Bevorzugung der einen oder anderen Hand beim Menschen nicht, wie dies ja häufig angenommen wird, eine Sache der Erziehung, sondern eine angeborene Erscheinung ist, wohl begründet in der verschiedenen Ausbildung der beiden Körperhälften, die ihrerseits erst die stärkere Bevorzugung der einen Seite bei der Betätigung bedingt.

Ganz abgesehen von den sicherlich manchmal nachweisbaren, hauptsächlich die Muskulatur betreffenden, durch die verschiedene funktionelle Inanspruchnahme bedingten Asymmetrien des Bewegungsapparates müssen wir also auch solche halbseitige Ungleichheiten unterscheiden, die schon in der Anlage des Organismus begründet sind, jedoch zum grössten Teil erst während des postfötales Lebens zur Ausbildung kommen.

Neben diesen physiologischen Ungleichheiten kommen jedoch auch andere Asymmetrien zur Beobachtung, die weit deutlicher die relative Selbständigkeit der beiden Körperhälften dartun, nämlich einseitige, angeborene Missbildungen. Dabei

scheiden selbstverständlich solche Formen aus, die während des intrauterinen Lebens durch Krankheitsprozesse, besonders Narbenbildungen entstehen und unter dem Sammelbegriff der amniotischen Abschnürungen zusammengefasst werden. Sie müssen den traumatischen Verletzungen und Verstümmelungen gleichgestellt werden. Es ist klar, dass durch sie eine mehr oder weniger hochgradige Asymmetrie des Körpers bedingt sein kann. Wir kennen aber eine ganze Reihe von angeborenen Missbildungen der Extremitäten, ich erwähne nur das Fehlen des Radius und der Ulna, der Tibia und Fibula, des Femur oder Humerus, dann auch die Hyperphalangie des Daumens, die Polydaktylie und vor allem, wie ich schon früher (1917) gezeigt habe, die Ectrodaktylie, die zweifellos aus endogenen Ursachen, ohne jede Beeinflussung durch äussere Bedingungen entstehen und doch häufig nur eine Körperhälfte betreffen. Sie sind es, die eine hochgradige, wenn auch anormale Asymmetrie des Körpers bedingen. Und doch beeinflussen sie im allgemeinen den Gesamtbau und die Funktionen des Organismus nur wenig, da sie sich eben an den Extremitäten finden, die gewissermassen wie selbständige Gebilde dem Gesamtkörper angegliedert sind. Es bereitet unserer Vorstellung keine Schwierigkeiten, wenn wir uns die Ausbildung der beiden vorderen oder hinteren Gliedmassen sich in ganz verschiedener Weise abspielen sehen, wir müssen nur, wie dies bei manchen niederen Tierarten ja der Fall ist, verschiedene Entwicklungsanlagen für die beiden Körperhälften annehmen, die für die harmonische Ausbildung des Ganzen nicht hinderlich sind.

Weit mehr muss es unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, dass wir auch im Bereiche des Rumpfes, insbesondere des Rumpfskelettes nicht allzu selten halbseitige Asymmetrien finden, teils physiologischer, teils mehr teratologischer Art, ohne dass dadurch im allgemeinen die Ausbildung des gesamten Individuum gestört wird. Betrachten wir z. B. zwei korrespon-

dierende Rippen, so erkennen wir, dass auch sie niemals in Form und Länge vollkommen übereinstimmen, ja selbst die beiden Hälften eines Wirbels zeigen, obwohl sie doch ein morphologisches Ganzes darstellen, stets mehr oder weniger hochgradige Asymmetrien. Ich brauche nur an die Stellung des Dornfortsatzes zu erinnern, der fast stets in mehr oder weniger hohem Masse nach der einen oder anderen Seite abweicht.

Auch die Wirbelsäule als Ganzes zeigt, ebenso wie der Brustkorb, bei fast allen Menschen geringgradige halbseitige Verschiedenheiten. Ganz abgesehen von der durch den Verlauf der Aorta ascendens bedingten einseitigen Abplattung der Wirbelkörper und der eben erwähnten schiefen Stellung der Dornfortsätze, die sich im Bereiche des Brust- und besonders des Lendenabschnittes findet und nach der Ansicht vieler Autoren (besonders G a u p p 1909 a) durch den verschiedenen Zug der Rückenmuskulatur bedingt sein kann, zeigt die Wirbelsäule auch bei sonst ganz normal gebauten Menschen eine leichte Seitwärtskrümmung, die im Brustteil nach rechts convex verläuft. Die fragliche Erscheinung wurde von Sabatier (1777) entdeckt und spielt seit dieser Zeit eine grosse Rolle in der Literatur, sie wird jetzt allgemein als physiologische Skoliose bezeichnet.

Auch bei ihr haben wir es mit einer Erscheinung zu tun, die beim Neugeborenen, ja sogar beim Kinde noch nicht erkennbar ist, sie tritt nach P é r é (1900) erst um das 7. bis 10. Lebensjahr auf und nimmt von dieser Zeit an an Stärke und Häufigkeit zu. Bei ihren schon erwähnten Untersuchungen fanden Hasse und Dehner in 68% aller Fälle leichte Skoliosen der Wirbelsäule. Auch hier ergaben die Untersuchungen an der Leiche wieder genauere Ergebnisse, denn P é r é (1900) konnte zeigen, dass unter 100 Wirbelsäulen von Erwachsenen, die nach Entfernung der Eingeweide unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmassregeln beobachtet wurden, nur sieben einen geraden Verlauf, ohne seitliche Abweichungen zeigten. G a u p p

(1909 a) misst diesem Ergebnis besondere Bedeutung bei, und zwar hauptsächlich deshalb, weil es unabhängig von der Stellung der Dornfortsätze gewonnen wurde, die ja durch ihre seitliche Abweichung vielfach eine Verbiegung der Wirbelsäule vortäuschen können, wo sie tatsächlich gar nicht vorhanden ist.

Die genauen Untersuchungen der letzten Jahre zeigten nun auch, dass die Seitwärtskrümmung nach Lage und Richtung auch bei sonst ganz ebenmässig gebauten Menschen vielfach variiert, über ihr Zustandekommen wurden wieder die verschiedensten Ansichten geäussert. So machte Sabatier (1777) die Linkslagerung der Aorta dafür verantwortlich, doch erwies sich diese Annahme in der Folgezeit als unrichtig. Vielfach wurde auch die verschiedene Beinlänge zur Erklärung der physiologischen Verbiegung der Wirbelsäule herangezogen, ein Vorgehen, das an und für sich viel für sich hat, um so mehr, als Staffel (1885) tatsächlich zeigen konnte, dass häufig bei leichten Skoliosen im Kindesalter eine einseitige, durch die ungleiche Länge der unteren Extremitäten bedingte Beckensenkung vorhanden ist, durch welche die Skoliose erklärt werden kann. Frölich (1887) beobachtet die gleiche Erscheinung und nimmt dabei an, dass die Ungleichheit der Beinlängen durch innere, uns unbekannte Ursachen bedingt ist, also ererbt sei, und dass einzig und allein sie für die Verkrümmung der Wirbelsäule verantwortlich gemacht werden müsse.

Von anderer Seite, so besonders von Bichat (1829), wird auch hier wieder auf den Einfluss der Rechtshändigkeit hingewiesen, wieder andere wollen die Haltung beim Schreiben oder das gewohnheitsmässige Liegen auf einer Seite als ursächliches Moment anerkannt wissen. Im grossen und ganzen dürfen wir aber, da keine der gegebenen Erklärungen in jedem Falle zutrifft, wohl sagen, dass uns die wahren Entstehungsursachen für die physiologische Seitwärtskrümmung der Wirbelsäule

auch heutigentags noch unbekannt sind und dass, da alle anderen Erklärungsversuche, so besonders die, welche die fragliche Erscheinung auf die verschiedene funktionelle Inanspruchnahme der beiden Körperhälften zurückführen, scheitern, wohl auch hier endogene, in der Anlage des Individuum bedingte Ursachen angenommen werden müssen, die zum Teil durch die verschiedene Ausbildung der beiden Hälften jedes einzelnen Wirbels erklärt werden. Auch hier kann es nicht als Gegengrund gelten, dass die fragliche Erscheinung erst ziemlich spät im extrauterinen Leben auftritt.

Wie die Wirbelsäule, so zeigt auch der ganze menschliche Brustkorb stets mehr oder weniger hochgradige halbseitige Verschiedenheiten, die gewöhnlich zu gross sind, als dass sie sich mit der eben besprochenen Wirbelsäulenkrümmung erklären liessen. Ihr Grund liegt vielmehr in der verschiedenen Form der einzelnen Rippen. Im allgemeinen ist die rechte Hälfte des Brustkorbes um 0,5—2,0 cm weiter als die linke, was P é r é (1900) unter Zugrundelegung einer ähnlichen Erklärung, wie ich sie oben gegeben habe, darauf zurückführt, dass die rechten Rippen von Geburt aus gewöhnlich stärker gekrümmt sind als die linken. Allerdings fand Hasse (1888/1890) vielfach auch die linke Hälfte des Brustkorbes weiter und bringt diese Erscheinung mit der Wirbelsäulenkrümmung in Zusammenhang. Ob auch ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen der stärkeren Ausbildung einer Brustkorbseite und der Verschiedenheit der Extremitäten besteht, lässt sich zur Zeit noch nicht feststellen.

Neben diesen Ungleichheiten, die alle die symmetrische Gestaltung des Körpers nicht hochgradig beeinflussen, finden wir aber auch im Bereiche des Rumpfskelettes manchmal wieder Erscheinungen, die sich in der verschiedenen Gestaltung der beiden Hälften eines oder mehrerer Wirbel äussern und dann häufig recht erhebliche Asymmetrien des ganzen Rumpfes be-

dingen. Bekanntlich weicht ja die Zahl der Wirbel im ganzen, ebenso wie im Bereiche der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte, häufig von der Norm ab. Nach den neuesten Zusammenstellungen von Fischel (1906) zeigt ein recht hoher Prozentsatz von Skeletten irgendwelche aussergewöhnliche Bildungen, so findet sich nach seinen Angaben, die sich im grossen und ganzen mit denen Rabls (1900) decken, bei 4,9% aller Menschen eine Vermehrung, bei 2,6% eine Verminderung der präsaacralen Wirbel. Die Zahl der Rippen ist in 6,6% der Fälle vermehrt, aber, und das ist für meine Ausführungen besonders wichtig, nur in 2,4% der Fälle in beiden Körperseiten. Auch einseitige Verminderung der Rippenzahl kommt zur Beobachtung. Desgleichen finden sich Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten an der Grenze zwischen Brust und Halsabschnitt der Wirbelsäule, sie können auch in Vermehrung und Verminderung der Rippen bestehen. Fischel erblickt in allen diesen Verschiedenheiten mit Recht den Ausdruck der jedem Organismus innewohnenden Variabilität.

Im Gegensatz dazu misst Rosenberg (1876—1899) den Verschiedenheiten im Bau der Wirbelsäule, gleichgültig ob sie zu symmetrischen oder asymmetrischen Bildungen führen, eine weit höhere Bedeutung bei, er teilt die bis jetzt bekannten von der Norm abweichenden Formen in atavistische und progressive ein, ausgehend von der Annahme, dass am menschlichen Rumpfskelett ein Umformungsprozess stattfindet, der am cranialen Ende der Brustwirbelsäule in caudaler Richtung fortschreitet, am distalen Abschnitt der Brustregion und an allen folgenden aber in cranialer Richtung. Diese „Rosenbergsche Hypothese“ stützt sich auf die Annahme der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften, sie soll erst am Schlusse dieser Arbeit bei der Besprechung meiner Beobachtungen eingehender berücksichtigt werden. Ihre Aufrechterhaltung musste schon auf die grössten Schwierigkeiten stossen, als von vielen Seiten

(so besonders Adolphi 1905) darauf hingewiesen wurde, dass man sehr häufig Wirbelsäulen findet, die in ihren cranialen Partien atavistische, in den caudalen aber progressive Bildungen zeigen, sie muss noch mehr ins Wanken geraten, ja man kann sagen, sie wird, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden, völlig unhaltbar, wenn wir gewisse halbseitige Asymmetrien des Rumpfskelettes berücksichtigen.

Bekanntlich finden sich ja an den Grenzen zweier Wirbelsäulenabschnitte nicht selten sogenannte Übergangswirbel, das heisst Gebilde, deren Körper zwar die gewöhnliche Symmetrie mehr oder weniger vollkommen zeigt, deren Seitenpartien aber in der einen Körperhälfte dem Bau des cranial gelegenen, in der anderen dem des caudal gelegenen Wirbelsäulenabschnittes entsprechen. Am bekanntesten sind, wohl wegen der praktischen Bedeutung, die ihnen für die Gestaltung des Beckens zukommt, die fraglichen Formen, die sich an der Grenze zwischen Lenden und Kreuzteil der Wirbelsäule finden. Sie werden als lumbosacrale Übergangswirbel bezeichnet und führen zu den verschiedenen Formen des Promontorium duplex. Auch an der Grenze zwischen Brust und Bauchabschnitt finden sich solche Gebilde, Rosenberg bezeichnet sie (1899) als dorso-lumbale Übergangswirbel. Bei ihnen ist einerseits ein fester Processus costotransversarius, andererseits eine frei bewegliche Rippe vorhanden, die Gelenkfortsätze sollen, ohne erhebliche Asymmetrien aufzuweisen, eine Zwischenstellung zwischen der der beiden angrenzenden Wirbelsäulenabschnitte einnehmen. Ich selbst habe das Skelett eines Teilzwitters (1920), auf das ich in den folgenden Ausführungen noch zurückkommen werde, beschrieben, an dem bei einem lumbosacralen Übergangswirbel auch die Stellung der Gelenkfortsätze halbseitige Unterschiede aufweist.

Des weiteren sind auch an der Grenze zwischen Hals und Brustwirbelsäule Übergangswirbel beschrieben, ebenso zwischen

Kreuzbein und Steissbein. Alle diese Übergangswirbel müssen, wenn sie an der Grenze der Brustwirbelsäule gelegen sind, zu Ungleichheiten in der Zahl der beiderseits vorhandenen Rippen führen und dadurch eine mehr oder weniger hochgradige Asymmetrie des Brustkorbes bedingen, die sich in ihren Folgen selbstverständlich auch an den Weichteilen geltend macht. Durchteilen wir bei Anwesenheit eines Übergangswirbels das Rumpfskelett in der Median-Sagittalebene, so erhalten wir zwei Körperhälften, deren jede zwar die gleiche Anzahl von Wirbelsegmenten besitzt, sich jedoch in bezug auf die einzelnen Regionen der Wirbelsäule verschieden verhält. Zu welchen Schlussfolgerungen in bezug auf die Rosenbergsche Theorie eine solche Teilung führen muss, soll erst später auseinandergesetzt werden. Es sind jedoch auch vereinzelte Fälle beschrieben, in denen die Gesamtzahl der Wirbel in beiden Körperseiten verschieden ist. So schildert Varaglia (1885) eine Wirbelsäule, in der auf den dritten Halswirbel eine rechte Wirbelhälfte folgt, und dann noch vier weitere, vollständige Halswirbel. Desgleichen ist linkerseits zwischen dem ersten und zweiten Brustwirbel ein Halbwirbel eingeschoben. Durch dieses Alternieren der beiderseitigen Halbwirbel ist die Gesamtzahl der Wirbelhälften in beiden Körperseiten die gleiche. In einem anderen Falle, den der gleiche Autor beschreibt, folgt im Bereiche der Lendenwirbelsäule linkerseits auf den 20. und 23. Wirbel je ein Halbwirbel, und Varaglia folgert ganz richtig: „La porzione lombare, vista per il lato sinistro, si presenta costituita da 7 vertebre, vista per il lato destro da 5.“ Bei einer gesonderten Betrachtung der beiden Skeletthälften ergeben sich hier also sehr erhebliche, nach der Anschauung Rosenbergs sogar grundlegende Verschiedenheiten. Einen ähnlichen Fall schildert auch D'Ajutolo (1888); bei einem 7 Monate alten Fötus findet sich im Bereiche der Lendenwirbelsäule rechterseits ein Halbwirbel, der auf den 24. Wirbel der

Gesamtreihe folgt. Alle diese Mitteilungen sollen hier nur als Zeichen hochgradigster halbseitiger Asymmetrien des Rumpfskelettes angeführt werden. Sie zeigen ebenso wie die halbseitigen Verschiedenheiten, die sich an einzelnen Wirbeln finden, dass beide Hälften des Körpers doch eine gewisse Selbständigkeit in ihrer Entwicklung und Ausbildung zeigen können und trotzdem zur Bildung eines, wenn auch mehr oder weniger asymmetrischen, so doch funktionstüchtigen und im Grunde genommen auch harmonisch gebauten Körpers führen. Sie bieten aber einen Weg, die Entwicklung des Rumpfskelettes und der Wirbelsäule, vor allem aber die Rosenbergsche Theorie von einem neuen Gesichtspunkt aus zu betrachten, weshalb ich mich im folgenden eingehender mit ihnen beschäftigen will.

Das Material zu meinen Untersuchungen entstammt der Sammlung der Leipziger anatomischen Anstalt, die mir Herr Professor Held zur Verfügung stellte. Ich möchte für dieses Entgegenkommen auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Ein Skelett wurde unter meiner Aufsicht maceriert. Es bedeutet gewiss einen Nachteil, dass alle meine Beobachtungen nur an maceriertem Knochenmaterial, und noch dazu an montierten Skeletten ausgeführt wurden. Der Umstand jedoch, dass mit der eben erwähnten Ausnahme, in der ich selbst die richtige Zusammensetzung des Skelettes überwachte, die Zusammensetzung des Materials unter der Aufsicht von C. Rabl erfolgte, dürfte genügen, um etwaige Bedenken gegen die richtige Zusammenstellung der einzelnen Skeletteile zu verscheuchen. Irgendwelche Fehler hätten sich ja übrigens auch bei meinen Untersuchungen noch herausstellen müssen.

Asymmetrie einzelner Wirbel.

Im folgenden sollen zunächst solche Fälle beschrieben werden, in denen die das physiologische Mass überschreitende Asymmetrie nur einen Wirbel der ganzen Reihe betrifft, wo

sich also bei sonst ebenmässigem Bau des Rumpfskelettes an der Grenze zweier Wirbelsäulenabschnitte Gebilde finden, die vollkommen asymmetrisch gebaut sind. Man bezeichnet bekanntlich solche Wirbel als Übergangswirbel, ursprünglich wohl deshalb, weil sie Zwischen- oder Übergangsformen zwischen zwei morphologisch verschiedenen Teilen der Wirbelsäule darstellen. Sie besitzen stets mehr oder weniger symmetrisch gebauten Körper, zeigen aber in bezug auf ihre Quer- und Gelenkfortsätze und besonders auf die Ausbildung der Rippenanteile verschiedenes Verhalten, indem die eine Körperhälfte den normalerweise dem distal gelegenen Wirbelsäulenabschnitt zukommenden Bau zeigt, die andere Seite aber ein dem proximalen Abschnitt zukommendes Verhalten.

Derartige Übergangswirbel können an der Grenze zwischen allen Wirbelsäulenabschnitten vorkommen und man unterscheidet demnach cervico-dorsale, dorso-lumbale, lumbo-sacrale und sacro-caudale Übergangswirbel. Obwohl diese Bezeichnungen heute wohl allgemein üblich sind, so erscheint es doch notwendig, die Begriffe hier nochmals, so wie dies eben geschah, streng festzulegen, da von einigen Seiten Unklarheiten in die an und für sich vollkommen klare Nomenklatur gebracht wurden. Selbstverständlich ist es ganz gleichgültig, ob bei der Benennung der craniale Abschnitt der Wirbelsäule an erster oder zweiter Stelle steht, es wäre nur im Sinne der Einheitlichkeit erwünscht, stets das erste Verfahren anzuwenden. Rosenberg (1896) will allerdings schon in der Bezeichnung ausdrücken, in welcher Richtung der von ihm angenommene Umformungsprozess der Wirbelsäule fortschreitet, er unterscheidet demnach auch Dorsocervicalwirbel, eine Benennung, die keine besonderen Vorteile vor der Bezeichnung Cervicodorsalwirbel bietet, da die in Frage kommenden Formen ja gar nicht das Ergebnis eines fortschreitenden Umbildungsprozesses sind.

In ganz anderem Sinne wendet Disse (1896) die Bezeich-

nung an, er beschreibt nämlich ganz unabhängig von der halbseitigen Asymmetrie als lumbo-sacrals Übergangswirbel jeden mit dem Kreuzbein ganz oder teilweise assimilierten Lendenwirbel, als sacro-caudalen Übergangswirbel jeden mit dem Kreuzbein assimilierten Steissbeinwirbel. Es ist klar, dass eine solche Bezeichnung begriffsverwirrend wirken muss und in vielen Fällen völlig versagt. Häufig genug lässt es sich bei einem von sechs Wirbeln gebildeten vollkommen symmetrisch gebauten Kreuzbein, besonders wenn man die Variabilität aller Wirbelsäulenabschnitte berücksichtigt, nicht feststellen, ob der craniale oder caudale Kreuzbeinwirbel der assimilierte ist und deshalb als Übergangswirbel angesprochen werden kann. Wir müssen aber, und das betone ich hier ausdrücklich, als Hauptmerkmal für einen Übergangswirbel die halbseitige Asymmetrie fordern.

Die einzelnen Formen der Übergangswirbel sollen im folgenden kurz besprochen werden, und zwar soll mit den caudalen Teilen der Wirbelsäule begonnen werden.

Als Sacrocaudalwirbel (Sacrococcygealwirbel Adolphi) bezeichnen wir zunächst einen Wirbel an der Grenze zwischen Kreuz- und Steissbein, dessen Pars lateralis einerseits noch mit der entsprechenden Bildung des Kreuzbeines in Verbindung steht, andererseits aber nicht. Praktisch kommt diesen Bildungen keine höhere Bedeutung zu, und dies mag der Grund dafür sein, dass sie bisher nur wenig beachtet und häufig sicherlich vollkommen übersehen wurden. Sie sind jedoch nicht so selten, wie bisher angenommen wird. Der Name Sacrocaudalwirbel stammt von Rosenberg (1875) und soll auch zum Ausdruck bringen, dass es sich bei dem fraglichen Gebilde um das Ergebnis eines Umformungsprozesses handelt, durch den ein ursprünglich dem Kreuzbein angehöriger Wirbel zu einem Teil des Steissbeines transformiert wird. Im Gegensatz zu meiner oben gestellten Forderung der Asymmetrie

wendet aber Rosenberg die Bezeichnung auch dann an, „wenn die Loslösung bereits auf beiden Seiten erfolgt ist, aber von den Seitenfortsätzen des Caudalwirbels ausgehende proximalwärts gerichtete Fortsätze noch den früheren Zusammenhang mit dem Sacrum andeuten“. Offenbar hat gerade dieser Satz Disse zu seiner falschen Deutung verleitet und ich glaube, dass man folgerichtigerweise auf solche symmetrischen Gebilde die Bezeichnung Übergangswirbel nicht anwenden darf, selbst wenn aus ihrer Form eine gewisse Zwischenstellung zwischen den angrenzenden Gebilden entnommen werden könnte. Auf keinen Fall aber dürfen wir, wie Disse dies tut, einen sechsten Kreuzbeinwirbel, der im ganzen die Form eines gewöhnlichen fünften Sacralwirbels zeigt, nur deshalb als Übergangswirbel bezeichnen, weil er der 30. Wirbel der Gesamtreihe ist, also bei gewöhnlichem Verhalten schon dem Steissbein zugehörte. Im gleichen Sinne äussert sich auch Frets (1914), der als sacro-caudale Übergangswirbel nur solche Gebilde bezeichnet, die auf der einen Seite mit dem Kreuzbein verwachsen sind, auf der anderen nicht, und dementsprechend ein Sacrum bilden, das auf der einen Seite um ein Loch mehr hat als auf der anderen.

Abbildung 1 gibt ein Kreuzbein mit einem sacro-caudalen Übergangswirbel aus der Leipziger Sammlung wieder. Es handelt sich um den 30. Wirbel der Gesamtreihe, sein Körper ist mit dem des 29. durch Synostose verbunden, desgleichen stehen die beiden Cornua coccygea mit den Cornua sacralia in Verbindung. Linkerseits findet sich ein gut entwickelter Seitenfortsatz, ebenso rechterseits, doch ist er hier mit der Massa lateralis des fünften Kreuzbeinwirbels verschmolzen. Als Folge davon finden sich rechterseits fünf, linkerseits dagegen nur vier vordere und hintere Kreuzbeinlöcher. In diesem verschiedenen Verhalten der beiderseitigen Foramina sacralia, deren Zahl auf der Körperseite, in der der Wirbel Kreuzbeinform zeigt,

höher ist, als auf der anderen, beruht ja der hauptsächlichste halbseitige Unterschied. In noch stärker ausgeprägten Fällen zeigen auch die *Cornua coccygea* verschiedenes Verhalten, indem das eine mit dem *Cornu sacrale* in Verbindung steht, das andere nicht (Abb. 2).

Was die Häufigkeit des Vorkommens der sacrocaudalen Übergangswirbel betrifft, so ist sie allem Anschein nach eine recht grosse. Paterson (1893) fand sie in 6,79% der Fälle, Adolphi beim Mann in 10,76% der Fälle, beim Weib in 13,79%, Frets (1914) in 6,1—4,67%. Verglichen mit den Angaben über andere Formen der Übergangswirbel, zeitigen diese Zahlen das Ergebnis, dass der sacrocaudale Wirbel am häufigsten zu beobachten ist. Im Zusammenhang damit erscheint es sonderbar, dass Disse (1896) das Vorkommen von asymmetrischen Gebilden im Bereiche des Steissbeines vollkommen bestreitet. Die Zahlen, die Adolphi angibt, sind auffallend hoch, ein Umstand, der sich damit erklären lässt, dass er im Anschluss an Rosenberg auch symmetrische Wirbel, bei denen irgend.eine Erscheinung für den Zusammenhang mit dem Kreuzbein zu sprechen scheint, zu den Übergangswirbeln rechnet.

Über die lumbosacralen Übergangswirbel kann ich mich kurz fassen, wegen ihrer hohen praktischen Bedeutung, die sie hauptsächlich für den Geburtshelfer besitzen und wegen der auffallenden Form werden sie selbst beim Lebenden nicht leicht übersehen. Es handelt sich bei ihnen stets um Gebilde, deren eine Hälfte die Form eines gewöhnlichen fünften Lendenwirbels zeigt, während auf der anderen Seite der *Processus costarius* zu einer *Massa lateralis* umgebildet ist und die *Massa lateralis* des nächstfolgenden Kreuzbeinwirbels berührt, beziehungsweise mit ihr verschmolzen ist. In diesem Falle trägt der Wirbel einseitig auch zur Bildung der *Facies auricularis* bei und bedingt eine mehr oder weniger hochgradige Asymmetrie des

Beckens. In jedem Falle führt die Anwesenheit eines lumbosacralen Übergangswirbel zur Bildung eines asymmetrischen Kreuzbeines, das auf der einen Seite ein Foramen sacrale mehr hat als auf der anderen. Im Bereiche des Wirbelbogens, des Dornfortsatzes, ebenso in der Stellung und Ausbildung der Gelenkfortsätze finden sich gewöhnlich keine halbseitigen Unterschiede.

In bezug auf die Ausbildung der lumbosacralen Übergangswirbel können wir verschiedene Formen unterscheiden, die alle auf der verschieden starken Entwicklung seiner Kreuzbeinhälfte und der mehr oder weniger starken Verschmelzung des Wirbelkörpers mit dem des ersten Kreuzbeinwirbels beruhen. Es kann eine vollkommene Zwischenwirbelscheibe zwischen dem Übergangswirbel und dem ersten Kreuzbeinwirbel vorhanden sein, die Verbindung der Massae laterales kann gelenkig sein; dann ist stets auch der Bogen des Übergangswirbels frei und trägt nicht zur Bildung des Sacralkanales bei, auch eine geringe Beweglichkeit zwischen beiden Wirbeln kann noch vorhanden sein.

Sind die Massae laterales auf der einen Seite durch Synostose vereinigt, so verknöchert gewöhnlich auch die Zwischenwirbelscheibe und die Gelenkfortsätze vereinigen sich gleichfalls. Aber auch in diesem Falle kann der Bogen des Übergangswirbels noch selbständig bleiben oder aber in anderen Fällen mehr oder weniger vollständig mit dem Bogen des ersten Kreuzbeinwirbels verschmelzen und so zur Bildung des Sacralkanales beitragen. In anderen Fällen wieder kann bei vollständiger Verschmelzung der beiden Wirbelkörper und Bogen auch der in seiner Form dem Querfortsatz eines fünften Lendenwirbels gleichende Fortsatz verdickt sein, ohne jedoch zur Bildung einer Massa lateralis zu führen oder in Beziehungen zum Darmbein zu treten und ohne mit den entsprechenden Partien des Kreuzbeins verbunden zu sein.

Zwischen allen diesen Formen finden sich wieder Übergangsformen, desgleichen auch solche, welche Übergänge zwischen Übergangswirbeln und den normalen symmetrisch gebauten Lenden oder Kreuzbeinwirbeln darstellen, die Verschiedenheiten gehen ohne Grenzen ineinander über.

Wie schon erwähnt, sind die Lumbosacralwirbel recht häufig, zu beobachtende Vorkommnisse, wenngleich nicht so häufig, wie die Sacrocaudalwirbel. Paterson (1893) fand sie in 2,64% der untersuchten Fälle, Fischel (1906) in 1,8%, Adolphi (1911) beim Mann in 3,84%, beim Weib in 5,17%, Frets (1914) in 1,3—1,87%.

Die nächste Form stellen die dorsolumbalen Übergangswirbel dar, wir haben in ihnen Gebilde zu erblicken, die in ihrer einen Hälfte die Form eines Brustwirbels, in der anderen die eines Bauchwirbels zeigen. Der hauptsächlichste Unterschied besteht also in der Ausbildung des Processus costarius, beziehungsweise in der Anwesenheit einer fluktuierenden Rippe, die mit dem Körper des Wirbels, und zwar gewöhnlich gleich weit entfernt vom oberen und unteren Rand, gelenkig verbunden ist.

Der Unterschied zwischen Lenden- und Brustwirbel besteht jedoch nicht nur in dem verschiedenen Verhalten der Rippe, sondern auch in der Stellung und Form der Gelenkfortsätze. Bekanntlich konvergieren bei den Brustwirbeln die kleinen, ebenen Gelenkflächen beider Seiten stark nach hinten und innen, „sie liegen etwa auf einem Kreisumfange, dessen Mittelpunkt vor der Vorderfläche der Wirbelkörper liegt“ (Fick 1904). Im Gegensatz dazu sind die zylindrisch gekrümmten Gelenkflächen der Lendenwirbel so gestellt, „dass die oberen Flächen median und etwas rückwärts schauen, die unteren also lateral und etwas vorwärts“. Auf dieser verschiedenen Stellung der Gelenkflächen beruht ja auch die verschiedene Bewegungsmöglichkeit, welche die beiden Abschnitte der Wirbelsäule zeigen.

Der Übergang von der Brustregion zur Bauchregion ist nun kein allmählicher, sondern ein plötzlicher, gewöhnlich zeigen am zwölften Brustwirbel die oberen Gelenkfortsätze die für den Thorakalabschnitt bezeichnende Stellung und Ausbildung, die unteren aber das dem Lendenabschnitt zukommende Verhalten. Dieser plötzliche Umschlag in der Stellung der Gelenkflächen findet sich jedoch nicht immer am 12. Brustwirbel (dem 19. der Gesamtreihe), sondern kommt nicht allzu selten am 11. oder gar am 10. Thorakalwirbel zur Geltung, ja nach Strasser (1913) beginnt in gelenkmechanischer Hinsicht „der Lumbalteil der Wirbelsäule in der Regel schon mit der Junktur zwischen dem 11. und 12. Brustwirbel“, eine Beobachtung, die ich nicht bestätigen kann.

Der 12. oder in seltenen Fällen auch der 11. Brustwirbel kann also in bezug auf das Verhalten der Gelenkfortsätze schon Lendenwirbelcharakter zeigen, obwohl sich an ihm beiderseits freibewegliche Rippen befinden. In folgerichtiger Durchführung der Rosenbergschen Anschauung müsste man wohl auch solche Gebilde dorsolumbale Übergangswirbel nennen, dies würde jedoch wieder eine Verwicklung der Nomenklatur bedingen, da ja die Bezeichnung Übergangswirbel nur auf asymmetrische Wirbel angewendet werden soll. Für die eben beschriebenen Formen wäre daher die Bezeichnung Brustwirbel mit lumbaler Gelenkstellung besser.

Der umgekehrte Fall, dass bei beiderseitiger Anwesenheit eines mit dem Wirbelkörper vereinigten Processus costarius die Gelenkfortsätze das dem Brustabschnitt der Wirbelsäule zukommende Verhalten zeigen, findet sich, soweit ich dies aus der Literatur ersehen und durch eigene Beobachtung bestätigen konnte, niemals.

Auch bei den dorsolumbalen Übergangswirbeln können wir verschiedene Formen unterscheiden, bei allen ist einerseits eine bewegliche Rippe, andererseits ein fester Processus costo-

transversarius vorhanden, in diesem Punkte besteht also stets die halbseitige Asymmetrie. Die Gelenkfortsätze können dabei symmetrisch gebaut sein und in ihrer Form der eines gewöhnlichen 12. Brustwirbels entsprechen, das heisst die proximalen¹⁾ zeigen Brustwirbelcharakter, die distalen Lendenwirbelcharakter, oder aber sowohl proximale als auch caudale zeigen ausgesprochen das für die Bauchwirbel bezeichnende Verhalten. In Ausnahmefällen zeigen die Gelenkflächen eine gewisse Mittelstellung zwischen der der angrenzenden Wirbelsäulenteile. Alle diese Vorkommnisse sind jedoch, wenigstens nach dem allerdings verhältnismässig spärlichem Material der Leipziger Sammlung zu schliessen, äusserst selten, gewöhnlich zeigen vielmehr die dorsolumbalen Übergangswirbel auch in bezug auf die Ausbildung der Gelenkfortsätze und die Stellung der Gelenkflächen recht erhebliche halbseitige Asymmetrien, und ich will auf diesen Punkt, da er merkwürdigerweise in der Literatur bisher nicht erwähnt wurde, hier etwas näher eingehen.

Einen Fall von vollkommenster Ausbildung der halbseitigen Asymmetrie fand ich an dem weiter unten noch näher zu besprechenden Skelett eines männlichen Teilzwitters, das ich früher (1920) beschrieben habe. Der dorsolumbale Übergangswirbel ist der 20. Wirbel der Gesamtreihe, er zeigt symmetrische Form des Körpers und der Bogen, der Dornfortsatz steht in der Mittellinie. Linkerseits findet sich ein fester Processus costotransversarius von 32,5 mm Länge, rechterseits eine kleine, bohnenförmige Gelenkfläche, die in ihrer Stellung und Grösse der eines gewöhnlichen 12. Brustwirbels entspricht. Mit ihr artikuliert eine frei bewegliche, 4,5 cm lange Rippe. Die unteren Gelenkfortsätze zeigen, abgesehen von unbedeutenden Unterschieden, symmetrisches Verhalten, ihre Gelenkflächen sind nur wenig gekrümmt und stehen fast sagittal, also so, wie wir es stets bei Lendenwirbeln finden.

¹⁾ Die Ausdrücke proximal und distal sind im folgenden stets im Sinne von cranial und caudal gebraucht.

Sehr erheblich sind dagegen die Unterschiede in der Ausbildung der oberen Gelenkfortsätze (Abb. 3), hier zeigt der linke ausgesprochene Lendenwirbelform, die zylindrisch gekrümmte concave Gelenkfläche sieht median und etwas nach rückwärts, der Processus mamillaris ist gut ausgebildet, springt jedoch nur wenig aus der Gesamtmasse des Gelenkfortsatzes vor, der Processus accessorius ist kaum zu erkennen. Rechterseits dagegen steht die ebene Gelenkfläche fast vollkommen frontal, hier ist der Processus mamillaris sehr gut ausgebildet und springt sehr stark vor, auch der accessorische Höcker ist deutlich zu erkennen. Der Wirbel entspricht also in seiner linken Hälfte bis in die kleinsten Einzelheiten einem ersten Lendenwirbel, in seiner rechten einem gewöhnlichen 12. Brustwirbel, die halbseitige Asymmetrie erstreckt sich also auf alle Teile.

Es ist selbstverständlich, dass dem Bau der oberen Gelenkfortsätze auch eine sinngemäße Gestaltung der unteren Gelenkfortsätze des nächst höheren Wirbels entsprechen muss, soll nicht die ganze Gestaltung und die Beweglichkeit der Wirbelsäule in höchstem Masse beeinträchtigt werden. Tatsächlich zeigt auch der cranial gelegene Wirbel, der 19. in der Gesamtreihe, an dem sich jederseits eine bewegliche Rippe findet, entsprechendes Verhalten (Abb. 4). Der Körper, die Bogen und die oberen Gelenkfortsätze sind ebenso wie die Processus mamillares in beiden Seiten gleich gebaut, der Dornfortsatz steht in der Medianlinie. Die Unterschiede betreffen nur die Ausbildung der unteren Gelenkfortsätze, hier ist, was schon bei der Betrachtung von hinten auffällt, der rechte wesentlich breiter als der linke (18 mm bzw. 12 mm). Der Unterschied ist bedingt durch Verschiedenheiten in den Gelenkflächen, die fast senkrecht aufeinander stehen, die linke ist zylindrisch gebogen, nur wenige Grade gegen die Sagittalebene geneigt, in der Art, wie es einem Lendenwirbel zukommt, die rechte dagegen steht genau frontal, mit leichter Neigung von

hinten unten nach vorne oben, so wie es der Gelenkstellung im Bereiche der Brustwirbelsäule entspricht. Mit anderen Worten, der 19. Wirbel der Gesamtreihe ist gleichfalls asymmetrisch gebaut, er zeigt in der rechten Hälfte die Form eines gewöhnlichen 11., in der linken aber die eines gewöhnlichen 12. Brustwirbels.

Es erscheint wohl ausgeschlossen, dass es sich hier um Anpassungserscheinungen an die Form der oberen Gelenkfortsätze des darunter gelegenen Übergangswirbels handelt, die erst während des individuellen Lebens entstanden sind, die Unterschiede müssen vielmehr auch hier in der ganzen Anlage des Wirbels bedingt sein.

Nicht immer ist die Form der beiden Hälften eines dorsolumbalen Übergangswirbels so deutlich verschieden ausgeprägt, wie in dem eben beschriebenen Fall, es finden sich vielmehr auch hier wieder alle Übergänge, bis zu den Bildungen, wo bei vollkommen symmetrischem Bau der Gelenkfortsätze die halbseitigen Unterschiede nur im Verhalten der Rippen ausgeprägt sind. Einen solchen Übergangsfall will ich hier noch beschreiben.

Der fragliche Wirbel findet sich in einem sehr kräftig gebauten männlichen Skelett, das im übrigen keinerlei Besonderheiten, auch keine aussergewöhnlichen Asymmetrien im Bereiche des Rumpfes und der Gliedmassen aufweist. Der Brustkorb ist ebenmässig gebaut, jederseits sind sieben echte Rippen vorhanden, die 10. Rippe erreicht beiderseits noch den Rippenbogen, 11. und 12. fluktuieren, die Länge der 12. Rippe beträgt rechts 15,0 cm, links 13,0 cm.

Im ganzen sind 24 prä-sacrale Wirbel vorhanden, sie zeigen im Bereich des Hals- und Brustabschnittes mit Ausnahme der noch zu besprechenden Veränderungen am 12. Brustwirbel keinerlei Besonderheiten, auch der zweite bis fünfte Lendenwirbel ist gewöhnlich gebaut. Das Kreuzbein wird von fünf Wirbeln gebildet, die drei cranialen stehen in Verbindung mit

dem Darmbein, in ihrem Bereich ist der Sacralkanal offen. Die durch das Ausbleiben des Wirbelbogenschlusses entstandene Lücke ist im Bereich des ersten Sacralwirbels 24 mm breit und verjüngt sich nach abwärts, um sich etwa im Bereiche des Dornfortsatzes des dritten Sacralwirbels zu schliessen. Der oberste Steissbeinwirbel ist mit dem untersten Kreuzbeinwirbel und dem zweiten Steissbeinwirbel durch Synostose vereinigt, die weiteren Coccygealwirbel fehlen am Präparat.

Der erste Lendenwirbel, auf dessen genaue Beschreibung es hier ankommt, bietet in bezug auf die Form und Grösse seines Körpers keinerlei Besonderheiten. Er zeigt hier den Bau eines gewöhnlichen ersten Lendenwirbels, der *Processus spinosus* steht in der Mittellinie. Linkerseits findet sich eine 56 mm lange Rippe. Die Gelenkfläche, mit der sie artikuliert, befindet sich jedoch nicht am Wirbelkörper, sondern an den seitlichen und hinteren Partien des verhältnismässig stark ausgebildeten *Processus accessorius*. Hier erkennt man eine kleine, quer-ovale Gelenkfläche, die einer symmetrisch gestalteten am Köpfchen der Rippe entspricht. Rechterseits ist ein fester *Processus costotransversarius* vorhanden, er zeigt die für einen ersten Lendenwirbel gewöhnliche Ausbildung und erscheint nur verhältnismässig kurz. Kommt schon in der Tatsache, dass eine 13. Rippe nur in der linken Körperhälfte vorhanden ist, eine deutliche halbseitige Asymmetrie zum Ausdruck, so geschieht dies fast noch viel mehr in der Ausbildung der oberen Gelenkfortsätze.

Linkerseits zeigt der *Processus articularis superior* Brustwirbelcharakter (Abb. 5), seine Gelenkfläche steht fast frontal. Rechterseits dagegen steht die Gelenkfläche des wesentlich grösseren *Processus articularis superior* senkrecht, in einem Winkel von etwa 20 Grad gegen die Sagittalebene geneigt, sie erfährt in ihren seitlichen Partien eine scharfe Knickung von etwa 60 Grad, umschliesst also den unteren Gelenkfortsatz des

12. Brustwirbels halbkreisförmig. Der ganze rechte obere Gelenkfortsatz stellt ein Zwischending dar zwischen dem eines Brustwirbels und Lendenwirbels, und man gewinnt den Eindruck, dass seine Form durch die starke Ausbildung des Processus costarius beeinflusst wird.

Auch an den unteren Gelenkfortsätzen lassen sich noch halbseitige Verschiedenheiten feststellen (Abb. 6), in dem hier linkerseits die Gelenkfläche wesentlich grösser und stärker gekrümmt ist als rechts.

Die Unterschiede machen sich auch an den angrenzenden Wirbeln geltend, der zweite Lendenwirbel besitzt links einen grösseren oberen Gelenkfortsatz als rechts. Besonders aber lässt der 12. Brustwirbel recht erhebliche Asymmetrien erkennen, sie betreffen auch hier nicht den Körper und Bogen (Abb. 7). Von den unteren Gelenkfortsätzen besitzt der rechte die gewöhnliche Stellung und Grösse, der linke ist wesentlich grösser, seine Gelenkfläche ist halbzylinderförmig gekrümmt und sieht nach seitwärts. Sie ist dabei wesentlich grösser als die eines gewöhnlichen Brustwirbels, die Vergrösserung wird durch eine besondere, exostosenähnliche Verdickung gebildet. Auch die oberen Gelenkfortsätze zeigen noch erhebliche Unterschiede, indem linkerseits der Processus mamillaris und accessorius wesentlich grösser ist als rechts.

Wie in dem zuerst beschriebenen Falle, so beruhen auch hier die halbseitigen Unterschiede nicht einfach auf dem verschiedenen Verhalten der Rippen, vielmehr lässt die ungleiche Ausbildung der Gelenkflächen und die beträchtliche Asymmetrie der angrenzenden Wirbel auch hier deutlich erkennen, dass es sich um eine asymmetrische Anlage des ganzen in Frage kommenden Wirbelsäulenabschnittes handelt.

Ähnliche Ungleichheiten in der Stellung und Ausbildung der Gelenkflächen finden sich in mehr oder weniger hohem

Grade bei der überwiegenden Mehrzahl der dorsolumbalen Übergangswirbel. Über die Häufigkeit des Vorkommens dieser Gebilde finden sich in der Literatur keine bestimmten Angaben, nur F i s c h e l (1906) erwähnt, dass er in 2,4% der beobachteten Fälle die Anwesenheit einer 13. Rippe in einer Körperhälfte feststellen konnte. Bardeen (1900—1905) gibt keine genaueren Angaben über die Häufigkeit des Vorkommens einseitiger überzähliger Rippen, aus denen sich Schlüsse auf die Anwesenheit dorsolumbalen Übergangswirbel ziehen liessen.

Die letzte Form der Übergangswirbel, der Cervicodorsalwirbel findet sich allem Anschein nach am seltensten, sie ist in ihrer reinen Form nur dann bedingt, wenn ein Wirbel, der selbstverständlich der Halsbrustgrenze angehört, einerseits die Ausbildung eines Halswirbels mit vollkommen geschlossenem Foramen transversarium zeigt, andererseits aber durch die Anwesenheit einer Rippe gekennzeichnet ist. Die Grösse und das sonstige Verhalten der Rippe ist dabei vollkommen belanglos. Sie ist meistens sehr klein und steht in keiner Verbindung mit dem Brustbein. In anderen Fällen kann sie aber auch mit dem Brustbein in Verbindung stehen oder aber mit der zweiten Rippe bindegewebig, knorpelig oder knöchern vereinigt sein. Im letzten Fall spricht man von Sirenenbildung (Bicibitalrib Turner 1883). Die Vereinigung mit dem Brustbein kann in der gewöhnlichen Weise durch eine Knorpelspange erfolgen oder aber nur durch einen mehr oder weniger dicken Bindegewebsstrang.

Wichtig ist dabei wieder die Lokalisation der Bildung, auf die ich weiter unten noch im Zusammenhang zu sprechen komme. Auf Grund meiner eingangs gegebenen Erklärung kann ein cervicodorsaler Übergangswirbel sowohl am 7. als auch am 8. Wirbel, in Ausnahmefällen sogar an einem noch weiter cranialwärts gelegenen vorkommen. Rosenberg bezeichnet ohne Rücksicht auf die halbseitige Asymmetrie jeden rippen-

tragenden Halswirbel als Dorsocervicalwirbel und erblickt in ihm eine Zwischenform zwischen Brust- und Halswirbel. Dagegen muss nun eingewendet werden, dass man einem 7. Wirbel mit doppelseitiger frei beweglicher Rippe niemals ansehen kann, ob er eine Übergangsform darstellt, um so mehr als bei Anwesenheit einer Rippe am 7. Wirbel der 6. Wirbel stets die Form eines gewöhnlichen 7. besitzt.

Strittig ist dabei nur, was man eigentlich als Halsrippe anzusehen hat. Rosenberg (1899) und Adolphi (1905) bezeichnen als Halsrippen nur freie Anhänge, im Gegensatz zu Stieda (1866), der jeden abnorm verlängerten Querfortsatz eines 1.—7. Wirbels mit diesem Namen belegt. Die Rosenbergsche Definition ist entschieden genauer als die von Stieda gegebene und muss deshalb wohl im allgemeinen anerkannt werden. Trotzdem sind wir aber manchmal gezwungen, auch dann von der Anwesenheit einer Halsrippe zu sprechen, wenn kein freier Anhang vorhanden ist, nämlich in Fällen, wie sie Fischel beschreibt, wo beim Vorhandensein eines stark verlängerten Querfortsatzes des 7. oder eines höher gelegenen Wirbels am nächst höheren Halswirbel die gleichen Formverhältnisse vorliegen, wie wir sie gewöhnlich am 6. Halswirbel finden. Denn der 7. rippentragende Halswirbel „spielt seinem nächst höheren Genossen gegenüber gewissermassen die Rolle eines 1. Brustwirbels, die Halsrippe der nächst unteren Rippe gegenüber die Rolle der 1. Brustrippe“ (Fischel). Diese Verhältnisse finden sich aber auch bei einseitiger Anwesenheit einer Rippe, allerdings dann nur in der einen Körperseite, und zeigen deutlich genug, dass es sich auch hier niemals um Besonderheiten handelt, die nur ein einziges Körpersegment betreffen, sondern um Abnormitäten in der ganzen Anlage des betreffenden Wirbelsäulenschnittes.

Trägt der 7. Wirbel beiderseits Rippen, so ist er in jedem-

Fall als Brustwirbel zu bezeichnen, gleichgültig, ob die Rippen das Brustbein erreichen oder nicht. In diesem Falle ist es eben ein Brustwirbel mit rudimentären Rippen, ein Vorkommnis, das wir ja auch am 8. Wirbel der Gesamtreihe kennen. Der Brustwirbel ist eben durch die Anwesenheit freier Rippen gekennzeichnet, der Halswirbel durch ihr Fehlen. In gleicher Weise bezeichnet man einen 19. Wirbel mit festen *Processus costotransversarii* stets als Lendenwirbel, einen 20. mit freien Rippen aber als Brustwirbel, selbst wenn er sonst in bezug auf die Stellung der Gelenkfortsätze Bauchwirbeltyp zeigt. Demnach ist es auch vollkommen unzulässig, einen 7. Halswirbel, der in jeder Hinsicht in bezug auf das Verhalten seiner Rippen Brustwirbelcharakter zeigt, nur deshalb, weil er der 7. Wirbel der Gesamtreihe ist, als Halswirbel zu bezeichnen. Diese Ansicht vertritt bekanntlich auch Bolk (1902).

Eine reine Form von cervicodorsalem Übergangswirbel fand ich an den Skeletten der Leipziger Sammlung nur einmal, und zwar bei einem 9 jährigen Kinde. Der 7. Wirbel zeigt hier linkerseits gewöhnliche Form, rechterseits findet sich eine verhältnismässig lange, ventralwärts spitz ausgezogene Rippe, die in gelenkiger Verbindung mit dem Wirbelkörper und dem Querfortsatz steht. Linkerseits zeigt der Wirbel die Form eines gewöhnlichen Halswirbels. Bei der Betrachtung von rückwärts zeigt der betreffende Wirbel ganz die Form eines Halswirbels, die Querfortsätze sind ziemlich lang und stehen stark nach seitwärts, zeigen also noch nicht die für den Brustwirbel bezeichnende, leicht nach hinten gerichtete Stellung. Der 6. Halswirbel zeigt links gewöhnliche Form, rechts die eines gewöhnlichen 7. Wirbels, sein Dornfortsatz ist aber gerade so lang wie der des 7. und übertrifft den des 5. in bezug auf seine Länge um mehrere Millimeter, der 6. Halswirbel ist hier also die *Vertebra prominens*.

Auch im Bereiche der übrigen Wirbelsäule finden sich

noch einige Abweichungen von der Norm. Ausser der Halsrippe sind rechterseits noch 12 Rippen vorhanden, davon verbinden sich 8 (zugehörig zu Wirbel 8—15) durch knorpelige Spangen mit dem Brustbein, die 8. ist in ihren ventralen Partien gespalten und erreicht mit 2 Knorpelspangen die Grenze zwischen Brustbeinkörper und Schwertfortsatz, die 10. und 11. trägt zur Bildung des Rippenbogens bei, die 12. und 13. fluktuiert. Linkerseits sind gleichfalls 13 Rippen vorhanden, 1—7 verbindet sich mit dem Brustbein, 8—10 legt sich dem Rippenbogen an und 11—13 fluktuiert. Der 20. Wirbel der Gesamtreihe stellt also einen dorsolumbalen Übergangswirbel dar, an ihm findet sich links eine mit Knorpel überzogene Gelenkpfanne, die der Rippe zur Artikulation dient, rechterseits ein fester Processus costotransversarius. Auch die Gelenkfortsätze zeigen halbseitige Verschiedenheiten, doch kommen diese bei dem jugendlichen Individuum noch nicht so sehr zur Geltung.

Die Formel der betreffenden Wirbelsäule lautet also:

(1—6) cv 7 cvd (8—19) d 20 dl (21—24) l (25—29) s (30—33) cd.

Wenn wir aber die beiden Körperhälften getrennt betrachten, so lautet die Formel für die rechte Körperseite:

(1—6) cv (7—19) d (20—24) l (25—29) s (30—33) cd

und für die linke Körperhälfte:

(1—7) cv (8—20) d (21—24) l (25—29) s (30—33) cd.

Nach der Rosenbergschen Anschauung stellen beide Körperhälften also ganz verschiedene Bildungen dar, die rechte Seite ist im cranialen Teil atavistisch, im caudalen Teil normal, die linke zeigt genau das umgekehrte Verhalten. Was sich daraus für Schlussfolgerungen ziehen lassen, soll erst später besprochen werden.

Bezüglich der Lokalisation der Übergangswirbel in der Gesamtreihe lässt sich sagen, dass der Cervicodorsalwirbel den 7. oder 8. Wirbel betreffen kann, der dorsolumbale den 18., 19. oder 20., der lumbosacrale den 24., 25. oder 26., ja sogar

den 27. (Sieglbauer 1915). Über die sacrocaudalen Wirbel sind die Angaben nur spärlich, gewöhnlich finden sich diese Formen am 29., 30. oder 31. Segment, kommen jedoch sicher auch an den benachbarten Segmenten vor, entsprechend den grossen Schwankungen, welche die Grenze zwischen Kreuzbein und Steissbein überhaupt zeigt.

In ganz besonderen Fällen finden sich Halsrippen sogar noch am 4. Wirbel. Szawlowsky (1901) und Fischel (1906) beschreiben je einen derartigen Fall. Es handelt sich hierbei jedoch um ganz besondere Vorkommnisse, die sich den übrigen Formen der Übergangswirbel nicht ohne weiteres an die Seite stellen lassen.

In allen Fällen, in denen sich Übergangswirbel nachweisen lassen, finden wir also eine mehr oder weniger hochgradige Asymmetrie der ganzen Wirbelsäule, beziehungsweise der zunächst gelegenen Abschnitte, die sich in den verschiedenen Formeln für die beiden Körperhälften ausdrücken lässt, wie ich bei dem zuletzt beschriebenen kindlichen Skelett gezeigt habe. Ganz verschieden muss dabei der Einfluss einer solchen Bildung auf den Gesamtbau des Rumpfskelettes, wie des Körpers überhaupt sein, je nach der Stelle, an der sich der Übergangswirbel findet.

Es ist klar, dass ein Sacrocaudalwirbel ohne jeden Einfluss auf die symmetrische Gestaltung des Beckens und des ganzen Rumpfes ist, desgleichen kann auch ein dorsolumbalen Wirbel im allgemeinen keinen grösseren Einfluss auf die Bildung des Gesamtskelettes haben, die einseitige Anwesenheit einer meist nur sehr kleinen fluktuierenden Rippe, die in keiner Verbindung mit anderen Teilen des Brustkorbes steht, wird die harmonische Gestaltung des Körpers nicht beeinträchtigen. Es wäre jedoch denkbar, ja es ist sogar wahrscheinlich, dass die oben eingehender beschriebene, fast stets zu beobachtende ungleiche Stellung der Gelenkflächen bei Dorsolumbalwirbeln

in besonderen Fällen einen verschiedenen Muskelzug in beiden Körperhälften bedingen kann, der dann seinerseits eine mehr oder weniger hochgradige Skoliose zur Folge hat. So beschreibt Böhm (1907) einen Fall, in dem die verschiedene Stellung der Gelenkflächen eines sonst ebenmässig gebauten Wirbels eine ziemlich beträchtliche Wirbelsäulenverkrümmung nach sich zog, er betrachtet sie als Reaktion auf die asymmetrische Gelenkanomalie, die nach seiner Ansicht unbedingt das Bestreben des Organismus geltend machen müsse, „die Konformität und den Kontakt der Gelenkflächen soweit wie möglich wieder herzustellen“, und als Folge davon müssen sich dann Wirbelsäulendeformitäten einstellen. In den hier beschriebenen Fällen handelt es sich allerdings auch um halbseitige Verschiedenheiten in der Stellung der Gelenke, doch hatten diese keine Wirbelsäulenskoliosen hervorgerufen, wohl aus dem Grunde, weil die zusammengehörigen Elemente vollkommen gleich gebaut sind, ihre Gelenke passen aufeinander und bedingen so keinen verschiedenen Muskelzug in beiden Körperhälften.

Weit tiefgreifender ist dagegen der Einfluss, den die beiden anderen Formen der Übergangswirbel auf die Gestaltung des Gesamtskelettes ausüben können, beziehungsweise ausüben müssen. Ein Lumbosacralwirbel hat, selbst wenn, wie dies ja sehr häufig der Fall ist, sein Körper ganz symmetrisch gebaut ist, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine mehr oder weniger grosse Asymmetrie des Beckens zur Folge, fast stets steht die Darmbeinschaukel auf der Seite, welche den Kreuzbeincharakter zeigt, höher. Diese Asymmetrie des Beckens kann nun, wenn sie ohne Verkürzung einer unteren Extremität einhergeht, ohne Wirkung auf die cranialen Skelettpartien bleiben, sie wird jedoch häufig eine mehr oder weniger starke Skoliose der Wirbelsäule bedingen, sei es nun, dass durch den Hochstand einer Beckenhälfte die ihr zugehörige Extremität erheblich verkürzt ist, oder sei es, dass die verschiedene Ausbildung der

Beckenschaufeln allein einen verschiedenen Muskelzug nach sich zieht. Wie Böhm (1907) gezeigt hat, sind ja eine ganze Anzahl von Skoliosen durch lumbosacrale Übergangswirbel bedingt, besonders natürlich dann, wenn auch der Wirbelkörper asymmetrisch gestaltet ist.

Bei den lumbosacralen Übergangswirbeln haben wir es also mit Fällen zu tun, in denen einerseits die verschiedene Ausbildung der seitlichen Partien, andererseits aber, und zwar besonders stark eine häufig feststellbare Asymmetrie des Wirbelkörpers selbst hochgradige Verschiedenheiten im Bereiche der ganzen Wirbelsäule bedingen. In ähnlicher Weise muss sich auch der Einfluss cervicodorsaler Übergangswirbel geltend machen, selbst die Anwesenheit einer verhältnismässig sehr kurzen Rippe am 7. oder 8. Wirbel in einer Körperhälfte kann auf die Gestaltung der oberen Thoraxapertur nicht ohne Folgen bleiben. Weit höher ist natürlich der Einfluss, wenn die einseitig vorhandene Rippe mit der nächstfolgenden oder gar mit dem Brustbein in irgendwelche Verbindungen tritt. Dieses Vorkommnis zieht ja dann meist ein verschiedenes Verhalten aller Rippen in bezug auf ihren Ansatz am Brustbein in beiden Körperhälften nach sich, besonders stark machen sich selbstverständlich die Verschiedenheiten im Bereiche der ersten und siebenten Rippe geltend. Da der Einfluss der cervicodorsalen Übergangswirbel auf den Bau des Skelettes meist nur im verschiedenen Verhalten der Rippen zur Geltung kommt, so will ich ihn im folgenden im Zusammenhang mit den Asymmetrien der Rippen überhaupt besprechen.

Asymmetrien der Rippen und des ganzen Brustkorbes.

Schon verschiedenes Verhalten der 1. Rippe allein, gleichgültig, ob sie nun dem 7. oder 8. Wirbel der Gesamtreihe angehört, bedingt eine mehr oder weniger hochgradige Asymmetrie im Bereich der oberen Thoraxapertur, die jedoch ohne weitere

Folgen für den übrigen Bau des Rumpfskelettes bleiben kann, so besonders, wenn die Rippe nicht zu dem übrigen Rumpfskelett in Beziehung tritt. Aber selbst wenn eine einseitig vorhandene Rippe eine knorpelige oder knöcherne Verbindung mit der nächstfolgenden oder dem Brustbein eingeht, braucht dies die symmetrische Gestaltung des Brustkorbes im ganzen noch nicht zu beeinflussen. Zum Beleg beschreibe ich ein Skelett aus der Leipziger Sammlung (Fall 1)¹⁾. Die Halswirbelsäule besteht aus 6 Wirbeln von gewöhnlichem Bau, der fünfte zeigt die Form eines gewöhnlichen sechsten, der sechste die eines gewöhnlichen siebenten, entsprechend der von Fischel ermittelten Regel. Der 7. Wirbel trägt beiderseits freie Rippen, die linke ist 3,5 cm lang und steht in keiner Verbindung mit dem Brustbein oder der 2. Rippe.

Rechterseits dagegen ist eine 10 cm lange, voll entwickelte Rippe mit deutlicher *Incisura subclaviae* und gut ausgebildetem *Tuberculum scali* vorhanden. Auch sie erreicht jedoch das Brustbein nicht unmittelbar, sondern ihr sehr kurzer Knorpel verbindet sich mit dem der 2. rechten Rippe, die an der Stelle einer gewöhnlichen 1. Rippe am Brustbeinhandgriff ansetzt. Die Länge der 2. Rippe beträgt rechts 14,6 cm, beziehungsweise mit Knorpel 18,2 cm, links dagegen 15,3 cm, beziehungsweise 17,1 cm, die halbseitigen Unterschiede sind also unbedeutend. Beiderseits setzt die 2. Rippe unmittelbar unterhalb der *Incisura claviculæ* am *Manubrium sterni* an, an beiden findet sich eine deutliche *Tuberositas*. Merkwürdigerweise fehlt aber links das *Tuberculum scali* und die *Incisura subclaviae*, es besteht also die Möglichkeit, dass hier die 1. Rippe durch ein Band mit der 2. verbunden war, über das die Unterschlüsselbeinarterie hinzog, ein Vorkommnis, das ja nicht gerade selten ist. Ausser diesen beiden, dem 7. Wirbel zugehörigen Rippen

¹⁾ Das Skelett ist leider im Katalog nicht näher bezeichnet und war in der Längsrichtung durchsägt und dann durch Draht zusammengeheftet.

sind jederseits 12 Rippen vorhanden, sie zeigen im allgemeinen gewöhnliches Verhalten, linkerseits ist jedoch die 8., rechterseits die 7. in ihren ventralen Teilen gegabelt (Abb. 8). An das Brustbein treten beiderseits die Rippen der Wirbel 8—13, die des 16. Wirbels schliesst sich rechts und links als letzte dem Rippenbogen an, beiderseits sind drei fluktuierende Rippen (zugehörig zu Wirbel 17—19) vorhanden, die letzte fehlt leider am Präparat, ihre Anwesenheit ist aber aus der Form des 19. Wirbels zu erkennen, an dem sich jederseits eine gut ausgebildete Gelenkpfanne befindet.

Wirbel 18 zeigt an der Ventralseite seines Körpers rechts eine tiefe Delle, die eine Asymmetrie im Bau seines Körpers und im Zusammenhang damit eine Verkrümmung der Wirbelsäule bedingt.

Wirbel 20—24 sind Lendenwirbel, Wirbel 24 zeigt in bezug auf die Rippenfortsätze das gewöhnliche Verhalten eines 5. Lumbalwirbels, sein Körper ist jedoch durch Synostose mit dem 1. Sacralwirbel vereinigt. Das Kreuzbein wird von 5 Wirbeln gebildet, die sich alle an der Bildung der Pars lateralis beteiligen, es zeigt ziemlich hochgradige Asymmetrien, insofern als alle Wirbelkörper und Massae laterales links niedriger sind als rechts. Als Folge davon liegen die vier vorderen Sacrallöcher links auf dem gleichen Abschnitt wie die ersten drei rechts. Auch hier bedingen also halbseitige Unterschiede recht erhebliche Wirbelsäulenverkrümmungen. Die Facies auricularis wird jederseits vom 1.—3. Kreuzbeinwirbel gebildet. Von den Steissbeinwirbeln ist nur der erste vorhanden, sein Körper ist mit dem des 5. Kreuzbeinwirbels knöchern vereinigt.

Die Formel dieser Wirbelsäule ist folgende:

(1—6) cv (7—19) d (20—24) l (25—29) s (30—?) cd.

Der 7. Wirbel ist, da er beiderseits Rippen trägt, als Brustwirbel zu bezeichnen. Mit Ausnahme der eben geschilderten Veränderungen im Bereiche der oberen Thoraxapertur (Abb. 9)

und des Kreuzbeines finden sich keine halbseitigen Asymmetrien, das Brustbein ist vollkommen symmetrisch gebaut. Die Grenze zwischen Handgriff und Körper liegt zwischen dem Ansatz des 3. Rippenpaares, hier findet sich eine gut erhaltene Synchronrose. Ob die Tatsache, dass beiderseits nur sechs echte Rippen vorhanden sind, durch die Anwesenheit der Rippen am 7. Wirbel bedingt ist, lässt sich nicht entscheiden.

In diesem Falle bleibt also das asymmetrische Verhalten der 1. Rippe ohne jeden Einfluss auf den Bau des übrigen Brustkorbes, häufig lässt sich jedoch auch anderes Verhalten feststellen, z. B. bei dem zunächst zu beschreibenden Skelett (Fall 2).

Es handelt sich um ein sehr kräftig gebautes männliches Knochengerüst, die Wirbelsäule besteht aus 7 Halswirbeln, 12 Brustwirbeln, 5 Lendenwirbeln und 5 Sacralwirbeln, sie zeigt skoliotische Verbiegungen geringen Grades, im Brustabschnitt hauptsächlich dadurch hervorgerufen, dass die Dornfortsätze des 8.—11. Wirbels etwas nach links, die des 12. bis 15. Wirbels etwas nach rechts abweichen. Im grossen und ganzen überschreitet die Verbiegung das physiologische Mass nicht, bei Betrachtung von der Rückseite aus erscheint der Brustkorb ziemlich symmetrisch.

Die einzelnen Wirbel zeigen hinsichtlich ihrer Form gewöhnliches Verhalten, der Bogen des 2. Halswirbels ist mit dem des 3. Halswirbels in seiner linken Hälfte verschmolzen, im Bereiche der Verschmelzung lässt sich die Grenze zwischen den beiden Wirbeln nicht nachweisen. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich hier um eine während des Fötallebens entstandene Bildung. Die Processus costotransversarii der Lendenwirbel sind rechts durchweg etwas länger als links.

An der ganzen Wirbelsäule, besonders aber im Bereiche des Brustabschnittes, finden sich zahlreiche Exostosen, stark ausgebildet in erster Linie an den Körpern des 16., 17. und 18. Wirbels, an deren Vorderseite rechts bis 10 mm hohe

Knochenwülste vorspringen. An den nämlichen Wirbeln finden sich auch im Bereiche der Querfortsätze in der Umgebung der Gelenkflächen starke Exostosen, besonders deutlich ausgebildet rechterseits am 18. Wirbel, durch sie wird die Gelenkfläche des Querfortsatzes fast bis zur Grösse eines Groschens verbreitert. Etwas kleiner sind die Vorsprünge am rechten Querfortsatz des 16. und 17. Wirbels, nur sehr schwach ausgebildet am linken Querfortsatz des 18. Wirbels. Die *Articulatio sacroiliaca* ist links ankylosiert, rechts nicht.

Bei Betrachtung des Brustkorbes von oben fällt in erster Linie seine hochgradige Asymmetrie auf (Abb. 11). Das Brustbein ist stark nach rechts verschoben, so dass sein linker Rand etwa in der Mittellinie steht. Diese schiefe Stellung wird bedingt durch die ungleiche Ausbildung der Rippen, von denen in beiden Körperhälften 12, also die Normalzahl, vorhanden ist (Abb. 10). Linkerseits zeigen die Rippen gewöhnliches Verhalten, sowohl in bezug auf ihre Form, als auch auf den Ansatz am Brustbein, es finden sich 7 echte Rippen, nämlich die des Wirbels 8—14. Die des Wirbels 15 und 16 bilden den Rippenbogen, die des Wirbels 17, 18 und 19 fluktuieren. Wir haben es also mit dem recht häufigen Vorkommen einer *Costa decima fluctuans* zu tun.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in der rechten Seite. Hier ist die 1. Rippe nur sehr kurz und erreicht das Brustbein nicht, ihr Körper verschmilzt mit der zweiten rechten Rippe, die Vereinigungsstelle beider ist mächtig verbreitert (Abb. 11). Die Vereinigung ist knöchern, anfangs ist die Grenze zwischen den beiden Rippen noch deutlich zu erkennen, sie verliert sich aber um so mehr, je weiter ventralwärts man untersucht. In den Bereich der Verschmelzungsstelle fällt das sehr stark ausgebildete *Tuberculum scali*, das bei einer Breite von 1,7 mm eine Ausdehnung von etwa 15 mm besitzt, auch das *Tuberculum costae secundae* ist sehr deutlich ausgebildet.

Die 2. Rippe setzt mit verhältnismässig schmalem Knorpel am Manubrium sterni, unmittelbar unterhalb der Incisura claviculæ an, also genau an der Stelle, an der gewöhnlich und auch hier in der linken Körperhälfte die 1. Rippe inseriert. Das nämliche Verhalten finden wir nun bei allen Rippen der rechten Körperhälfte, die 3. setzt an der Grenze zwischen Corpus und Manubrium sterni an, also gegenüber der linken 2., die 4. gegenüber der linken 3. usw. Die 8. rechte Rippe inseriert zwischen Corpus sterni und Processus xiphoideus, also gegenüber der linken 7., die 9. und 10. bilden den Rippenbogen, 11. und 12. fluktuieren.

Rechterseits sind die Knorpel der 6. und 7., ebenso die der 7. und 8. Rippe durch Articulationes intercostales verbunden, linkerseits nur die der 6. und 7. Rippe, im übrigen verhalten sich aber, wie schon erwähnt, wenigstens was den Ansatz am Brustbein betrifft, die rechten Rippen durchweg genau so wie die linken, um ein Segment höher gelegenen Rippen, wir könnten also, wenn wir die Verhältnisse am Brustbein allein in Betracht ziehen, die 1. rechte Rippe als eine mit der nächstfolgenden verschmolzene Halsrippe bezeichnen. Das Brustbein selbst ist im grossen und ganzen symmetrisch gebaut, der Handgriff ist kurz und sehr breit, der Angulus flach, die Synchondrose nicht verknöchert. Dagegen ist der gegabelte Schwertfortsatz fast ganz verknöchert. Die Knorpel der linken 1. und rechten 2. Rippe sind vollkommen verkalkt, die der übrigen echten Rippen zeigen beiderseits geringe Kalkeinlagerungen, auch in diesem Punkte verhält sich also die rechte 2. Rippe so wie sonst eine erste Rippe.

Die Incisura claviculæ ist rechts etwas weiter und tiefer als links, dementsprechend steht auch die sternale Partie des rechten Schlüsselbeines etwas tiefer als die des linken. Der Ansatz der Rippen am Brustbein ist aus der nachfolgenden Tabelle (Nr. 1) zu ersehen, sie gibt die Entfernung des oberen

Randes der Rippenknorpel vom Winkel zwischen oberem und seitlichem Rande des Brustbeins, also vom oberen Rand der 1. Rippe an.

Tabelle 1.

Rippe	rechts	links
1	erreicht es nicht	0
2	0	39,5
3	28	71,0
4	63	97,1
5	87,5	115
6	108,3	131
7	128	138
8	135	—

Die Längenmasse der einzelnen Rippen sind aus der beifolgenden Tabelle (Nr. 2) zu ersehen. Bei diesen Massen fällt auf, dass trotz der erheblichen Asymmetrien in der Stellung des Brustbeins, die auch in dem verschiedenen Ansatz der be-

Tabelle 2.

Nr.	Ganze Länge		Knochenlänge		Knorpellänge		Bogenlänge ¹⁾		Unterschiede	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ganze Länge	Bogenlänge
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	—	16,5	(11,0?)	15,0	—	1,5	(6,5?)	7,5	—	—
2	24,5	25,5	22,0	22,5	2,5	3,0	9,5	11,0	—1,0	—1,5
3	30,5	30,3	27,0	27,0	3,0	3,3	12,3	13,8	+0,2	—1,5
4	33,5	34,8	29,7	31,0	3,8	3,8	15,3	16,5	—1,3	—1,2
5	36,0	37,0	31,9	32,0	4,1	5,0	17,2	17,5	—1,0	—0,3
6	37,8	39,3	31,5	31,5	6,3	7,8	18,0	18,2	—1,5	—0,2
7	41,2	43,0	31,5	30,5	9,7	12,5	19,0	18,5	—1,8	+0,5
8	44,0	36,5	31,5	30,0	12,5	6,5	19,0	19,5	+7,5	—0,5
9	36,2	34,5	28,5	27,5	7,7	7,0	23,0	21,5	+1,7	+1,5
10	29,0	—	25,5	25,5	3,5	—	21,0	—	—	—
11	—	—	20,8	21,5	—	—	—	—	—	—
12	—	—	14,5	15,0	—	—	—	—	—	—

¹⁾ Bogenlänge = geradlinige Entfernung des Capitulum vom Ansatz am Brustbein, beziehungsweise von der Spitze.

treffenden Rippen sinnfällig zum Ausdruck kommen, die Längensmasse der einzelnen Rippen keine hochgradigen halbseitigen Verschiedenheiten aufweisen, die Unterschiede betragen höchstens 1,8 cm, mit Ausnahme der 8. Rippe, wo sich ein Unterschied von 7,5 cm findet. Dieser beruht aber hauptsächlich in der verschiedenen Länge des Rippenknorpels, denn während der knöcherne Teil rechts nur um 1,5 cm länger ist als links, ergibt sich für den Knorpel ein Unterschied von 6 cm, hauptsächlich wohl dadurch bedingt, dass die 8. Rippe rechts das Brustbein erreicht, links aber nicht. Die Formel für die betreffende Wirbelsäule lautet:

(1—7) cv (8—19) d (20—24) l (25—29) s (30—?) cd.

Sie entspricht also ganz den gewöhnlichen Verhältnissen, die halbseitigen Unterschiede sind hier also nicht im Bau der Wirbelkörper oder durch die Anwesenheit von Übergangswirbeln bedingt, sondern durch das Verhalten der Rippen. Bei ihnen hat sich rechterseits die erste mit der zweiten zur Sirenenbildung vereinigt, und diese Tatsache zieht so schwerwiegende Folgen im Bau des ganzen Brustkorbes nach sich, die sich natürlich besonders deutlich im Bereiche der oberen Brustkorböffnung geltend machen.

Nach Rosenberg müssten wir bei einem Vergleich der beiden zuletzt beschriebenen Fälle beim Fall 1 die Sirenenbildung als Atavismus betrachten, da sich die nicht voll entwickelte 1. Rippe am 7. Wirbel befindet, im zweiten Fall aber als progressive Bildung, da sie ja der Ausdruck einer Reduktion der Rippe des 8. Wirbels zu sein scheint.

Trotz des vorliegenden Atavismus am cranialen Ende des Brustkorbes müsste der 1. Fall in bezug auf seine caudalen Brustabschnitte doch als progressive Form bezeichnet werden, da sich nur 6 echte Rippen und 3 fluktuierende finden, was ja angeblich auf einen fortschreitenden Rückbildungsprozess hindeuten soll.

Im 2. Fall liegen die Verhältnisse ganz anders, doch müssen wir hier die beiden Körperhälften getrennt betrachten. Rechterseits finden wir im cranialen Teil eine progressive Bildung, im caudalen aber eine atavistische Form, da ja die 8. Rippe noch am Brustbein ansetzt. Linkerseits dagegen finden wir im proximalen Teil normales Verhalten, im distalen aber gleichfalls eine progressive Bildung, allerdings anderer Art als rechts, hier sind nämlich drei fluktuierende Rippen vorhanden. Zu solchen Schlussfolgerungen muss uns eine folgerichtige Durchführung der *Rosenbergschen* Theorie bringen, ob sie berechtigt sind, soll erst weiter unten besprochen werden.

Der 3. Fall, den ich zu den folgenden Besprechungen heranziehen will, betrifft das Knochengerüst eines männlichen Teilzitters, das ich schon früher (1920) ausführlich beschrieben habe. Hier kommt nur der Bau der Wirbelsäule und des Brustkorbes in Betracht.

Die Wirbelsäule wird gebildet von 7 Halswirbeln, 12 Brustwirbeln, 6 Lendenwirbeln, 5 Kreuzbeinwirbeln und 4 Steissbeinwirbeln. Der oberste Lendenwirbel ist ein dorsolumbaler Übergangswirbel, der schon oben beschrieben wurde (Abb. 3). Die ganze Wirbelsäule zeigt leichte skoliotische Verbiegung, im Lendenteil rechts concav, im Brustteil rechts convex, die jedoch das physiologische Mass nicht überschreitet und wahrscheinlich die Folge einer schlecht verheilten Fraktur des rechten Unterschenkels ist, durch die eine Verkürzung der rechten unteren Extremität um ungefähr 2 cm bedingt ist.

Die Halswirbel zeigen im grossen und ganzen gewöhnliches Verhalten, am Atlas ist linkerseits das Foramen transversarium nicht geschlossen, sondern nur durch eine tiefe Einkerbung im Querfortsatz gebildet und nach vorne und medialwärts durch einen ungefähr 5 mm langen Knochendorn begrenzt. Der Zahn des Epistropheus erscheint etwas nach links verschoben.

Der zweite Halswirbel ist vollkommen mit dem dritten ver-

schmolzen, die Verwachungsstelle ist im Bereiche der Körper kaum noch zu erkennen und nur an den Bogen durch eine tiefe Furche angezeigt. Zwischen den Dornfortsätzen, die beide sehr tief gegabelt sind, befindet sich eine kleine, eben für eine Stricknadel durchgängige Öffnung, sie ist neben den Zwischenwirbellöchern die einzige Lücke zwischen den beiden Wirbeln. Die unteren Gelenkfortsätze des 2. sind ebenso wie die oberen des 3. Halswirbels äusserst schwach ausgebildet. Nirgends sind Veränderungen nachweisbar, welche darauf hindeuten, dass es sich bei dieser Verschmelzung der Wirbel um einen krankhaften, intra vitam entstandenen Vorgang handelt, es muss vielmehr eine schon im Embryonalleben entstandene Verwachsung vorliegen, die jedenfalls nicht durch einen Krankheitsprozess bedingt war.

Der vordere Rand des 3. Wirbelkörpers ragt nach unten hin noch sehr weit über den des 4. Wirbels herab und erscheint wulstig verdickt, leicht vorstehend, eine Erscheinung, die sich, allerdings in geringerer Ausbildung, auch noch am 5. und 6. Wirbel findet.

Am 7. Wirbel fehlt rechterseits das *Tuberculum anticum*, beziehungsweise es ist nur durch ein kleines, an der Basis der vorderen Spange dem Wirbelkörper aufsitzendes Höckerchen angedeutet, links ist es gut ausgebildet. Der Querfortsatz erscheint im ganzen links wesentlich stärker und kräftiger entwickelt als rechts.

Die Dornfortsätze des 2.—6. Wirbels sind stark gegabelt, der des 7. Wirbels springt beträchtlich vor und zeigt auch im übrigen gewöhnliches Verhalten.

Die Brustwirbelsäule zeigt keine erheblichen Abweichungen von der Norm, der Körper des 8. und 9. Wirbels ist sehr breit, breiter als der des 10., was grösstenteils daher rührt, dass an ihnen die Gelenkpfannen für die Rippenköpfchen auf kleinen, apophysenähnlichen Vorwölbungen mit stark vorspringenden

Rändern gelegen sind. Die schon erwähnte leicht skoliotische Verkrümmung der Wirbelsäule scheint bei Betrachtung von hinten stärker, als es tatsächlich der Fall ist. Dieser Umstand ist in der Stellung der Dornfortsätze begründet, die sich nur am 8. und 9. Wirbel in der Medianebene befinden, beim 10. ist der Processus spinosus leicht nach links verschoben, der 11. steht in der Medianebene, vom 12. ab beginnen die Dornfortsätze stärker nach links abzuweichen, und zwar nimmt diese Erscheinung progressiv bis zum 16. Wirbel zu, bei ihm steht der Dornfortsatz ganz schief. Seine Spitze ist von der Spitze des Querfortsatzes des 17. Wirbels links 22 mm, rechts dagegen 36,5 mm entfernt. Bei Wirbel 17 ist die Asymmetrie in der Stellung des Dornfortsatzes nur noch gering, bei 18 und 19 nicht vorhanden.

Die Dornfortsätze täuschen also durch ihre Stellung im Bereiche der Brustwirbelsäule eine ziemlich erhebliche, links convexe Skoliose vor. Der 19. Wirbel der Gesamtreihe erscheint in seinen oberen Partien und hinsichtlich des Verhaltens seiner Rippen vollkommen symmetrisch gebaut, die oberen Gelenkfortsätze sind gleich gestaltet und zeigen das für den Brustabschnitt der Wirbelsäule bezeichnende Verhalten. Die unteren Gelenkfortsätze zeigen die weiter oben geschilderten Asymmetrien.

Besonders zu erwähnen ist noch das Verhalten der Foveae costales, da auch in ihm halbseitige Unterschiede zur Geltung kommen. Sie stehen nämlich in der rechten Körperhälfte durchweg um einige Millimeter höher als in der linken. Dieser Tatsache entspricht es auch, dass sich am 17. Wirbel rechts eine untere Gelenkfläche befindet, links dagegen nicht. Nur der 8. Wirbel macht hier eine Ausnahme, an ihm steht die Rippengelenkpfanne rechts etwas tiefer und ist auch grösser als links.

Die 6 Lendenwirbel sind hinsichtlich des Baues ihrer Körper und Bogen symmetrisch gestaltet, die Dornfortsätze stehen in

der Medianebene und zeigen gewöhnliches Verhalten, die Grösse der Wirbelkörper nimmt vom 19.—23. progressiv zu, der des 24. und 25. erscheint auffallend klein. Der erste Lendenwirbel ist der oben beschriebene Übergangswirbel, der 2.—5. zeigt keinerlei Besonderheiten, die geringen halbseitigen Unterschiede bewegen sich in gewöhnlichen Breiten und lassen keinerlei durchgehende Verschiedenheiten zugunsten einer Körperseite erkennen. Nur der *Processus mamillaris* ist rechts durchweg grösser als links. Die Länge der *Processus costotransversarii* nimmt von cranialwärts nach caudalwärts stetig zu, nur am 24. Wirbel erscheint der Rippenfortsatz rechts etwas kürzer als links und auch kürzer als am 23. Wirbel.

Besondere Erwähnung verdient wieder der 25. Wirbel, also der 6. Lendenwirbel. Die *Processus costarii* sind bei ihm sehr stark verdickt, rechts erscheint die Knochenmasse wesentlich grösser als links und steht hier auch mit der *Massa lateralis* des ersten Kreuzbeinwirbels in Verbindung, allerdings nicht durch Synostose, sondern nur durch ein Gelenk. An der Unterseite der linken *Massa lateralis* des 25. Wirbels findet sich nämlich eine in sagittaler Richtung 25 mm, in frontaler Richtung 15 mm messende glatte Gelenkfläche, die mit einer entsprechenden Fläche des 26. Wirbels in Verbindung steht. Rechterseits dagegen besteht keine solche Verbindung, hier spannen sich nur wie gewöhnlich starke Bandmassen zwischen den seitlichen Teilen des 25. und 26. Wirbels aus. Mit den Darmbeinschaukeln steht der 25. Wirbel auf keiner Seite in Verbindung.

Man muss diesen 6. Lendenwirbel also als lumbosacralen Übergangswirbel bezeichnen, denn er führt linkerseits zur Bildung eines vollkommen geschlossenen Foramen sacrale, rechterseits nicht.

Das Kreuzbein wird im übrigen von 5 Wirbeln gebildet und zeigt keine hochgradigen halbseitigen Verschiedenheiten. Unter Hinzurechnung des 25. Wirbels besitzt es jedoch links 5,

rechts aber nur 4 Kreuzbeinlöcher. Das Steissbein wird von 4 Wirbeln gebildet, deren erster mit dem letzten Sacralwirbel durch Synostose vereinigt ist.

Weit auffälliger noch als an der Wirbelsäule sind die Asymmetrien im Bereiche des übrigen Rumpfskelettes; besonders das Brustbein fällt durch die grosse Unregelmässigkeit seiner Form auf, die in erster Linie durch den beiderseits verschiedenen Ansatz der Rippen bedingt ist. Handgriff und Körper sind bei ihm knöchern miteinander vereinigt, die Verschmelzungsstelle ist deutlich zu erkennen, der Angulus sternalis springt stark vor, weniger deutlich ist die Grenze zwischen Körper und Schwertfortsatz. Dieser selbst ist knöchern, läuft aber in eine breite Knorpelplatte aus, die in zwei, im stumpfen Winkel auseinanderweichende Zipfel gespalten ist.

Wie schon erwähnt, ist der Rippenansatz am Brustbein beiderseits ein ganz verschiedener. Rechts erreicht der Knorpel der 1. Rippe das Brustbein überhaupt nicht, hier setzt die 2. Rippe an der gewöhnlichen Insertionsstelle der 1. an. Die rechte 3. Rippe inseriert an der gewöhnlichen Ansatzstelle der 2., zwischen Corpus und Manubrium. Linkerseits ist die Ansatzstelle der 1. Rippe die gewöhnliche, die der 2. liegt aber zu hoch, sie ist etwas cranialwärts verschoben, der Rippenknorpel ist mit dem stark verkalkten der 1. Rippe durch eine Knorpelspange verbunden, die sich an das Manubrium sterni anlegt und sich nach unten hin als dreieckige Knorpelplatte schwimnhautähnlich zwischen der zweiten Rippe und Sternum bis zum Brustbeinkörper hin ausbreitet. Vom Angulus sternalis an wechseln die Ansätze der Rippen beiderseits ziemlich regelmässig miteinander ab, so dass jederseits der Ansatz der einen Seite zwischen zwei Ansätze der gegenüberliegenden Seite zu liegen kommt. Rechterseits steht noch die 8. Rippe mit dem Brustbein in Verbindung, linkerseits nur noch die 7. Beiderseits setzen also 7 Rippen an das Brustbein an. Demnach ist auch

hier wie in Fall 2 die Zahl der echten Rippen beiderseits gleich gross, nur handelt es sich links um die Rippen 1—7, rechts aber um die Rippen 2—8. Wir finden demnach hier die nämlichen Verhältnisse wie in den unteren Abschnitten der Wirbelsäule, dass nämlich die rechte Seite gegenüber der linken um ein Segment cranialwärts verschoben erscheint.

Tabelle 3.

Rippe	rechts mm	links mm
1	erreicht es nicht	0
2	0	28
3	51	68
4	80	92
5	102	111
6	120	139
7	137	145
8	46	—

Tabelle 4.

Nr.	Ganze Länge		Knochenlänge		Knorpellänge		Bogenlänge		Unterschiede	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ganze Länge	Bogenlänge
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	13,0	15,0	10,8	11,8	2,2	3,2	6,2	7,0	—2,0	—0,8
2	21,2	23,3	19,2	19,9	2,0	3,4	6,7	9,4	—2,1	—2,7
3	27,2	27,8	24,0	24,5	3,2	3,3	11,1	12,8	—0,6	—1,7
4	32,0	32,5	28,0	28,4	4,0	4,1	13,8	14,9	—0,5	—1,1
5	34,7	36,6	29,5	30,8	5,2	5,8	15,0	16,2	—1,9	—1,2
6	37,3	39,5	30,3	32,0	7,0	7,5	16,0	18,2	—2,2	—2,2
7	41,0	41,1	32,4	31,3	8,6	9,8	16,5	18,2	—0,1	—1,7
8	44,0	42,0	32,0	32,0	12,0	10,0	17,9	18,7	—2,0	—0,8
9	37,0	37,0	29,2	29,2	7,8	7,8	17,8	18,1	±0	—0,3
10	31,2	31,0	26,0	26,5	5,2	4,5	17,6	18,5	+0,2	—0,9
11	23,2	22,0	23,2	22,0	—	—	17,8	17,6	+1,2	+0,2
12	16,0	15,5	16,0	15,5	—	—	12,7	12,3	+0,5	+0,5
13	4,0	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—

Der Ansatz der Rippen am Brustbein ist aus der Tabelle Nr. 3 zu ersehen, sie gibt wieder die Entfernung des oberen Randes der Rippenknorpel vom Winkel zwischen oberem und seitlichem Rande des Brustbeines an. Im ganzen sind also rechterseits 13, linkerseits 12 Rippen vorhanden, die Masse sind aus der Tabelle Nr. 4 zu ersehen.

Bezüglich ihres Verhaltens zu den Wirbelkörpern und Querfortsätzen zeigen die Rippen keine Besonderheiten und grösseren halbseitigen Verschiedenheiten, doch stehen die Köpfchen, entsprechend der schon erwähnten verschiedenen Lage der Gelenkpfannen, rechts etwas höher als links, nur das erste rechts etwas tiefer. Rippe 1—10 steht beiderseits mit den Querfortsätzen in gelenkiger Verbindung, die weiter distal gelegenen nur mit dem Wirbelkörper. Linkerseits zeigen die Rippen in jeder Hinsicht, sowohl in bezug auf den Verlauf, als auch den Ansatz am Brustbein, gewöhnliches Verhalten, mit Ausnahme der 2., die die oben geschilderten geringen Abweichungen von der Norm aufweist.

Anders auf der rechten Seite, wo zunächst das Verhalten der 1. Rippe auffällt. Sie gehört zwar in gewöhnlicher Weise dem 8. Wirbel an, erreicht aber das Brustbein nicht, sondern ihr kurzer Knorpel verbindet sich durch einen dreieckigen, zipfelförmig nach oben an der Knorpel-Knochengrenze aus der 2. Rippe hervorragenden Auswuchs mit der 2. Rippe. Die Grenze zwischen 2. und 3. Rippe ist deutlich fühlbar, da der Knorpel der 1. Rippe etwas dicker ist. Im Röntgenbild ist deutlich zu erkennen, dass der 1. Rippenknorpel verkalkt ist und dass diese Kalkeinlagerungen scharf an der Grenze zum 2. Knorpel abschneiden.

Wie im Fall 1 haben wir es hier also mit einer rechtsseitigen Sirenenbildung zu tun, nur dass dort die 1. Rippe, welche das Brustbein nicht erreicht, dem 7. Wirbel angehört, hier aber dem 8.

Die 2. rechte Rippe artikuliert mit dem 9. Wirbel und der Zwischenwirbelscheibe zwischen diesem und dem 8., sie setzt, wie schon erwähnt, am Brustbein, genau an der Stelle an, die dem gewöhnlichen Ansatz der 1. Rippe entspricht, und zwar ist die Verbindung eine knorpelige, keine gelenkige.

Nach ihrem Verhalten zum Brustbein, das sie weder mit einer Knorpelspange, noch auch mit Hilfe eines Bandes erreicht, auch in Berücksichtigung der 2. rechten Rippe könnten wir die 1. rechte Rippe auch als Halsrippe bezeichnen, wiewohl ihre gelenkige Verbindung mit dem 8. Wirbel eigentlich ihren Brustrippencharakter dartut. Sie verhält sich in dieser Hinsicht genau so wie die 1. rechte Rippe bei Fall 1. Wenn wir also nicht annehmen wollen, was auf Grund der vorliegenden Verhältnisse, insbesondere auch auf Grund der 13. rechten Rippe und des Verhaltens des 19. und 20. Wirbels sehr gut möglich ist, dass rechterseits eigentlich 8 Halswirbel vorhanden sind, so müssen wir die rechte 1. Rippe als rudimentär bezeichnen. Allerdings pflegt gewöhnlich beim Rudimentärwerden der 1. Rippe die 2. an der Synchondrosis sternalis zwischen Corpus und Manubrium sterni anzusetzen, während die Ansatzstelle der 1. Rippe frei bleibt, beziehungsweise einem Bindegewebszug zum Ansatz dient, der die Vereinigung mit dem ventralen Ende der schlecht entwickelten 1. Rippe herstellt.

Vergleicht man die Rippen in beiden Körperhälften miteinander, so ist, wie ja auch aus der obigen Masstabelle hervorgeht, die 1. rechterseits wesentlich kürzer als linkerseits, sowohl in bezug auf ihren knöchernen, als auch knorpeligen Anteil (Abb. 13), ausserdem ist die rechte stärker gebogen und in allen Abschnitten bedeutend breiter, es beträgt nämlich:

Die grösste Rippenbreite	rechts	links
Am Tuberculum costae . . .	19,5	16,5
Hinter dem Tub. scaleni . . .	16,0	14,5
Am Tub. scaleni	20,0	19,0

Das Tuberculum scali ist beiderseits sehr gut ausgebildet, rechts besteht es aus einem spitz vorspringenden Dorn, links aber aus einer 20 mm langen Verbreiterung der Rippe, die am medialen Rande deutlich etwa 3 mm hoch vorspringt. Der Sulcus subclaviae ist beiderseits gut zu erkennen.

Die 2. Rippe ist rechts kürzer und in allen Teilen nicht unerheblich breiter, vor allem aber viel stärker gebogen als links. Die Breitenmasse sind folgende:

Rippenbreite in mm	rechts	links
Am Tuberculum costae . . .	15,0	13,0
Gegend der Tuberositas . . .	22,0	20,0
Knorpelknochengrenze . . .	21,0	14,0

Die rechte 2. Rippe gleicht also in bezug auf ihre Breitenmasse mehr der linken 1. als der linken 2., der sie nur in bezug auf ihre Länge näher kommt.

Die Tuberositas costae secundae ist links als breite, deutliche Rauigkeit zu erkennen, rechts dagegen nur angedeutet. Der recht erhebliche Unterschied in der Breite kommt am auffälligsten an der Knorpelknochengrenze zur Geltung und beträgt hier 7 mm, im übrigen Verlauf der Rippe nur 2 mm. Während sich also die linke 2. Rippe gegen den Knorpel zu stetig verjüngt, bleibt die rechte sich in ihrer Breite gleich, und zwar ist dieses Verhalten anscheinend in keiner Weise durch die 1. Rippe beeinflusst, da die Verschmelzung mit ihr ja erst im Bereiche des Knorpels erfolgt. Merkwürdigerweise findet sich nun an der 2. rechten Rippe ein sehr deutliches Tuberculum scali als 2 mm hoher, dornähnlicher Vorsprung am medialen Rande, 16 mm von der Knorpelknochengrenze entfernt. Diese Stelle befindet sich jedoch unterhalb der 1. Rippe und kommt aus diesem Grunde als Ansatzstelle des vorderen Rippenhebers

gar nicht in Betracht. Der Höcker bildet nur einen erneuten Beweis dafür, dass die 2. rechte Rippe in ihrem Bau eigentlich der 1. entspricht.

In bezug auf die Lage ihrer Flächen verhält sich die 2. Rippe beiderseits in ihren hinteren Partien gleich, in den vorderen Abschnitten erfährt die linke Rippe die gewöhnliche Drehung um die Längsachse, wodurch die früher fast horizontal gestellte Fläche in eine mehr vertikale umgewandelt wird, wie dies ja allgemein dem Verhalt der 2. Rippe entspricht. Rechterseits unterbleibt diese Drehung fast vollkommen, auch in diesem Punkte zeigt also die 2. Rippe ganz das Verhalten einer gewöhnlichen 1. Rippe. Wir sind deshalb wohl berechtigt, sie als ein Mittelding zwischen gewöhnlicher 1. und 2. Rippe zu betrachten, sie verhält sich dorsal wie eine 2., ventral wie eine 1. Rippe, genau ebenso, wie sich die 1. Rippe dorsal wie eine 1. Brustrippe, ventral aber wie eine Halsrippe verhält.

Die nämlichen Eigentümlichkeiten, allerdings in nicht so ausgesprochenem Masse, finden sich nun bei allen anderen Rippen, sie zeigen linkerseits gewöhnliches Verhalten, rechts dagegen entspricht ihr Ansatz am Sternum stets dem einer gewöhnlichen, um ein Segment höher gelegenen Rippe. Dementsprechend ist auch rechterseits die 8. Rippe noch eine echte, sie setzt ziemlich genau gegenüber der linken 7. am Brustbein an. Beiderseits sind die Knorpel der 5. und 6., sowie der 6. und 7. Rippe durch *Articulationes interchondrales* verbunden, rechterseits auch die der 7. und 8. Die Flächenkrümmung der Rippen ist rechts durchweg stärker als links, auffällig ist beiderseits die beträchtliche Länge der 12. Rippe. Rechterseits fluktuieren drei, linkerseits nur zwei Rippen.

Was die Längenmasse betrifft, so ist die 1. bis 7. Rippe rechts wesentlich kürzer als links und vor allem viel stärker gebogen, die 8. rechte Rippe erscheint um 20 mm länger als die 8. linke, ein Unterschied, der durch das verschiedene Ver-

halten zum Brustbein und die dadurch bedingte verschiedene Länge des Knorpels begründet ist. Bei der 9. bis 12. Rippe sind keine wesentlichen halbseitigen Unterschiede vorhanden.

Wie schon erwähnt, könnte man die rechte 1. Rippe als Halsrippe bezeichnen, da sie das Brustbein nicht erreicht, der Name rudimentäre Rippe ist in diesem Falle nicht gut angebracht, da sich an ihr keinerlei Spuren mangelhafter Entwicklung finden. Sie zeigt nur ein Verhalten, wie es sonst häufig Halsrippen, beziehungsweise die cranialsten Rippen mancher Wirbeltiere an den Tag legen, wir sind aber nicht berechtigt, hier von Rückbildungsprozessen zu sprechen, wie dies ja bei der Anwendung der Bezeichnung rudimentär mehr oder weniger der Fall ist. Der 8. Wirbel muss auf jeden Fall als Brustwirbel bezeichnet werden, da er ja beiderseits Rippen trägt, auf keinen Fall kann auf ihn die Bezeichnung Übergangswirbel angewendet werden. Der eben geschilderte Fall lässt sich nicht ohne weiteres in ein bestimmtes Schema einreihen, versuchen wir aber die Formel der Wirbelsäule aufzustellen, so ergibt sich folgendes: (1—7) cv (8—19) d 20 dl (21—24) l 25 ls (26—30) s (31—34) cd.

Wegen der Anwesenheit von 25 präsaclaren Wirbeln und auf Grund der Tatsache, dass sich rechterseits 13 Rippen finden, würde Rosenberg dieses Rumpfskelett als atavistische Form bezeichnen, allerdings deutet nach seiner Anschauung die verhältnismässig geringe Entwicklung der 1. Rippe hier mehr auf eine Rückbildung als auf einen progressiven Vorgang hin, soferne wir sie nicht als Sirenenbildung und infolgedessen als Atavismus bezeichnen wollen.

Betrachten wir jedoch die beiden Körperseiten getrennt, so ergeben sich für sie folgende Formeln:

Links (1—7) cv (8—19) d (20—24) l (25—30) s (31—34) cd,
rechts (1—7) cv (8—20) d (21—25) l (26—30) s (31—34) cd.

Die linke Körperhälfte verhält sich also normal, nur am caudalen Ende zeigt die Einbeziehung des 30. Wirbels in das

Sacrum noch eine „atavistische“ Form an, die rechte Körperhälfte dagegen ist in ihren cranialen Partien „progressiv“, in den caudalen aber „atavistisch“. Im Bereiche dieses Rumpfskeletes findet sich also wieder eine Mischung von Atavismen und progressiven Formen, verschieden in den einzelnen Gegenden des Körpers, verschieden auch in den beiden Körperhälften.

Bei den eben beschriebenen drei Fällen war es in erster Linie das Verhalten der 1. Rippe, das die halbseitigen Asymmetrien des Brustkorbes bedingte. Bei Fall 1 blieb die Ungleichheit nur auf die 1. Rippe und damit auf die obere Thoraxapertur beschränkt, wie das wohl meistens der Fall ist, wenn sich irgendwelche Entwicklungshemmungen im Bereich des 8. Wirbels finden, bei den beiden anderen Fällen aber machten sich die Verschiedenheiten im Verhalten der beiden ersten Rippen in ihren Folgen am ganzen Bau des Brustkorbes geltend, besonders deutlich traf dies bei dem zuletzt beschriebenen Rumpfskelett zu.

Fischel (1906) macht nun darauf aufmerksam, dass auch die 2. Rippe in bezug auf ihre Ausbildung verschiedenes Verhalten zeigen kann, er beschreibt zwei derartige Fälle. Im einen misst die 2. rechte Rippe an einem männlichen Skelett 19,5 cm, die linke aber nur 10,5 cm, „ihr kurzer Knorpel endete frei im Zwischenraum zwischen erster und 3. Rippe, der sehr breit ist; zur Grenze zwischen Manubrium und Corpus sterni zieht rechts die 2., links die 3. Rippe, so dass diese Grenze schief von rechts oben nach links unten verläuft und der linke Seitenrand des Manubrium um 1 cm länger ist als der rechte, von der 3. abwärts sind überhaupt die Ansatzstellen der linken Rippen am Sternum den rechten gegenüber ein wenig nach unten hin verschoben; die 7. Rippenknorpel gehen vor dem Processus xiphoideus ineinander über“.

Ein weiteres Skelett zeigt ganz ähnliche Verhältnisse.

In der Leipziger Sammlung findet sich nun das Skelett eines

etwa 25 jährigen Mannes, an dem linkerseits die 4. Rippe rudimentär ist, ich will es im folgenden beschreiben (Abb. 14).

Die Wirbelsäule besteht aus 7 Halswirbeln, 12 Brustwirbeln, 5 Lendenwirbeln und 5 Kreuzbeinwirbeln, die untereinander durch Synostose verbunden sind, desgleichen ist der 1. Steissbeinwirbel mit dem Kreuzbein knöchern vereinigt, die weiteren Steissbeinwirbel fehlen, die Formel für die Wirbelsäule ist die gewöhnliche.

Die Halswirbel zeigen keine Besonderheiten in ihrem Bau und auch keine aussergewöhnlichen halbseitigen Ungleichheiten, die Dornfortsätze des 2., 4., 5. und 6. Wirbels sind gegabelt, der des 7. Wirbels springt stark vor. In der Stellung der Brust- und Lendenwirbeldornfortsätze, die meist etwas von der Mittellinie abweicht, jedoch niemals in einem grösseren Abschnitt der Wirbelsäule nach der gleichen Richtung, so dass beim Anblick von hinten keine Skoliose zu erkennen ist, finden sich gleichfalls keinerlei Besonderheiten.

Die Brustwirbel lassen insoferne asymmetrischen Bau erkennen, als am 3. und 4. (dem 10. und 11. der Gesamtreihe) der Querfortsatz links wesentlich schwächer entwickelt ist als rechts.

Die Lenden- und Kreuzbeinwirbel zeigen in jeder Hinsicht gewöhnlichen Bau.

Bei Betrachtung des Skelettes von vorne fällt zunächst die erhebliche Grösse der Querfortsätze des 7. Halswirbels auf, ausserdem eine recht beträchtliche, den 6.—9. Wirbelkörper betreffende, links convexe Skoliose. Sie ist bedingt durch Asymmetrien im Bau der betreffenden Wirbelkörper. Der des 6. erscheint links höher als rechts, beim 7. findet sich das umgekehrte Verhalten, ebenso beim 8., der von rechts her an seinem oberen Rande eingedrückt erscheint. Das Köpfchen der rechten 1. Rippe ruht in einer Pfanne, die fast ausschliesslich vom 7. Halswirbel und nur zum geringsten Teil vom 1. Brustwirbel gebildet wird, obwohl ihre gelenkige Verbindung

mit dem Querfortsatz des 1. Brustwirbels einwandfrei ihre Zugehörigkeit zu diesem beweist. Auch linkerseits findet sich am 7. Wirbel eine untere Gelenkpfanne, die zusammen mit der oberen des 8. das Köpfchen der linken 1. Rippe aufnimmt. Der Körper des 7. Wirbels ist mit dem des 8. knöchern vereinigt, rechts ruhen die beiden Körper fest aufeinander, nach links klafft zwischen beiden ein etwa 2 mm breiter Spalt. Auch die Gelenkfortsätze und Wirbelbogen sind miteinander verschmolzen, es lässt sich jedoch schwer entscheiden, ob es sich hier um die Folgen einer Erkrankung oder um eine intrauterin entstandene, in der Anlage des Individuum bedingte Veränderung handelt. Die sonstigen Verhältnisse am Brustskelett lassen ja die Annahme wahrscheinlich erscheinen, dass sich auch anderweitig Abnormitäten, die in der Anlage selbst begründet sind, vorfinden. Mit Ausnahme der geschilderten Veränderungen zeigt die Wirbelsäule auch in der Ansicht von vorne geraden Verlauf und gewöhnliches Verhalten.

Das Brustbein ist lang und schmal, der Handgriff symmetrisch gebaut, kurz, mit dem Körper knorpelig vereinigt, desgleichen findet sich am Körper selbst zwischen dem beiderseitigen Ansatz der 3. Rippe eine das ganze Brustbein quer durchsetzende Knorpelleiste. Der Schwertfortsatz ist lang und schmal, er läuft in einen durchlochten Knorpel aus.

Rechterseits setzen 7 Rippen (zugehörig zu Wirbel 8—14) am Brustbein an, und zwar in der gewöhnlichen Weise, linkerseits aber nur 6, und zwar die Rippen des Wirbels 8, 9, 10, 12, 13 und 14. Die Rippe des Wirbels 11 erreicht mit ihrem Knorpel das Brustbein nicht, auf ihr Verhalten, das mir ja Veranlassung zur Beschreibung des Falles gab, komme ich noch zurück. Die Entfernung des Rippenansatzes vom Brustbeinrand ist aus der Tabelle 5 zu erkennen.

Die Ansätze der ersten drei Rippen liegen einander gegenüber, ebenso die des 7. Rippenpaares. Die 5. linke Rippe setzt

Tabelle 5.

Rippe	rechts	links
1	0	0
2	37,2	39,3
3	72,0	71,5
4	100,2	erreicht es nicht
5	120,8	115,0
6	141,0	133,0
7	148,0	147,0

zwischen der 4. und 5. rechten an, die 6. linke etwas tiefer als die 6. rechte. Rechterseits liegen die Ansätze der 5., 6. und 7. Rippe sehr nahe beieinander, beiderseits sind die Knorpel der 6. und 7. Rippe durch Articulationes interchondrales verbunden.

Alle Rippen erscheinen sehr dünn und schwächig, sie sind in der gewöhnlichen Weise mit den Brustwirbeln und deren Querfortsätzen gelenkig verbunden, die Gelenkpfannen zeigen mit Ausnahme der erwähnten Besonderheiten gewöhnliches Verhalten. Die untersten drei Rippen stehen in keiner gelenkigen Verbindung mehr mit dem Querfortsatz. Während sich aber im übrigen keine halbseitigen Unterschiede finden, erscheint die 4. Rippe links wesentlich schwächiger als rechts, es beträgt nämlich:

Breite der 4. Rippe in mm	rechts	links
Am Capitulum	12,8	10,0
Am Collum	10,0	8,0
Am Angulus	11,0	5,0

Ventralwärts vom Angulus verbreitert sich die linke Rippe nochmals auf 10 mm, verjüngt sich dann aber langsam, um etwa in der Gegend der vorderen Axillarlinie vollkommen zu

enden, nach einem Verlauf von 155 mm. Nach einem Zwischenraum von 22 mm, der im Leben aller Wahrscheinlichkeit nach durch einen Bindegewebszug ausgefüllt war, beginnt der Rippenknorpel, anfangs nur 4,5 mm breit, sich jedoch langsam auf 8 mm verbreiternd, und mündet schliesslich in den Knorpel der 5. rechten Rippe, 40 mm entfernt von ihrem Ansatz am Sternum ein. Er bedingt hier eine dreieckige Verbreiterung. Die ganze Länge des Knorpels beträgt 83 mm, zuzüglich des Zwischenraumes beträgt also die Gesamtlänge der 4. linken Rippe 260 mm, gegenüber von 354 mm rechts.

Die Masse der übrigen Rippen sind aus Tabelle Nr. 6 zu ersehen. Aus ihr geht deutlich hervor, dass sich nicht nur im Bereiche der 4. Rippe, sondern auch an der 2., 3., 5. und 6. Rippe ziemlich erhebliche halbseitige Unterschiede in der Länge geltend machen, welche die sonst zu beobachtenden Differenzen in der Länge der Rippen beider Körperhälften übertreffen. Trotzdem erscheint der Brustkorb hier fast ganz symmetrisch gebaut, das Brustbein steht in der Mittellinie und zeigt mit Aus-

Tabelle 6.

Nr.	Ganze Länge		Knochenlänge		Knorpellänge		Bogenlänge		Unterschiede	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ganze Länge	Bogenlänge
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	17,5	18,0	15,0	15,0	2,5	3,0	7,1	7,0	−0,5	+0,1
2	26,5	24,5	22,8	20,8	2,7	3,7	9,9	9,8	+2,0	+0,1
3	31,0	29,1	27,0	24,7	4,0	4,4	13,3	12,2	+1,9	+1,1
4	35,4	26,0	30,0	15,5	5,4	8,3	15,5	15,8	+9,4	−0,3
5	38,4	34,8	31,8	27,7	6,6	7,1	17,2	15,5	+3,6	+1,7
6	42,5	40,5	32,8	32,0	9,7	8,5	18,2	16,8	+2,0	+1,4
7	46,3	45,5	33,2	32,3	13,1	13,2	18,6	17,8	+0,8	+0,8
8	41,0	41,0	32,1	31,2	8,9	9,8	21,2	21,5	±0	−0,3
9	35,6	37,5	29,9	29,8	5,7	7,7	21,8	21,2	−1,9	+0,6
10	—	—	25,5	26,0	—	—	18,4	18,3	−0,5	+0,1
11	—	—	20,2	20,0	—	—	15,5	15,2	+0,2	+0,3
12	—	—	12,5	13,2	—	—	9,3	10,6	−0,7	−1,3

nahme des verschiedenen Rippenansatzes keine erheblichen Asymmetrien.

Die Tatsache, dass jederseits drei fluktuierende Rippen vorhanden sind, spricht nach Rosenberg für einen Rückbildungsvorgang am unteren Ende des Brustkorbes, die relativ grosse Länge der 12. Rippe würde sich allerdings wieder im entgegengesetzten Sinne verwerten lassen.

Wir können die 4. linke Rippe des Skelettes als rudimentär bezeichnen, besser wäre jedoch der Ausdruck schlecht entwickelt. Die geringe Ausbildung des linken Querfortsatzes am 11. Wirbel, ausserdem der aussergewöhnliche Verlauf und der Ansatz des 4. Rippenknorpels, der das Sternum überhaupt nicht erreicht, sondern sich mit dem Knorpel der 5. Rippe vereinigt, zeigt deutlich, dass es sich auch bei dieser Bildung um eine abnorme Anlage und nicht um eine durch irgendwelche äussere, vielleicht schon während des Embryonallebens einwirkende Schädigung bedingte Bildung handelt. Die Veränderung muss schon vor der Ausbildung der Sternalleisten bestanden haben und musste sich deshalb bei der Entwicklung des Brustkorbes in der vorliegenden Form geltend machen.

Besprechung der Befunde.

Im vorhergehenden habe ich eine Reihe von Bildungen des Rumpfskelettes beschrieben, die alle mehr oder weniger stark von der gewöhnlichen Form abweichen und das Gemeinsame haben, dass sie mehr oder weniger hochgradige halbseitige Unterschiede zeigen, die alle aus inneren, in der Anlage des Individuum gelegenen Ursachen entstanden sind.

Im folgenden soll nun zunächst geprüft werden, inwieweit sich aus diesen halbseitigen Unterschieden Schlüsse darauf ziehen lassen, ob das menschliche Rumpfskelett sich in einem Zustand der fortschreitenden Umwandlung in irgend einer Richtung befindet, oder ob es eine konstante Form darstellt, die

nur innerhalb gewisser Grenzen um einen bestimmten Mittelwert variiert.

Nach Rosenberg ist ja bekanntlich das menschliche Rumpfskelett das Ergebnis von zwei Umformungsprozessen, „die gleichzeitig und in gewissem Sinne auch gleichartig, aber dennoch in entgegengesetzter Richtung auf die Wirbelsäule einwirkten . . ., von denen der am kleineren proximalen Abschnitte der Wirbelsäule wirksame distalwärts gerichtet ist, während der an dem grösseren, distalen Abschnitte der Gesamtwirbelsäule zum Ausdruck kommende proximalwärts schreitet . . ., der distalwärts fortschreitende Umformungsprozess hat die Cervicalregion in die Erscheinung treten lassen und sein Wirkungsbezirk erstreckt sich auf den 8. Wirbel und dessen Rippen . . . Der proximalwärts fortschreitende Umformungsprozess beherrscht alle distalwärts von der Dorsalregion liegenden Abschnitte der Wirbelsäule und innerhalb der Dorsalregion macht er sich an den Wirbeln selbst proximalwärts sehr deutlich bis zum 18. Wirbel kenntlich; er dehnt sich also auch auf die Rippen aus, die am Rippenbogen beteiligt sind, sowie auf den distalen Teil des Sternum mit den ihm anhaftenden Rippen.“

Dies sind die Leitsätze der Rosenbergschen Anschauung, sie nimmt für den Menschen eine Ahnenform an, deren Wirbelsäule caudalwärts aus mehr Segmenten bestand, als wir sie heute nachweisen können und sowohl im Halsteil, als auch im Lendenteil freie Rippen trug. Der Beckengürtel, dies ist besonders wichtig, war weiter kaudalwärts am Rumpf befestigt. Als Folge des starken Druckes, den das Kreuzbein hauptsächlich nach Erwerbung des aufrechten Ganges auf die beiden Darmbeinschaufeln ausübte, wurde angeblich die ganze Wirbelsäule nach abwärts geschoben, der Beckengürtel rückte dadurch cranialwärts, durch das Fortschreiten dieses Prozesses wird die Zahl der präasacralen Wirbel verringert und gleichzeitig

erfährt der Brustkorb eine Verkürzung sowohl in seinem cranialen, als auch caudalen Abschnitt, indem hier die Rippen verschwinden und gleichzeitig die Brustwirbel den benachbarten Wirbelsäulenabschnitten assimiliert werden. Rosenberg bezeichnet dementsprechend alle Formen des Rumpfskelettes, welche mehr prä-sacrale Wirbel und mehr Rippen als gewöhnlich aufweisen als Atavismen, als Rückschläge auf die hypothetische Stammform des Menschen, alle entgegengesetzten Bildungen aber als progressive Formen.

Er zieht alle Abschnitte des Rumpfskelettes in den Bereich seiner Betrachtungen, nur erwähnt er merkwürdigerweise überhaupt nicht, dass sich auch an den cranialsten Teilen der Wirbelsäule nicht allzu selten Veränderungen nachweisen lassen, die man mit dem gleichen Rechte als den Ausdruck fortschreitender Umbildung oder regressiver Veränderung bezeichnen könnte. Wie nämlich hauptsächlich Bolk (1906) gezeigt hat, findet man häufig Skelette, bei denen der Atlas knöchern mit dem Hinterhauptbein vereinigt ist. Der Grad der Verschmelzung kann ein sehr verschiedener sein, in den leichtesten Fällen bleibt die Form des Atlas vollkommen erhalten, in stärkeren Graden der Ausbildung dagegen ist seine Form mehr oder weniger verändert, ja die Verschmelzung der Knochen kann so weit gehen, dass der Atlas als solcher kaum noch erkannt werden kann, man gewinnt dann den Eindruck, dass die Gelenkflächen, welche zur Verbindung der Gelenkfortsätze mit dem Epistropheus dienen, dem Hinterhauptbein angehören.

Andererseits kommen aber sehr zahlreiche Variationen des Os occipitale zur Beobachtung, die sich bei vollkommen ausgebildetem Atlas finden und die, wie Kollmann (1905, daselbst einschlägige Arbeiten) gezeigt hat, als Manifestation des „Occipitalwirbels“ aufgefasst werden müssen. Die fraglichen Bildungen, so besonders der Condylus tertius, stellen demnach Teile des letzten postotischen Wirbels dar, der eigentlich zur

Bildung des Hinterhauptbeines dient, in besonderen Fällen aber auch mehr oder weniger hohe Selbständigkeit aufweisen kann. Froriep (1882, 1886) hat ja gezeigt, dass sich der caudale Abschnitt des Hinterhauptbeines in Form mehrerer Rumpfwirbel anlegt. Ein Komplex von drei Urwirbeln tritt in gleicher Höhe mit dem Ganglion hypoglossi auf, er wandelt sich in Myotome um, und das caudalste dieser Myotome lässt an seiner medialen Seite die Bogenanlage eines Primitivwirbels entstehen, ausserdem bildet sich ein knorpeliger Wirbelkörper. Später wird die ganze Anlage zur Bildung des Primordialcranium verwendet und verschwindet dabei. Der fragliche, von Froriep Occipitalwirbel genannte Körper liesse also, wenn wir die ontogenetische Rekapitulationsregel anerkennen, den Schluss zu, dass in der Vorfahrenreihe des Menschen ein Wirbel zwischen Atlas und Hinterhauptsbein eingeschaltet war, der erst später zur Bildung des Neurocranium verwendet wurde.

In folgerichtiger Durchführung der Rosenbergschen Anschauung müsste man nun in den beiden eben erwähnten Vorkommnissen gleichfalls den Ausdruck eines progressiven oder regressiven Vorganges, einer fortschreitenden Verkürzung oder Verlängerung der Wirbelsäule erblicken, die sich in ähnlichem Sinne äussert, wie an der Cervicothoracal-Grenze. Im ersten Fall wird der oberste Wirbel mit zum Bau des Schädels verwendet und dadurch der freien Wirbelsäule entzogen, er trägt letzten Endes dazu bei, die Zahl der den Hirnschädel bildenden Knochen zu vermehren und so die Hirnkapsel zu vergrössern. Oder aber ein Teil des Neurocranium wird in die Wirbelsäule einbezogen und bedingt dadurch eine Verkleinerung der Hirnkapsel. Da die Vergrösserung des Gehirnes, die mit dem ersten Vorgang einhergehen müsste, zweifellos ein fortschrittlicher Vorgang wäre, die Verkleinerung, die durch den zweiten Vorgang bedingt wäre, aber einen rückschrittlichen Prozess darstellte, so hätten wir auch in diesen Erscheinungen progressive

Bildungen oder aber Atavismen zu erblicken. Wie schon erwähnt, hat Rosenberg diesen Schluss nicht gezogen, er zieht irgendwelche Veränderungen, denen der Atlas unterworfen ist, überhaupt nicht in den Bereich seiner Betrachtungen.

Die Beweise, die Rosenberg für die Richtigkeit seiner Anschauung anführen zu können glaubt, sind zweierlei Art, sie stützen sich erstens auf Befunde an Embryonen und zweitens auf rein theoretische Erwägungen. Bei menschlichen Embryonen finden sich nämlich nach seiner Anschauung stets 25 prä-sacrale Wirbel, und erst durch eine während der Entwicklung selbst stattfindende Verschiebung des Beckengürtels wird ihre Zahl auf 24 vermindert. Rosenbergs Befunde erstrecken sich nur auf zwei menschliche Embryonen aus der 8. beziehungsweise 9. Woche der Schwangerschaft, diese weisen deutliche Spalten zwischen den knorpeligen Seitenteilen des Kreuzbeines auf, und zwar liegen diese im einen Fall zwischen dem 25. und 26., im anderen aber zwischen dem 26. und 27. Wirbel. Ausserdem stehen bei dem ersten Embryo die Seitenteile des 30. und 31. Wirbels noch in Verbindung mit dem Sacrum. Rosenberg nimmt nun an, dass beide Bildungen schliesslich zur Entstehung einer „normalen Wirbelsäule“ geführt hätten dass ein solcher Schluss bei der äusserst geringen Anzahl der untersuchten Fälle (zwei!) unzulässig ist, liegt wohl auf der Hand — und folgert weiter, dass ursprünglich der 27. Wirbel der cranialste Sacralwirbel ist und dass erst jeweils während der Ontogenese des Einzelindividuum die Darmbeine cranialwärts verschoben werden. In Anerkennung des biogenetischen Grundgesetzes erblickt er hierin eine Rekapitulation der Phylogenese und zieht die entsprechenden Schlussfolgerungen. Desgleichen konnte er bei beiden Embryonen ein 13. Rippenpaar feststellen und glaubt auch diese Erscheinung im Sinne seiner Theorie verwenden zu müssen.

Die eben wiedergegebenen Angaben Rosenbergs sind

schon des öfteren widerlegt worden, so in erster Linie durch Holl (1882), welcher nachweisen konnte, dass das Kreuzbein während der Entwicklung des Menschen keine Verschiebung erleidet, dass es vielmehr ein „von den ersten Entwicklungsstadien an fertiges Gebilde“ ist, welches „mit dem 25. oder 26. Wirbel der Reihe beginnt und vier weitere Wirbel folgen lässt“. Sehr richtig betont Holl dabei, dass die Varietäten in der Zahl der präsaacralen Wirbel einzig und allein von der Anlage des Kreuzbeines abhängen, die Stellung des Beckengürtels schliesst sich dann sekundär ganz der des Kreuzbeines an.

Ausserst wichtig ist ferner der Nachweis Holls, dass keineswegs bei allen menschlichen Embryonen die Anlage eines 13. Rippenpaares vorhanden ist, sein Vorkommen ist vielmehr hier geradeso wie beim Erwachsenen eine der häufigen Abweichungen von der Norm. Ausserdem konnte Holl noch zeigen, dass Rosenberg die Epiphysis transversa der Lendenwirbel für die Anlage einer 13. Rippe gehalten habe.

Bardeen (1904—1905) konnte diese Angabe Holls bestätigen und an grossem Material die Seltenheit des Vorkommens einer 13. Rippe bei Embryonen dartun, gleichzeitig auch beweisen, dass sie sich beim Fötus nicht häufiger findet als beim Erwachsenen. Ausserdem beobachtete er noch, dass die Anlage des Darmbeines ursprünglich sogar weiter cranialwärts gelegen ist als in späteren Zeiten, in der 5. Embryonalwoche reicht sie nämlich bis zum 22. Wirbel, rückt dann aber kaudalwärts und vereinigt sich in der 6. Woche mit dem Kreuzbein. Jedwede Abweichungen von der Norm, die sich am Skelett des Erwachsenen finden, sind schon in diesem Zeitpunkt nachweisbar und von dieser Zeit ab findet keine Wanderung des Beckengürtels mehr statt. Ganz im Gegensatz zu Rosenberg stellt Bardeen also eine Verschiebung des Beckens in caudaler Richtung fest, wollten wir hier wieder das biogenetische Grundgesetz als Grundlage für unsere Er-

klärung nehmen, so müssten wir der hypothetischen Stammform des Menschen eine geringere Anzahl präsaeraler Wirbel zuschreiben, als wir heute nachweisen können. Im Gegensatz zu Holl nehmen dabei Bardeen und Rosenberg an, dass der Extremitätengürtel selbst die bestimmte Entwicklung der Seitenteile der einzelnen Segmente bedingt.

Bei genauer Prüfung können also die der Entwicklungsgeschichte entnommenen Tatsachen nicht als Beweis für die Rosenbergsche Theorie ins Treffen geführt werden, sie zeigen vielmehr deutlich, dass alle die verschiedenen Formen des Rumpfskelettes, die wir am Erwachsenen beobachten können, stets schon in der Anlage des Individuum enthalten sind, also während der Ontogenese keine Veränderung im einen oder anderen Sinn mehr erleiden können.

Nach dieser Feststellung wollen wir nun zur Besprechung der rein theoretischen Erörterungen Rosenbergs schreiten, auf die er ja in erster Linie seine Schlüsse aufbaut. Aus einem Vergleich des menschlichen Skelettes mit dem einiger niederer Formen des Tierreiches glaubt er gleichfalls Beweise für die in Frage stehende Umgestaltung erblicken zu müssen. Schon Welker (1878, 1882) und Keibel (1891) haben sich ganz entschieden gegen eine Homologisierung der Wirbel, wie Rosenberg sie vornimmt, ausgesprochen und deutlich gezeigt, dass keineswegs alle Segmente der Wirbelsäule, welche die gleiche numerische Stellung in der Gesamtreihe einnehmen, auch genetisch gleichwertig sind. Ja Welker geht so weit, jegliche Homologie der einzelnen Wirbel zu bestreiten. Auch er tritt stark gegen die Vorwärtsbewegung des Beckengürtels ein, ebenso gegen die Annahme, dass ein und derselbe Wirbel während seiner Entwicklung verschiedene Umgestaltungen durchzumachen hat. Im Sinne Darwins und Weismanns erklärt er die verschiedenen Formen der Wirbelsäule als „funktionelle Anpassungen“, bedingt hauptsächlich durch die ver-

schiedene Art und Weise der Vorwärtsbewegung, dann auch durch das wechselnde Verhältnis, in welchem sich die Wirbelsäule an der Bildung der Körperhöhlen beteiligt. Es handelt sich also um „eine nach Art einer Noniusteilung sich verbreitende Ausgleichung der Charaktere, sie ist vor allem abhängig von der Lage des Kreuzbeines, die ihrerseits wieder durch die Art der Verwendung bestimmt wird“.

Neben diesen gewichtigen und vollkommen beweisenden Einwänden fehlt es allerdings auch nicht an Stimmen, welche der Rosenbergschen Anschauung das Wort reden, — ich will hier nur Blanchard (1885) erwähnen, der so weit geht, zu behaupten, dass heute schon eine Menschenart mit 8 Halswirbeln in Bildung begriffen sei, — doch ist ihre Zahl nur gering, ihre Beweise sind, wie auch im folgenden gezeigt werden soll, nicht stichhaltig.

Rosenberg selbst stützt, was merkwürdigerweise noch niemals hervorgehoben wurde, seine ganzen Betrachtungen auf die Theorie der Vererbung erworbener Eigenschaften. Er nimmt, wie schon erwähnt, an, dass die gesamte Wirbelsäule und mit ihr das ganze Rumpfskelett einen Druck auf das Sacrum ausübt, dieses schiebt sich wie ein Keil zwischen die beiden Darmbeinschaukeln, drängt sie auseinander und rückt dabei ständig nach abwärts. „Man muss auch nicht ausser acht lassen, dass die zu untersuchenden phylogenetischen Vorgänge naturgemäss beim Erwachsenen¹⁾, das heisst während der Funktion der betreffenden Organe sich vollziehen müssen. Eine Ortsveränderung des Beckengürtels als ausschliesslich beim Embryo stattfindend anzunehmen, hat gar keinen Sinn, da eine solche Bewegung in bezug auf den Embryo selbst völlig gleichgültig, ja widersinnig ist.“

Rosenberg stellt hier also die Behauptung auf, dass beim Erwachsenen selbst, also während des individuellen

¹⁾ Im Original nicht gesperrt gedruckt.

Lebens, eine Verschiebung des Beckengürtels von caudalwärts nach cranialwärts stattfindet und dass die dabei erworbenen Stellungsunterschiede sich auch vererben. Ich will hier nicht näher auf die Frage eingehen, ob eine Vererbung erworbener Eigenschaften überhaupt stattfinden kann. Die Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre haben deutlich genug bewiesen, dass dies nicht der Fall ist, und ich selbst habe früher (1918) gezeigt, dass eine Vererbung neu erworbener Eigenschaften schon aus dem Grunde auszuschliessen ist, weil kein Individuum befähigt ist, irgend eine Eigenschaft zu erwerben, zu der nicht schon die Veranlagung im Keim des Individuum vorhanden ist.

Ich will hier also nur die Frage prüfen, ob tatsächlich als Folge der funktionellen Belastung des Kreuzbeines beim Menschen während des individuellen Lebens der Beckengürtel cranialwärts wandern kann. Wir dürfen diese Frage vollkommen in verneinendem Sinne beantworten. Die hochgradige Kongruenz der unregelmässig gestalteten Gelenkflächen, die ungeheure Festigkeit des Bandapparates, die beide nur ganz unbedeutende Wackelbewegungen zwischen Kreuzbein und Darmbeinschaukeln gestatten, schliessen jede Verschiebung während des Lebens aus. Niemals können wir normalerweise eine Lockerung der *Articulatio sacroiliaca* im zunehmenden Alter feststellen, und diese wäre doch die Grundbedingung für eine gegenseitige Verschiebung. Nein, das Gegenteil ist der Fall, im Alter verliert der Bandapparat des Beckens an Elastizität, eine Erscheinung, die sich ja am ganzen Körper beobachten lässt, und bedingt dadurch eine festere Vereinigung des Kreuzbeines mit den Darmbeinschaukeln, die nicht selten in Synostose übergeht.

Ganz abgesehen aber davon würde die besondere Stellung des Kreuzbeines zur übrigen Wirbelsäule, selbst wenn die Möglichkeit einer Verschiebung gegeben wäre, niemals ein Nachrücken des letzten Lendenwirbels an die Stelle des ersten Kreuz-

wirbels als Folge des aufrechten Ganges bedingen, denn daran hindert die starke Änderung in der Verlaufsrichtung der Wirbelsäule, die gerade zwischen diesen beiden Wirbeln statthat und auf die Rosenberg bei der Aufstellung seiner Theorie gleichfalls nicht Rücksicht genommen hat. Wie Fick (1904) gezeigt hat, besitzt der für die Übertragung der Rumpflast in Betracht kommende Teil des Kreuzbeines, nämlich der Gelenkteil, auch in der frontalen Schwerebene die für einen Schlussstein passende Keilgestalt mit dorsaler breiterer Basis. In der Richtung dieser Schwerebene müsste etwa die Verschiebung des Kreuzbeines, wenn eine solche überhaupt stattfinden könnte, erfolgen, sie würde die ganze Wirbelsäule gegen die Symphyse zu bewegen, aber niemals in genauer Richtung der Längsachse des Kreuzbeines.

Die stärkere Belastung des Kreuzbeines kann also während des individuellen Lebens höchstens eine Verdickung und Festigung des Bandapparates zur Folge haben, niemals aber eine cranialwärts gerichtete Verschiebung des Beckengürtels. Selbst wenn wir also eine Vererbung erworbener Eigenschaften annehmen wollten, wozu wir, wie ich nochmals ausdrücklich betone, nicht berechtigt sind, so könnte durch sie beim Menschen, noch weniger natürlich bei irgendwelchen Tierarten, niemals eine Wanderung des Beckengürtels im Rosenbergschen Sinne erklärt werden.

Als weiteren Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme will Rosenberg noch die vergleichende Anatomie ins Treffen führen und versucht darzutun, dass die beim Embryo wahrnehmbare Erscheinung, die, wie oben gezeigt, gar nicht vorhanden ist, nur verstanden werden könne, „wenn sie in Abhängigkeit gedacht wird von Vorgängen, die in der Ahnenkette der betreffenden Form stattgehabt haben“.

Als Beleg für diese Behauptung führt er seine vergleichend-anatomischen Studien über die Wanderung des Beckengürtels

(1876) an. Er versucht dabei zu zeigen, „dass die hintere Extremität in der Reihenfolge der Formen, die mit den jetzt lebenden Vertretern des Genus *hylobates* endet, um eine 11 Wirbel betragende Strecke, die in betreff des Menschen noch um einen Wirbel, beim Orang, Schimpanse und Gorilla um zwei Wirbel sich verlängert, proximalwärts fortgerückt ist“. Im Anschluss daran bezeichnet er das beim menschlichen Embryo nur von ihm selbst beobachtete Vorrücken des Extremitätengürtels, das, wie ja Holl und Bardeen gezeigt haben, in Wirklichkeit gar nicht stattfindet, als „Teilerscheinung eines Vorganges, der in viel grösserer Ausdehnung statthatte, und der, was sehr bezeichnend erscheint, seine obere Grenze beim Menschen im entwickelten Zustand erlangt“.

Es ist Rosenberg dabei vollkommen entgangen, dass, wie dies auch Sieglbauer (1915) betont und sehr deutlich an Hand einer der Arbeit von Keith (1902) entnommenen Tabelle dartut, der in Frage stehende Entwicklungsvorgang gar nicht beim Menschen seine obere Grenze erlangt, sondern beim Gorilla, Schimpanse und Orang; diese stellen also, obwohl sie den aufrechten Gang, der ja die Hauptursache für die craniale Beckenverschiebung sein soll, noch nicht erworben haben, nach der Ansicht Rosenbergs wenigstens in bezug auf das Verhalten der Wirbelsäule höher entwickelte Formen dar als der Mensch.

Ganz abgesehen davon begeht aber Rosenberg den schweren Fehler, dass er in den heute lebenden Affenarten die Stammformen des Menschen erblickt. Einen solchen Schluss dürfen wir niemals ziehen, denn jede Art hat im gleichen Abschnitt, in dem sich der Hominidenstamm entwickelte, selbst wieder weitgehende Umgestaltungen erfahren, die in mancher Hinsicht gleichgerichtet mit denen des Menschen, in vielen anderen Beziehungen sicher aber vollkommen entgegengesetzt verliefen. Es ist dabei gleichgültig, ob die Abzweigung des

Hominidenstammes erst im oberen Miocän (oder Pliocän), also verhältnismässig spät erfolgte, oder schon, wie dies der Anschauung von Klaatsch (1899—1908) entspricht, an der Wurzel des Säugetierstammes stattfand; auf jeden Fall hat der menschliche Körper während der Zeit seiner selbständigen Entwicklung tiefgreifende Umgestaltungen erfahren, die parallel mit denen verliefen, die sich in der gleichen Epoche am Körper der verschiedenen anderen Arten vollzogen.

Es ist deshalb ganz unstatthaft, Verschiedenheiten im Bau der jetzt lebenden Tierklassen ohne weiteres als Erklärung für die phylogenetische Entwicklung des Menschen heranzuziehen, besonders bei einer Eigenschaft, die so grossen Schwankungen unterliegt, wie die Zahl der Wirbel. Nach den Angaben von Flower (1888) ist die am häufigsten vorkommende Zahl der präsaacralen Wirbel bei den Säugetieren 26. Die Vögel scheiden bei dieser Betrachtung wohl aus, da sie ja als Vorfahren der Säuger überhaupt nicht in Betracht kommen. Wichtiger erscheint schon das Verhalten der Reptilien, bei ihnen finden sich durchschnittlich 24 präsaacrale Wirbel; ihre Zahl unterliegt allerdings grossen Schwankungen, so besitzen nach Gegenbaur (1898) die Chelonier 19, Hatteria dagegen 36 präsaacrale Wirbel. Noch grösser sind die Unterschiede bei Amphibien, nach Sieglbauer (1915) schwanken die Zahlen hier zwischen 9 (*Rana*) und 63 (*Amphiuma*). Die Fische lassen sich zu Vergleichszwecken nicht heranziehen.

Wie die sehr erheblichen Schwankungen im Bereich der einzelnen Tiergruppen deutlich zeigen, lässt sich also auf Grund der Zahl der präsaacralen Wirbel niemals entscheiden, ob eine Art eine sogenannte höhere oder niedere Form darstellt, für die Gliederung in einzelne Wirbelsegmente sind eben andere Ursachen massgebend.

Gegen die von Rosenberg vertretene Anschauung lassen sich jedoch noch andere Tatsachen ins Feld führen, auf die ich

zum Teil schon in der vorhergehenden Beschreibung der Fälle hingewiesen habe. Wir finden nämlich häufig an ein und demselben Skelett sowohl Bildungen, welche nach Rosenberg als progressive Formen zu bezeichnen sind, als auch solche, die er als Atavismen deutet, die Entwicklung würde sich also an verschiedenen Abschnitten desselben Rumpfskelettes entgegengesetzt verhalten. Schon Adolphi hat darauf hingewiesen, dass „die Variationen der oberen und unteren Grenze des Brustkorbes und der Grenzen des Kreuzbeines die Tendenz haben, von der Norm in der gleichen Richtung abzuweichen, so dass beim Abweichen der oberen Thoraxgrenze nach oben auch die anderen Grenzen sehr häufig nach oben abweichen und beim Abweichen der oberen Thoraxgrenzen nach unten sehr häufig nach unten“. Adolphi gibt selbst zu, dass ein solches Verhalten einen Gegenbeweis gegen die Rosenbergsche Anschauung darstellt, er kann sich jedoch nicht entschliessen, diese ganz fallen zu lassen, „denn sie ist vergleichend-anatomisch gut begründet“. Dass dies jedoch nicht zutrifft, sondern dass die vergleichend-anatomischen Tatsachen sich in keiner Weise für die Rosenbergsche Theorie verwerten lassen, glaube ich im vorhergehenden dargetan zu haben. Ich verweise jedoch noch auf die Ausführungen Fischels (1906), der klar darlegt, dass sich das gleichzeitige Vorkommen regressiver und progressiver Formen in keiner Weise mit der Rosenbergschen Anschauung in Einklang bringen lässt, der Erklärungsversuch von Ancel und Leukhardt (1901—1902) kann ohne weiteres als vollkommen missglückt bezeichnet werden.

In allerneuester Zeit hat nun Frey (1919) versucht, verschiedene am Brustkorb des Menschen festgestellte Abweichungen von der Norm mit der Rosenbergschen Theorie in Einklang zu bringen. Vor allem bemüht sie sich dabei den von Fischel als besonders beweisend gegen die Rosen-

bergische Annahme angeführten Fall des Vorkommens von 13 Brustwirbeln zusammen mit 4 Lendenwirbeln in folgender Weise zu erklären: Bei Betrachtung der Wirbelsäule als Ganzes erkenne man, dass die 13. Rippe durch ihre Zähigkeit im Auftreten die Verschiebung der Thoracolumbalgrenze verzögere, „während die Lumbosacralgrenze den normalen Weg der phylogenetischen Entwicklung gegangen ist“. Frey übersieht dabei ganz die Tatsache, dass die 13. Rippe schon ganz verschwunden ist und durch ihr Auftreten jeweils wieder dartut, dass der betreffende Brustkorb nicht nur nicht progressiv ist, sondern sogar wieder einen Schritt in der Entwicklung rückwärts gemacht hat, ein Vorkommnis, auf das ihre an und für sich sehr stark gekünstelte Erklärung eben nicht passt. Frey versucht sich allerdings aus dem Widerspruch zu retten, indem sie alle Varietäten, welche ihr nicht geeignet für ihre Theorie zu sein scheinen, einfach als „abnorm“ bezeichnet, ohne jedoch eine Erklärung für die Berechtigung eines solchen Vorgehens geben zu können. Sie steht eben ganz im Banne der Rosenbergschen Anschauungen und bemüht sich, die vorgefundenen Verhältnisse auf diese Theorie zuzuschneiden, anstatt, wie dies richtig wäre, aus den gefundenen Tatsachen objektiv ihre Schlüsse zu ziehen.

Rosenberg selbst gibt in seiner letzten Mitteilung (1912) nun eine Zusammenstellung von 27 verschiedenen Formeln der Wirbelsäule, aus denen die progressive Entwicklung des ganzen Rumpfskelettes hervorgehen soll. Tatsächlich zeigen die fraglichen Formeln auch, dass sich die verschiedenen Formen der menschlichen Wirbelsäule ohne allzu grosse Schwierigkeiten aneinander reihen lassen und dann eine Reihe ergeben, welche einen bestimmt gerichteten Entwicklungsgang kennzeichnet. Der Fehler, den Rosenberg dabei begeht, ist aber der, dass er bei der Zusammenstellung seiner Formeln nur die caudalen Abschnitte der Wirbelsäule berücksichtigt, die sich in bezug

auf das Vorkommen angeblich atavistischer oder progressiver Formen meistens wenigstens einigermaßen gleich verhalten. Hätte er auch die Verschiedenheiten in den cranialen Abschnitten der Wirbelsäule mit in seine Betrachtungen einbezogen, so hätte sich die Zahl der Formeln nicht nur auf das mindestens Vierfache vermehrt, sondern es wäre auch ohne weiteres klar geworden, dass die Mehrzahl der Wirbelsäulen nicht in ein Schema passen, da „progressive Bildungen“ am einen Ende gewöhnlich mit „Atavismen“ am anderen Ende zusammentreffen und umgekehrt, Vorkommnisse, durch die jede aus den Rosenbergschen Darlegungen hervorgehende Einheitlichkeit des Umbildungsprozesses ohne weiteres umgestossen wird.

Wenn der Mensch wirklich zur Zeit noch einen durch die äusseren Verhältnisse bedingten Umformungsprozess durchmacht, dann erscheint es äusserst merkwürdig, dass an einem und demselben Organ, der Wirbelsäule, progressive und regressive Formen nebeneinander auftreten. Denkbar wäre ein solches Vorkommnis nur, wenn der eine Teil sich auf Kosten des anderen ausbilden würde. So aber erscheint es merkwürdig, dass ein Gebilde, wie der Brustkorb, das doch das Ergebnis eines einzigen grossen Umformungsprozesses sein soll, an seiner oberen Apertur zwei gut ausgebildete Halsrippen zeigt, im übrigen aber nur 11 Rippen, von denen die drei untersten fluktuieren. Sollen wir nun den betreffenden Organismus im ganzen als progressiv oder regressiv bezeichnen?

Unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet es unserer Vorstellung aber, wenn wir, wie in den hier beschriebenen Fällen, denen sich zahlreiche von anderen Autoren beschriebene beifügen lassen, ganz verschiedenes Verhalten in beiden Körperhälften vorfinden. Jeder ausgebildete Übergangswirbel, der volle halbseitige Asymmetrie zeigt, ist ein offener Gegenbeweis gegen die Rosenbergsche Hypothese, denn er beweist, dass

sich die beiden Körperhälften in bezug auf ihre Anteilnahme an den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule verschieden verhalten und kann niemals, wie dies Rosenberg versucht, als ein Beleg für einen langsam stattfindenden Umformungsprozess gelten.

Schon allein das Vorkommen der lumbosacralen Übergangswirbel muss die Unhaltbarkeit der Rosenbergschen Annahme zeigen, bei ihnen steht ja die eine Hälfte des Beckengürtels gewöhnlich um ein Segment höher als die andere. Die Belastung des Beckens und damit auch der Druck, der angeblich zu seiner cranialwärts gerichteten Verschiebung führen soll, muss aber in beiden Körperseiten, von krankhaften Ausnahmen abgesehen, gleich sein. Wie soll es nun kommen, dass als Folge dieses Druckes eine so hochgradige einseitige Verschiebung entsteht, die schwere Asymmetrien nicht nur des Beckens, sondern des ganzen Rumpfskelettes erzeugt? Wie soll es kommen, dass die eine Körperhälfte sich diesem Druck gegenüber widerstandsfähig erweist, also ihren „primitiven“ Zustand bewahrt, während die andere sich „fortschrittlich“ zeigt, und dass wiederum, wie dies ja häufig der Fall ist, so in dem hier beschriebenen Fall 3, eben diese fortschrittliche Seite an der Cervicodorsalgrenze „primitives“ Verhalten aufweist, während hier die andere Körperhälfte „fortschrittliches“ Verhalten an den Tag legt. Bei solchen Skeletten können die beiden Bildungen kreuzweise miteinander abwechseln und es ist schwer, ja unmöglich zu entscheiden, wie man den ganzen Fall als solchen beurteilen soll.

Dabei wurden bei diesen Erörterungen nur die Verhältnisse, die wir am Knochengerüst finden, berücksichtigt, weit verwickelter gestalten sich die Dinge noch, wenn wir auch die Muskelgruppen in unsere Betrachtungen einbeziehen. Dies ist bisher noch selten geschehen, nur Frey (1918) hat es in dankenswerter Weise unternommen, bei einer Anzahl von

Leichen neben den Varietäten der Wirbelsäule auch die der Rumpfmuskeln zu untersuchen. Aber auch hier steht sie vollkommen unter dem Banne der Rosenbergschen Anschauung und unterscheidet demnach nur Bildungen, welche Anklänge an die bei Affen vorgefundenen Verhältnisse zeigen, als Atavismen, alle entgegengesetzten aber als progressive Formen. Zunächst bestätigt sie die längst bekannte Tatsache, dass „der Sacralisationsprozess und die Rippenreduktion, beides Teilerscheinungen der an der Wirbelsäule und am Brustkorb sich abspielenden Vorgänge“, nicht gleichzeitig fortzuschreiten brauchen. Des weiteren kommt sie zu der Feststellung, dass die beiden Körperseiten sich verschieden verhalten, und geht in ihren Schlussfolgerungen so weit, die rechte Seite als „die konservativere der progressiven linken Seite“ gegenüberzustellen. Wohin eine derartige verschiedene Entwicklung der beiden Körperhälften, die lebhaft an die Zusammensetzung eines Parlamentes erinnert, auf die Dauer führen soll, wird leider nicht angegeben.

Besonders sinnfällig treten diese halbseitigen Verschiedenheiten im Verhalten des *Musculus rectus abdominis* zutage, bei dem aber merkwürdigerweise die „progressiven Formen“ mit Ursprungszacken von der 6. Rippe durchweg auf die rechte Körperhälfte entfallen, während sich die linke Seite stets „atavistisch“ verhält. Hier findet sich also in beiden Körperseiten genau das umgekehrte Verhalten, wie in allen anderen Fällen, besonders im Ansatz der Rippen am Brustbein. Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich hierbei um Zufälligkeiten, die geringe Anzahl der untersuchten Leichen (60) lässt hier noch keine bindenden Schlüsse zu, es erscheint vielmehr wahrscheinlich, dass sich bei Hinzuziehung eines grösseren Materials die Verhältnisse klären.

Das scheinbar entgegengesetzte Verhalten der Muskulatur und des Knochengerüsts sucht Frey nun folgendermassen zu

erklären: „Die Thoraxwand, als das Primäre, gibt den Boden ab für die sich auf ihr festsetzende Muskulatur. Diese, als das Sekundäre, muss sich dem gebotenen Raum anpassen; ist die Thoraxreduktion wenig fortgeschritten (bei 8 Sternalrippen, 13 Rippen), so kann der Muskel der ihm innewohnenden Tendenz gemäss seinen Ursprung caudalwärts verschieben, er findet stets noch genügend Boden. Bei umgekehrtem Verhalten, bei stark reduzierter ventraler Thoraxfläche wird der Rectus abdominis nicht so ungehindert seinen Ursprung verschieben dürfen, wenn er noch genügend Ansatzfläche erhalten soll; er wird also eventuell schon an der 4. Rippe mit einem Teil seines Ursprunges haltmachen, und somit verbindet sich in solchen Fällen ein progressives Verhalten der Thoraxwand mit regressivem der Muskulatur.“

Nach dieser Anschauung wohnt also nicht nur den beiden Körperhälften eine gesonderte Tendenz in der einen oder anderen Richtung inne, sondern auch jedem Knochen und jedem Muskel und je nach dem, wie diese verschieden sich entwickelnden Gebilde sich einander anpassen können, entstehen dann die verschiedenen Formen des Einzelindividuum. Die Muskulatur soll sich in ihrer Form der Form des Skelettes anpassen, das ist zweifellos in gewisser Hinsicht richtig, aber nicht in der Art, dass sich zuerst das Skelett bildet und sich ihm dann die Muskeln anlagern, so wie beim Bau eines Hauses zuerst das Mauerwerk entsteht, dem dann der Verputz angelagert wird, sondern in der Art, dass, wie die Entwicklungsgeschichte deutlich lehrt, Muskeln und Knochen gleichzeitig sich ausbilden, nach einem grossen Plan, der der Entwicklung des ganzen Individuum zugrunde liegt und schliesslich zur Entstehung einer zweckdienlichen Form führt. In einem Organismus können sich keine regressiven und progressiven Formen bilden und gewissermassen gegenseitig bekämpfen, wenn auch zweifellos ein gewisser Wettstreit der einzelnen Teile der ganzen Aus-

bildung des Organismus zugrunde liegt, so hat doch jeder einzelne Teil das Bestreben in sich, zur wirklich zweckdienlichen Ausbildung zu gelangen.

Wenn wirklich ein Organ aus besonderen Gründen sich stärker entwickelt oder aber der Rückbildung anheimfällt, so hat dieser Vorgang eine entsprechende sinngemässe Entwicklung aller anderen Organe, wenigstens aller derer, die mit ihm in irgend einem Zusammenhang stehen, zur Folge, jede Abweichung von dieser Regel muss zu schwersten Störungen in der Entwicklung führen. Es wäre undenkbar, dass mit der Rückbildung der Zähne eine stärkere Entwicklung der Kiefer einhergeht, es wäre ebenso undenkbar, dass eine stärkere Entwicklung einer Muskelgruppe sich ohne gleichsinnige Entwicklung der Knochen vollzieht.

Schon aus diesen theoretischen Erwägungen heraus erscheint es unmöglich, dass sich an dem nämlichen Organ gleichzeitig progressive und regressive Vorgänge vorfinden, wäh- das ganze Organ selbst seinen Entwicklungsgang in bestimmter Richtung fortsetzt. Es erscheint unmöglich, dass die eine Hälfte des symmetrisch gebauten und gleichmässig benützten Brustkorbes sich grundsätzlich anders verhält als die gegenüberliegende. Die vorgefundenen Verschiedenheiten müssen also eine andere Ursache haben, sie können nicht in der fortschreitenden oder rückschreitenden Entwicklung begründet sein.

Bei Berücksichtigung der vergleichenden Anatomie kommen wir also abermals zu dem Ergebnis, dass sich nirgends Anhaltspunkte für eine progressive Entwicklung des Rumpfskelettes im *Rosenberg'schen* Sinne finden lassen, die einzelnen Tierklassen verhalten sich hinsichtlich ihrer Wirbelsäule zu verschieden, einzelne Tierarten, ich erwähne nur die anthropomorphen Affen, weisen trotz ihres sonstigen, im Vergleich zum Menschen entschieden primitiveren Baues in bezug auf die Wirbelsäule ein „progressives“ Verhalten auf. Es besteht dem-

nach nur noch die Möglichkeit, durch vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Menschenrassen das Verhalten des Rumpfskelettes zu prüfen. Allerdings müssen die dort gewonnenen Ergebnisse mit Vorsicht behandelt werden, denn bei aller Achtung vor der Kultur verschiedener Volksstämme ist es doch schwer zu sagen, ob nicht andere, sogenannte niedere Völker gerade wegen der geringeren Ausbildung des Verstandes körperlich besser entwickelt sind.

Leider liegen derartige Untersuchungsergebnisse bisher nur in sehr spärlicher Zahl vor und erstrecken sich durchweg auf viel zu kleines Material, als dass sich aus ihnen bindende Schlüsse ziehen lassen. Als Beispiel führe ich zunächst die Mitteilung von Rabl (1906) und die Arbeit von Fischel (1906) an, die beide ein verhältnismässig grosses Material behandeln und in der gleichen Stadt, an der gleichen Rasse ausgeführt wurden. Unter 640 Fällen findet Rabl in 3,9% eine Vermehrung der prä-sacralen Wirbel, bei 1,2% aber eine Verminderung. Fischel dagegen konnte bei 524 untersuchten Skeletten in 6,2% eine Vermehrung und in 2,6% eine Verminderung nachweisen, beide Untersuchungen führten also zu recht verschiedenen Ergebnissen.

Im allgemeinen sind aber, wie schon erwähnt, die fraglichen Untersuchungen an so kleinem Material ausgeführt, dass ihre Ergebnisse sich nicht im einen oder anderen Sinne verwerten lassen, zumal die Gründlichkeit und die Art der Beurteilung gerade hier von grosser Bedeutung ist. Bei der ganz verschiedenen Art der Beurteilung, die besonders manche Formen von Übergangswirbeln zulassen, erscheint es nicht anständig, die Ergebnisse verschiedener Forscher miteinander zu vergleichen, und ich glaube auch, dass die Angabe Disses (1896), es kämen keine sacrocaudalen Übergangswirbel von typischer Form vor, die im Gegensatz zu den Mitteilungen aller anderen Untersucher steht, nicht in einer Eigentümlichkeit der hessischen Bevölkerung begründet ist.

Frey (1908) findet bei Zürichern verhältnismässig häufig die Zahl der präsaclalen Wirbel vermindert (6% der Fälle), dagegen sehr selten vermehrt, während Hasebe (1912) bei Japanern ein in gewisser Hinsicht entgegengesetztes Verhalten feststellen konnte, ein Ergebnis, das sich einigermaßen mit den Ermittlungen Rabls und Fischels deckt. Er fand in 7,2% der Fälle eine Vermehrung, dagegen nur in 2,7% der Fälle eine Verminderung der präsaclalen Wirbelzahl. Die Anzahl der untersuchten Fälle beträgt bei Frey 49, bei Hasebe 181, sie ist also besonders im ersten Fall viel zu gering, als dass daraus bindende Schlüsse gezogen werden könnten. Die obige Gegenüberstellung der von Rabl und Fischel an weit höherer Individuenzahl ausgeführten Beobachtungen lassen es ja nicht ausgeschlossen erscheinen, dass sich bei Inbetrachtung einer grösseren Anzahl von Einzelfällen ein anderes Ergebnis herausstellt. Es ist deshalb verfrüht, aus einer solchen Gegenüberstellung auf ein „primitiveres Verhalten“ der Japanerwirbelsäulen zu schliessen, wie dies Martin (1914) bei einem Vergleich der Holländer und Japaner tut. Im besten Falle, wenn man wirklich die an so geringem Material gewonnenen Befunde für bindend hält, könnte man sagen, die Japanerwirbelsäule nähert sich in ihren vom Durchschnitt abweichenden Formen häufiger den Hylobatiden, die Holländerwirbelsäule aber den Anthropomorphen. Welcher von beiden Zuständen dabei der primitivere ist, mag dahingestellt bleiben.

Besser verwertbar in dieser Hinsicht, da die Beobachtungen an beiden Rassen vom gleichen Forscher ausgeführt wurden, ist die Mitteilung von Tredgold (1897), dass bei Europäern eine 8. Sternalrippe nur in 10% der Fälle, bei Negern aber in 60% der Fälle vorkomme. Falls sich diese Beobachtung an grösserem Material bestätigen liesse, deutet sie darauf hin, dass hier wirklich ein Unterschied besteht. Doch auch dieser lässt sich nicht im Sinne der Rosenbergschen Theorie verwenden,

sondern zeigt nur wieder, dass der Europäer sich in bezug auf die Form seines Brustkorbes der der Anthropomorphen, bei denen 6 Sternalrippen Regel sind, nähert, der Neger aber den übrigen Simiern, bei denen nach Martin (1914) 7—9 Rippen vorhanden sind. Das Übereinstimmende bei diesen und den oben erwähnten Ergebnissen ist nun, dass bei Europäern sich scheinbar ganz allgemein häufiger solche Formen des Rumpfskelettes finden, welche gewisse Anklänge an die Anthropomorphen zeigen, als bei anderen Volksstämmen. Es ist aber nicht erlaubt, daraus zu schliessen, dass der Europäer sich in bezug auf sein Rumpfskelett auf dem Wege zur Umbildung in eine den Menschenaffen ähnliche Form befindet, obwohl dies aus der Rosenbergschen Theorie ohne weiteres hervorgeht. Denn ein Rumpfskelett, wie es Schimpanse, Gorilla und Orang Utan besitzen, mit 23 präasacralen Wirbeln und 6 Sternalrippen, ist ja die Form, in die sich nach Rosenberg und Frey das menschliche Rumpfskelett zunächst umwandeln wird.

Auch beim Verhalten der Rippen haben wir wieder die halbseitigen Asymmetrien zu berücksichtigen, es ist merkwürdig, dass 8 Sternalrippen wesentlich häufiger rechts als links zur Beobachtung kommen. Was für eine tiefere Ursache dieser Erscheinung zugrunde liegt, vermögen wir nicht zu sagen. Cunningham (1890) bringt sie mit der Rechtshändigkeit in Zusammenhang, eine Annahme, die wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Wir müssen schliesslich auch bedenken, dass wir in den heutigen Menschenrassen Dauerformen zu erblicken haben, die im Verlauf der geschichtlichen Weltentwicklung, also etwa während der letzten 6000 Jahre keine wesentlichen Veränderungen erfahren haben. Die verhältnismässig hohe Intelligenz schützt den Menschen ja im allgemeinen mehr oder weniger vollkommen vor der unmittelbaren Einwirkung äusserer Umstände, der Kampf ums Dasein macht sich bei ihm in ganz anderen

Formen geltend als bei den Tieren, er führt wohl zum Aussterben oder zur stärkeren Ausbreitung einzelner Völker, niemals aber heute mehr zu grundlegenden Veränderungen im Körperbau. Gewisse Organe des Menschen sind zwar zweifellos in Rückbildung begriffen, ich erwähne nur die kleine Zehe und ausserdem die Zähne, aber hier sehen wir den Rückbildungsvorgang äusserst langsam fortschreiten, und dann, das ist für die hier angestellten Betrachtungen wichtig, in ganz bestimmter Richtung. Wir erkennen bei den eben genannten Erscheinungen nicht, dass progressive Formen und Atavismen in gleicher Häufigkeit vorkommen, sondern stets macht sich, wie besonders das Verhalten des 3. Mahlzahnes beweist, der gleiche Vorgang bei allen Individuen in gleichem Sinne geltend. Fälle mit vier Mahlzähnen kommen so gut wie nie zur Beobachtung, sie treten im Vergleich zu denjenigen, welche die gewöhnlichen Rückbildungserscheinungen am Kiefer zeigen, völlig in den Hintergrund.

Bei der Ausbildung des Gebisses sind wir also berechtigt, von einer regressiven Veränderung zu sprechen, die ungeachtet der sonstigen Konstanz der Form bei allen Menschen in bestimmter Richtung fortschreitet, bei der Wirbelsäule verbietet aber die Tatsache, dass die angeblich progressiven und regressiven Formen fast im gleichen Zahlenverhältnis vorkommen, einen Rückschluss auf die Richtung, in der die fragliche Umbildung fortschreiten soll. Nur am caudalsten Teile des Rumpfskelettes sehen wir in den Coccygealwirbeln Gebilde, die sich tatsächlich im Zustand der Rückbildung befinden, hier können wir aber an allen Skeletten die nämlichen Zeichen der Rückbildung erkennen, die Steissbeinwirbel haben deshalb mit den übrigen Teilen der Wirbelsäule, vor allem mit der höheren oder geringeren Zahl der präsaclalen Wirbel nichts zu tun. Wenn wir den Vergleich mit dem menschlichen Gebiss heranziehen, so können wir die Steissbeinwirbel den Mahlzähnen

gegenüberstellen, bei beiden sehen wir die Folgen eines fortschreitenden Rückbildungsprozesses, die weiter cranialwärts gelegenen Wirbel den übrigen Zähnen, bei ihnen ist die Zahl in der Hauptsache konstant, sie kann jedoch um eins vermehrt oder verringert sein, ohne dass dadurch der Bau des ganzen Gebisses, beziehungsweise der ganzen Wirbelsäule in grundlegender Weise beeinflusst wird.

Ich glaube im vorhergehenden dargetan zu haben, dass alle die verschiedenen, von der Norm abweichenden Bildungen, die wir am menschlichen Rumpfskelett hie und da vorfinden, nicht der Ausdruck eines bestimmt gerichteten Entwicklungsvorganges sind, der in genau vorgeschriebener Bahn verläuft und zu einer bestimmten Endform hinleitet. Sie sind vielmehr, wie schon Rabl (1900), Fischel (1906), Frets (1914) und Sieglbauer (1915) gezeigt haben, der Ausdruck der Variabilität der Organismen.

Rosenberg und Frey wenden nun zwar ein, dass durch die Variabilität die verschiedenen Formen nicht erklärt werden, ein Einwand, der allerdings nicht stichhaltig ist, wie ich im folgenden darzutun gedenke.

Eingehender als Anatomen und Zoologen haben sich ja von jeher die Botaniker mit der Variabilität beschäftigt, und es ist deshalb wohl am Platze, die an Pflanzen ermittelten Befunde mit den bei Menschen beobachteten Tatsachen zu vergleichen. Nach Johansen (1913) kennen wir drei verschiedene Hauptbedeutungen des Wortes Variabilität, nämlich:

1. die Verschiedenheit innerhalb der allerengsten systematischen Gruppe, innerhalb der „reinsten Rasse“,
2. den „Formreichtum“ Linné'scher Arten,
3. die bunten Eigenschaftsverhältnisse der Bastarde.

Alle drei Fälle können beim Menschen statthaben und jedesmal muss sich die Variabilität in der Verschiedenheit der einzelnen Individuen untereinander geltend machen, und zwar

in zweierlei Art und Weise. In allen Fällen nämlich, wo es sich um Vergleiche von Dimensionen, Gewichten, chemischen und physikalischen Eigenschaften handelt, ferner da, wo es auf Vergleiche von Relationen (Indices) ankommt, gehen die verschiedenen Varianten ohne scharfe Grenze ineinander über, wir sehen dies besonders bei der Grösse der einzelnen Individuen und ihrer einzelnen Teile in Form der fluktuierenden Variabilität.

Überall da aber, wo eine grössere Zahl von an und für sich gleichwertigen Einzelgebilden zur Formation eines einzigen Organes zusammentritt, macht sich die Variabilität ausser in der verschiedenen Grösse auch in der verschiedenen Anzahl der Einzelgebilde geltend, man bezeichnet dies als ganze oder diskrete Varianten, sie zeitigen wesentlich auffälligere Unterschiede, die nicht durch Übergänge miteinander verbunden sind, als die zuerst erwähnte Form der fluktuierenden Variabilität.

Alle die verschiedenen Formen der Wirbelsäule sind also nichts anderes als Varianten. Als normal bezeichnen wir hier, wie überall, diejenige Variante, die am häufigsten zur Beobachtung kommt.

Dabei ist es ganz klar, dass mit der Variabilität die tieferen Ursachen, die zur Entstehung der verschiedenen Formen des menschlichen Rumpfskelettes führen, nicht erklärt werden, für sie eine befriedigende Begründung zu finden, sind wir heute noch nicht imstande. Die Variabilität soll aber auch gar nicht eine Erklärung für die Ursachen geben, sie ist ja nach Dunker (1899) nur der „Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit, unter einer gegebenen Anzahl von Individuen individuelle Verschiedenheiten der Merkmale anzutreffen“.

Mit dem Ausdruck der Variabilität soll also nur gesagt sein, dass wir es bei der Wirbelsäule mit Erscheinungen zu tun haben, denen wir allenthalben im Tier und Pflanzenreich begegnen, da sie eben zu den elementarsten Eigenschaften der Organismen gehören.

Variabel ist die Grösse der einzelnen Wirbel, ebenso wie ihre Zahl. Jene macht sich in Form der fluktuierenden Variabilität geltend und ist deshalb weniger auffällig, diese in Form der ganzen, diskreten Varianten und muss deshalb mehr in die Augen fallen.

Wir finden also hier an der Wirbelsäule eine allen Organismen innewohnende Eigenschaft zum Ausdruck gebracht. Ich will hier nicht Beispiele aus anderen Tier- und Pflanzenklassen anführen, an denen sich deutlich beweisen lässt, dass allenthalben Gebilde in bezug auf die Zahl variieren, denen bald eine höhere, bald eine geringere Bedeutung im Leben des Individuum zukommt als den Wirbeln. Derartige Beispiele sind in grösserer Anzahl bei *Johannsen* (1913) angeführt. *Quetelet* (1871) hat nun bekanntlich ermittelt, dass „die Verteilungen der Individuen einer Variationsreihe der Binomialformel folgen“, eine Feststellung, die durch so zahlreiche Beweise gefestigt wurde, dass wir sie heute als Gesetz anerkennen.

Wir wollen nun ermitteln, ob auch die Varianten der menschlichen Wirbelsäule diesem Gesetz folgen. Leider liegt ja für solche statistische Beobachtungen bisher nur sehr wenig Material, das heisst Mitteilungen, die sich auf eine grosse Anzahl von Einzelindividuen erstrecken, vor, wirklich verwertbar sind eigentlich nur die Angaben von *Rabl* (1900), *Fischel* (1906) und besonders von *Frets* (1914).

Bei 640 Einzelindividuen ermittelte *Rabl* 25 mal eine Vermehrung, 9 mal eine Verminderung, *Fischel* an einem Material, das, wie schon erwähnt, aus der gleichen Gegend stammte und 524 Fälle umfasste, 36 mal eine Vermehrung, 24 mal eine Verminderung der Gesamtzahl der präsaclaren Wirbel.

Im ganzen wurden also 1164 Fälle beobachtet, von denen 1080 die normale Zahl von 24 präsaclaren Wirbeln besaßen, 61 aber 25, und 23 nur 23 Wirbel. Ordnen wir diese Werte nun in der üblichen Weise in Form einer Kurve an (Kurve 1), so

sehen wir, dass die Verteilung der Individuen nicht der Binomialformel folgt.

Derartige Kurven ergeben sich aber auch sonst hie und da bei der Ermittlung der Variabilität, man bezeichnet sie als hochgipfelige oder exzessive Kurven. Diese Exzessivität ist aber nach Johannessens (1913) nicht der Ausdruck eines besonderen Variationsgesetzes.

Im eben besprochenen Falle wurden mehrere Abschnitte der Wirbelsäule, nämlich Hals, Brust und Lendenteil, als Ganzes

Kurve 1. Auf der Abszisse ist die Zahl der Wirbel eingetragen, auf der Ordinate die Zahl der beobachteten Fälle.

betrachtet, wir können jedoch unsere Beobachtungen auch auf einen einzigen Abschnitt der Wirbelsäule beschränken, so wie dies Frets beim menschlichen Sacrum getan hat. Seine Untersuchungen umfassen das grösste Wirbelmaterial, das bisher überhaupt von einem Forscher bearbeitet wurde.

Er unterscheidet 40 verschiedene Formen des Kreuzbeines, die alle ohne scharfe Grenze ineinander übergehen. In ihnen kommt die fluktuierende Variabilität zum Ausdruck, wollen wir sie zu statistischen Vergleichszwecken heranziehen, so müssen

wir versuchen, die einzelnen Formen scharf gegeneinander abzugrenzen, indem wir sie in Klassenvarianten einteilen. Dies geht in unserem Fall leicht, wenn wir die Anzahl der zur Bildung eines Kreuzbeines zusammentretenden Wirbel, also die ganzen Varianten berücksichtigen. Deutlich kann dabei gezeigt werden, dass hier zwischen ganzen Varianten und Klassenvarianten kein grundlegender Unterschied besteht.

Es ergibt sich nun folgendes:

Bei Gruppe 1—4 sind 4 Kreuzbeinwirbel vorhanden,

„ „ 5—7 einerseits 4, andererseits 5,

„ „ 8—24 5 Kreuzbeinwirbel,

„ „ 25—30 einerseits 5, andererseits 6,

„ „ 31—38 6 Kreuzbeinwirbel,

„ „ 39 einerseits 6, andererseits 7,

„ „ 40 7 Kreuzbeinwirbel.

Bei den Gruppen 5—7, 25—30 und 39 sind die Unterschiede in den beiden Körperhälften durch die Anwesenheit eines asymmetrischen Übergangswirbels bedingt.

Im ganzen hat Frets 2472 Sacren untersucht, sie verteilen sich auf die einzelnen Gruppen in folgender Weise:

Zahl der Kreuzbeine	15	25	1770	144	516	1	1,
---------------------	----	----	------	-----	-----	---	----

Zahl der Wirbel	4	4/5	5	5/6	6	6/7	7.
-----------------	---	-----	---	-----	---	-----	----

Ordnen wir diese Zahlen nun wieder in Form einer Kurve an (Kurve Nr. 2), so ergibt sich ausgesprochene Zweigipfeligkeit.

Eine solche Zweigipfeligkeit kann nun durch verschiedene Ursachen bedingt sein, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist sie ein Zeichen dafür, dass verschiedene Rassen, beziehungsweise überhaupt kein einheitliches Merkmal, sondern mehrere verschiedene Eigenschaften zur Aufstellung der Statistik benutzt wurden. Es fällt nun zunächst bei der ganzen Zusammenstellung von Frets auf, dass die Sacren mit gleicher Wirbelzahl in beiden Körperhälften gegenüber denen mit ungleicher Wirbelzahl weitaus in der Überzahl sind, das Zahlenverhältnis

beträgt 2302:170. Wie ganz allgemein im Körper, so bilden also auch hier die symmetrischen Bildungen die Regel, die asymmetrischen aber die Ausnahme, obwohl sie verhältnismässig sehr oft vorkommen.

Betrachten wir nun jede Körperseite für sich, so haben wir 4944 halbe Sacren, die sich nach der Anzahl der Wirbel folgendermassen gruppieren lassen:

Zahl der Einzelhälften	55	3709	1177	3,
Zahl der Wirbel	4	5	6	7.

Stellen wir diese Zahlen nun wieder in Kurvenform zusammen (Kurve 3), so ergibt sich eine eingipfelige Exzesskurve, ganz ähnlich der, die wir bei Betrachtung der Anzahl der prä-sacralen Wirbel festgestellt haben.

Aus einem Vergleich der verschiedenen Ergebnisse, die sich gewinnen lassen, wenn einerseits die ganzen Kreuzbeine, andererseits die beiden Hälften getrennt betrachtet werden, dürfen wir in Zusammenhang mit der Tatsache, dass die asymmetrischen Formen wesentlich seltener sind als die symme-

Kurve 3. Erklärung wie bei Kurve 1.

trischen, wohl den Schluss ziehen, dass die beiden Körperhälften zwar im allgemeinen gleichsinnig variieren und so zur Bildung symmetrischer Formen führen, dass in besonderen Ausnahmefällen aber die beiden Körperhälften scheinbar getrennt voneinander variieren können und so zur Bildung asymmetrischer Formen führen. Der

Umstand jedoch, dass die Zahl der Sacren mit einerseits 5, andererseits 6 Wirbeln nicht die Mitte hält zwischen den Sacren mit beiderseits 5 und denen mit beiderseits 6 Wirbeln, beweist deutlich, dass diese Formen nicht das Ergebnis eines gleichgerichteten Umformungsprozesses darstellen können, der in gerader Linie vom fünfwirbeligen zum sechswirbeligen Kreuzbein führt, sondern dass wir in ihnen Bildungen zu erblicken haben, für deren Entstehung besondere Umstände, nämlich die relativ selbständige Variabilität beider Körperhälften, verantwortlich gemacht werden müssen.

Dieses selbständige Variieren der beiden Körperhälften ist überhaupt die Ursache für alle halbseitigen Asymmetrien des menschlichen, wie jedes bilateralen tierischen Körpers.

Die Tatsache, dass beide Körperhälften eines Lebewesens trotz der bestehenden Symmetrie sich in vieler Hinsicht verschieden verhalten können, ist ja allgemein bekannt, ich erinnere nur an die in der Einleitung angeführten Beispiele der verschiedenen Länge der Gliedmassen und der Rippen. Besonders eingehend wurden die halbseitigen Unterschiede beim Menschen durch Pearson und Whiteley (1899) untersucht, sie verglichen die Länge der proximalen Phalangen des 2.—5. Fingers miteinander und fanden hier recht erhebliche halbseitige Unterschiede.

Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen sind von Dunker (1904) zusammengestellt, sie bestätigen zunächst die Erfahrung des täglichen Lebens, dass die rechte Hand des Menschen meistens kräftiger entwickelt ist als die linke. Beachtenswert ist dabei aber, dass jeder einzelne Finger eine gewisse Selbständigkeit in bezug auf die Variabilität an den Tag legt, so zeigt z. B. der Mittelfinger geringere Asymmetrien als die übrigen.

Allerdings handelt es sich hierbei wieder um die fluktuierende Variabilität und es könnte der Einwand gemacht wer-

den, dass die halbseitigen Unterschiede hier nicht der Ausdruck einer angeborenen Eigenschaft sind, sondern nur die Folge der verschiedenen funktionellen Inanspruchnahme. Dieser Einwand wird jedoch ohne weiteres hinfällig, wenn wir berücksichtigen, dass auch Organe, die keiner derartigen verschiedenen Inanspruchnahme ausgesetzt sind, gleichfalls halbseitige Unterschiede aufweisen, und zwar besonders auch dann, wenn es sich um ganze Varianten handelt. Ein derartiges Beispiel führen unter anderen Davenport und Ballard (1896) an, sie ermittelten nämlich die Anzahl der Müllerschen Drüsen bei 2000 männlichen Schweinen. Die Drüsen bilden traubenartige Anhäufungen im Bereiche des oberen Extremitätengürtels und münden in die Achselhöhle aus. Gezählt wurden jeweils die Einzeldrüsen, und bei ihnen ergaben sich recht erhebliche halbseitige Unterschiede. Eine grosse Anzahl ähnlicher Beispiele führt Dunker (1904) an, sie beweisen deutlich, dass die beiden Körperhälften auch bei bilateralen Tieren niemals vollkommen gleich sind, also immer eine relativ selbständige Variabilität aufweisen.

Wir können uns diese Tatsache nur erklären, wenn wir die bei der Entwicklung der Einzelindividuen statthabenden Vorgänge berücksichtigen. Ursprünglich sind ja viele Tiere und Pflanzen asymmetrisch angelegt, beziehungsweise wir können mit unseren Untersuchungsmitteln noch keine halbseitigen Anlagen feststellen. Die Untersuchungen von O. Schultze (1899) haben nun bewiesen, dass die Symmetrieebene bei bilateral symmetrisch gebauten Organismen in den einzelnen Tierklassen zu ganz verschiedenen Zeiten erkennbar wird, sie lässt sich zum Teil schon am unbefruchteten Ei nachweisen, zum Teil aber auch erst später, allerspätstens nach der Gastrulation. Die beiden, durch die Medianebene gegeneinander abgrenzbaren Hälften enthalten selbständig alle zum Aufbau des Organismus notwendigen Anlagen, und jede von ihnen entwickelt zunächst

unabhängig von der anderen die primären Organe jeder Körperseite. Ja, wie die Untersuchungen von Roux (1888) und anderen bewiesen haben, besitzt jede der beiden Blastomeren noch die Fähigkeit, sich selbständig zu einem voll ausgebildeten Organismus zu entwickeln. Solche, durch Abschnürung der beiden Furchungskugeln auf dem Zweizellenstadium gebildete Zwillinge — man nimmt ja an, dass auch eineiige menschliche Zwillinge dem gleichen Vorkommnis ihre Entstehung verdanken — sind einander nun zwar sehr ähnlich, aber nicht vollkommen gleich. In der nämlichen Weise sind auch die beiden Seiten eines Körpers einander zwar äusserst ähnlich, jedoch nicht völlig gleich; jede von ihnen besitzt für sich allein die Eigenschaft der Variabilität, die sich sinnfällig genug in der Verschiedenheit der beiden Körperhälften geltend macht.

Im allgemeinen variieren dabei beide Körperhälften gleichsinnig und führen deshalb besonders in Hinsicht auf die diskreten Varianten zur Bildung symmetrischer Organismen, in einzelnen Fällen jedoch unterscheiden sich die beiden Hälften eines Lebewesens auch in bezug auf ihre ganzen Varianten, und zwar selbst dann, wenn diese zur Bildung eines einzigen Organes, das in der Medianebene des Körpers gelegen ist, zusammentreten, wie dies ja bei der Wirbelsäule der Fall ist. Die verschiedenen, in der Einleitung erwähnten Fälle der Halbwirbel beweisen deutlich, dass selbst die Anzahl der Segmente in beiden Körperhälften verschieden sein kann, gewöhnlich variieren aber auch bei grösseren halbseitigen Verschiedenheiten nur die Grenzen zwischen den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule und haben so die Bildung von Übergangswirbeln zur Folge.

Besonders schwerwiegend müssen nun halbseitige Unterschiede den Bau des ganzen Körpers dann beeinflussen, wenn Organe, die ursprünglich in jeder Seite selbständig angelegt werden, erst einige Zeit nach ihrem Bestehen zur Formation eines einzigen Organes zusammentreten. Einen solchen Vorgang

können wir bei der Bildung des Brustbeines beobachten. Während nämlich Asymmetrien im Bereich der falschen Rippen stets ohne höhere Bedeutung sind, machen sich Unterschiede im Bereiche der echten Rippen immer deutlich im Bau des Brustbeines geltend und sind gerade deshalb in entwicklungsmechanischer Hinsicht von besonderer Bedeutung, weil sie eben zeigen, wie der Organismus als Ganzes die halbseitigen Asymmetrien durch entsprechende Wachstumsvorgänge ausgleicht.

Bekanntlich wachsen ja die blastomatösen Rippenanlagen ziemlich rasch nach vorwärts und schon bei etwa 15 mm langen Embryonen verschmelzen die ventralen Enden der sieben oberen Rippenanlagen miteinander und bilden dann jederseits im Körper eine schief verlaufende Sternalleiste (Bromann 1911). Anfänglich liegen die beiden Sternalleisten in den beiden seitlichen Körperwänden weit voneinander entfernt, halbseitige Unterschiede werden sich also zunächst nur in der verschiedenen Ausbildung dieser Leisten geltend machen.

Als Folge des fortdauernden Wachstums der Rippenanlagen werden die Sternalleisten jedoch mehr und mehr in die ventralen Teile der Körperwandung verschoben und einander dabei genähert, bis sie sich schliesslich zuerst im Bereiche der oberen Brustregion berühren und hier auch miteinander verschmelzen.

Ungefähr zur selben Zeit verwachsen die ventro-medialen Enden der Schlüsselbeinanlagen miteinander und durch Vermittlung des Episternum mit den vereinigten Sternalleisten (v. Eggeling 1903/04).

In der Folgezeit verschmelzen dann auch diejenigen Bezirke der Sternalleisten miteinander, die den weiter caudalwärts gelegenen Rippen entsprechen.

Ausschlaggebend für die ganze Gestaltung des Brustbeines ist dabei einzig und allein die Art und Weise, in der die Aneinanderlagerung der obersten Teile der Sternalleisten erfolgt,

schon hier müssen halbseitige Unterschiede von grundlegender Bedeutung sein und sich in ihren Folgen in der ganzen weiteren Entwicklung des Sternum wie des Brustkorbes überhaupt geltend machen.

Offenbar kann nun die 1. Rippe in besonderen Fällen in einer Körperhälfte stark im Wachstum zurückbleiben und trägt dann nicht zur Bildung der Sternalleiste bei, sondern vereinigt sich mit der 2. Rippe der gleichen Seite. Findet die Vereinigung sehr frühzeitig statt, so fällt sie in den Bereich des Rippenknorpels (Fall 1 und 3), findet sie jedoch erst spät statt, so fällt sie in den Bereich des Knochens (Fall 3), in beiden Fällen führt ein solches Vorkommnis zur Sirenenbildung.

Erreicht also die 1. Rippe die Medianlinie nicht, so tritt die nächstfolgende, also die 2., an ihre Stelle und vereinigt sich mit der gegenüberliegenden 1. Rippe zur Bildung des Brustbeinhandgriffes. Auch hier treten dann die Clavicularanlagen und das Episternum von oben her an die Verschmelzungsstelle der beiden Rippen heran und gestalten den oberen Teil des Brustbeinhandgriffes in der gewöhnlichen Art und Weise aus. Die weiteren Rippen, deren Verhalten durch die Ausbildung der Sternalleisten schon bestimmt ist, legen sich dann entsprechend dem Verhalten der jeweils weiter cranialwärts gelegenen Rippe zur Bildung des Brustbeines zusammen.

Die Synchrondrosis sternalis verläuft dabei stets zwischen dem Ansatz jener beiden Rippen, die ohne Rücksicht auf ihr Verhalten zur Wirbelsäule jederseits als 2. an das Brustbein herantreten, gewöhnlich also zwischen den beiden dem 9. Wirbel zukommenden Rippen, in besonderen Fällen, nämlich bei unvollständiger Entwicklung der beiderseitigen 1. Rippe, zwischen den zum 10. Wirbel gehörigen, bei asymmetrischen Bildungen, wie sie hier beschrieben wurden, zwischen zwei Rippen, die verschiedenen Segmenten angehören (Fall 1 und 3).

Auch F i s c h e l beschreibt einen Fall, in dem die Synchron-

drosis sternalis zwischen der rechten 2. und linken 3. Rippe verläuft, das wesentliche dabei ist jedoch, dass im Gegensatz zu den hier geschilderten Vorkommnissen dort die beiden ersten Rippen symmetrisches Verhalten zeigen, sie erreichen beide das Brustbein und stehen unmittelbar unterhalb der Incisura clavicu-laris mit dem Manubrium in Verbindung, linkerseits ist aber die 2. Rippe schlecht entwickelt, sie erreicht das Brustbein nicht, an ihre Stelle tritt hier die 3. Rippe, die als nächstfolgende unterhalb der ersten an das Brustbein ansetzt.

Verschmelzen die Knorpel der 1. und 2. Rippe miteinander, so können beide auch gemeinschaftlich, wie eine einzige Rippe, zur Bildung des Brustbeinhandgriffes beitragen.

Weit unauffälliger sind die Erscheinungen, wenn, wie dies bei dem hier beschriebenen Fall 4 gegeben ist, eine der weiter caudalwärts gelegenen Rippen, die eigentlich zur Bildung des Brustbeines beitragen sollte, die Sternalleiste nicht erreicht, sondern mit dem Knorpel einer benachbarten Rippe verschmilzt. Ein solches Verhalten hat zunächst eine Ungleichheit in der Zahl der beiderseitigen echten Rippen zur Folge, die jedoch auf die symmetrische Gestaltung des ganzen Brustkorbes nicht von hohem Einfluss ist.

Die verschiedenen asymmetrischen Formen des Brustbeines sind also bedingt durch halb-seitige Verschiedenheiten im Verhalten der Sternalleisten, beziehungsweise der zu ihrer Bildung zusammentretenden Rippen. Am häufigsten finden sich dabei halbseitige Unterschiede, wie überhaupt ein von der Norm abweichendes Verhalten bei den ersten Rippen. Alle derartigen Abnormitäten können aber doch noch zur Bildung eines normalen, aus drei Abschnitten bestehenden und nicht aussergewöhnlich asymmetrisch geformten Brustbeines führen, an das von beiden Seiten eine gleiche Anzahl von Rippen herantritt, die allerdings verschiedenen Wirbeln zugehören.

Auch diese Tatsache zeigt deutlich, dass die Anlage des Brustbeines als Ganzem nicht in der Anlage des ganzen Organismus enthalten ist, sondern dass das Brustbein jeweils nur das Ergebnis der Verschmelzung der beiderseits getrennt entstehenden Anlagen ist und dementsprechenden Bau zeigt. Wäre die Anlage des Brustbeines so vorbestimmt, dass je zwei homologe Rippen miteinander verschmelzen müssen, so müsste beim Rudimentärbleiben einer Rippe in einer Körperhälfte der ihr zukommende Platz am Brustbein leer bleiben und könnte nicht einfach durch die nächstfolgende Rippe eingenommen werden.

So aber sehen wir, dass der Verlauf der Brustbeinbildung nur durch das Zusammentreten der ersten beiden Rippen geleitet wird, die weiteren Vorgänge vollziehen sich dann gewissermaßen mechanisch, als Folge des gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisses der einzelnen Rippen voneinander in jeder Körperhälfte. Treten zur ersten Anlage zwei Rippen, die zu verschiedenen Wirbeln gehören, zusammen, so sehen wir die nämliche Erscheinung auch an allen weiter caudalwärts gelegenen Abschnitten des Brustbeines.

Auch bei ursprünglich symmetrischer Anlage kann aber verschiedenes Verhalten eines der folgenden Rippenpaare immer noch Asymmetrien im Bau des Brustbeines bedingen, die um so geringer sind, je weiter caudalwärts die Ungleichheit gelegen ist.

Im allgemeinen bildet sich dabei stets zwischen dem Ansatz des zweiten, an das Brustbein herantretenden Rippenpaares die Synchondrosis sternalis aus, nur in Ausnahmefällen kann nach v. Eggeling (1904) auch die 3. Rippe zur Bildung des Brustbeinhandgriffes beitragen. Wie Fischel sich ausdrückt, hat die ganze Anlage dabei stets das Bestreben, ein seiner Grösse nach annähernd normales Manubrium sterni zu bilden, „gleichgültig, ob die ersten Rippen rudimentär oder die beiden ersten Rippen (einer oder beider Seiten) miteinander verschmolzen sind“. Verschiedenheiten, die in der Ausbildung und dem An-

satz der beiden ersten Rippen in beiden Körperhälften vorhanden sind, bedingen dabei eine asymmetrische Gestaltung des Handgriffes und es ist wahrscheinlich, dass, wie auch Helm (1895) annimmt, der in beiden Körperhälften verschiedene Zug dabei eine Rolle spielt.

Die Synchrondrosis sternalis entsteht dabei stets zwischen dem Ansatz der beiderseitigen zweiten, an das Brustbein herantretenden Rippen, an der Stelle, an der später bei der Atmung die stärkste Abknickung des Brustbeines erfolgt. Die ständige, bei jedem Atemzug erfolgende Verschiebung der Teile, die an dieser Stelle statthat, verhindert hier offenbar auch später eine Verknöcherung.

Sind jedoch die halbseitigen Asymmetrien im Bereiche der Synchrondrosis sternalis zu gross, so kann, wie eine ganze Reihe von hochgradig von der gewöhnlichen Form abweichenden Brustbeinen zeigt, die Ausbildung der Synchrondrosis unterbleiben, beziehungsweise sie kann vollkommen verknöchern. In diesem Falle lässt sich oft keine Grenze zwischen Brustbeinhandgriff und Körper feststellen, im Gegensatz zu den Fällen, in denen bei vollkommen symmetrischem Bau des ganzen Brustkorbes im hohen Alter als Folge der zunehmenden Verkalkung der Rippenknorpel und der dadurch bedingten Unbeweglichkeit des Brustkorbes eine Verknöcherung eintritt, hier bleibt der Angulus sternalis stets deutlich nachweisbar erhalten.

Allerdings kann, wie Markowski (1902) gezeigt hat, nicht allzu selten auch bei sonst ganz normal gebauten Brustbeinen eine Verschmelzung des Handgriffes mit dem Sternum schon sehr frühzeitig, gegen Ende der Fötalentwicklung oder in den ersten Lebensjahren eintreten, wohl ein Zeichen dafür, dass wir es auch hier mit aussergewöhnlichen Bildungen zu tun haben, in denen die gewöhnliche Beweglichkeit des Brustkorbes, beziehungsweise seine ganze Entwicklung in irgend einer Art und Weise gestört ist.

Nach Ruge (1880) sind in einem gewissen Entwicklungszustand die beiden Sternalleisten im Bereiche der 1. bis 3. Rippe von homogener Beschaffenheit, das heisst sie lassen keine nachweisbare Segmentierung erkennen. Erst später, nach Verschmelzung der beiderseitigen Leisten tritt dann eine quer zwischen dem Ansatz der beiderseitigen 2. Rippe verlaufende, aus „runden oder mehr spindelförmigen Zellen bestehende Linie“ auf, welche die spätere Grenze zwischen Handgriff und Körper angibt. Ebensolche Linien entstehen, wie Ruge und besonders Markowski (1904) gezeigt hat, auch zwischen den Ansätzen des dritten und aller weiteren an der Bildung des Brustbeines beteiligten Rippenpaare, und zwar in der Art, dass von beiden Seiten her, ausgehend vom Ansatz der Rippen, Zellwucherungen entstehen, die sich dann in der Mittellinie treffen und dadurch die eben erwähnten Querlinien bilden. Während aber die weiter kaudalwärts gelegenen Linien bald wieder verschwinden und nur in Ausnahmefällen, wie z. B. bei dem hier beschriebenen Fall 4, zu einer persistierenden Synchronrose führen, hat die Linie zwischen dem zweiten Rippenpaar unter gewöhnlichen Verhältnissen stets die Ausbildung einer solchen beweglichen Verbindung zur Folge.

Da diese Linie nun von zwei Komponenten gebildet wird, die einander entgegenwachsen, so kann sie auch zustande kommen, wenn bei asymmetrischer Gestaltung des Brustbeines sich die von zwei, verschiedenen Segmenten angehörenden Rippen ausgehenden Zellwucherungen in der Mittellinie treffen. Liegt also der Ansatz der 3. Rippe in der einen Körperhälfte dem der 2. Rippe in der anderen Hälfte gegenüber, so bildet sich zwischen beiden die erste Grenzlinie aus und bleibt auch in der Folgezeit erhalten, selbst wenn unter dem Einfluss des folgenden Wachstums eine geringgradige craniale oder caudale Verschiebung der Rippenansätze erfolgt.

Ist jedoch der Ansatz der Rippen am Brustbein von allem

Anfang an ein ganz ungleicher, so treffen sich die von beiden Seiten ausgehenden Zellwucherungen nicht in der Mittellinie, und in diesem Falle kommt es dann überhaupt nicht zur Ausbildung einer Synchondrose.

Unterbleibt aber nur die Ausbildung der Querlinie zwischen dem zweiten Rippenpaar, wie dies ja beim Rudimentärbleiben der 1. Rippe stets der Fall ist, so tritt die Leiste des dritten Rippenpaares vikariierend an ihre Stelle, bei einseitiger Unterentwicklung der 1. Rippe nur auf der Seite der aussergewöhnlichen Bildung.

Bei der Entwicklung des Brustbeines werden also etwaige im verschiedenen Bau der beiden Körperseiten vorhandene Asymmetrien zum Teil wieder ausgeglichen und es kommt doch noch zur Bildung eines mehr oder weniger symmetrischen, seinen Zweck im Organismus voll ausfüllenden Sternum. Wir haben hier das beste Beispiel, wie selbst hochgradige, in der relativen Selbständigkeit beider Körperhälften begründete Asymmetrien durch entsprechende Entwicklungsvorgänge ausgeglichen werden, und wir können auch diesen Vorgang als einen Ausdruck des Kampfes der Teile im Organismus (Roux) bezeichnen.

Die beiden Körperhälften besitzen also eine relativ selbständige Variabilität und diese ist die Ursache für die Asymmetrien an und für sich symmetrisch gebauter Individuen. Sie macht sich im allgemeinen nur wenig geltend, in Gestalt der fluktuierenden Varianten, und führt nur in Ausnahmefällen zu höheren halbseitigen Unterschieden, nämlich dann, wenn sich Verschiedenheiten in der Zahl der ganzen Varianten finden. Diese selbständige halbseitige Variabilität ist auch der Grund für die ungleiche Ausbildung der Extremitäten, also auch für die Rechtshändigkeit des Menschen. Allerdings erscheint es merkwürdig,

dass die rechte Extremität fast stets stärker entwickelt ist als die linke.

Die Ausbildung der ganzen Varianten ist dabei von irgendwelchen äusseren, während der Entwicklung des Individuum wirkenden Einflüssen unabhängig, in der Anlage des Keimes, im befruchteten Ei ist schon die Anzahl der Wirbel, die Anzahl der Rippen bestimmt, nach der ersten Teilung ist entschieden, ob das Rumpfskelett symmetrisch oder asymmetrisch gebaut sein wird. Der Keim als Ganzes hat in sich die Fähigkeit, eine bestimmte Anzahl von Segmenten zu bilden und schon in der Verschiedenheit dieser Anlage macht sich die Variabilität im Keime geltend.

Die verschiedenen Formen der Wirbelsäule, die wir im Leben beobachten können, sind also nicht das Ergebnis eines bestimmt gerichteten Entwicklungsprozesses, wie ihn Rosenberg annimmt, noch viel weniger die Folge einer Interkalation oder Exkalation einzelner Wirbel, sondern sie haben ihre Ursache in Verschiedenheiten, die in der Anlage der Organismen bedingt sind, eine Anschauung, die sich im grossen und ganzen mit der von Fischel (1906) und Dwight (1901/1906) geäusserten deckt.

Die fluktuierende Variabilität lässt sich zum Teil vielleicht auch durch äussere Momente beeinflussen, es ist möglich, dass die bessere oder schlechtere Ernährung nicht ohne Folgen für die Grösse des Individuum und seiner Teile bleibt. Möglich ist es auch, dass das Überwiegen der rechten Seite beim Menschen eine Folge der besseren Blutversorgung der rechten Körperhälfte oder der linken Hirnhemisphäre ist. Der verschiedene Abgang der Blutgefässe vom Aortenbogen legt ja eine solche Möglichkeit nahe.

Im Gegensatz dazu können die ganzen Varianten, wie schon erwähnt, durch irgendwelche äusseren Umstände nicht beein-

flusst werden. Diese Tatsache möchte ich hier besonders betonen, da ja von zoologischer Seite manchmal die Ansicht geäußert wird, die Zahl der Segmente, also auch die der Wirbel, könne während des individuellen Lebens Veränderungen erleiden. So schreibt E. Schreiber (1912) über den Feuersalamander, nachdem er auf die recht erheblichen Grössenunterschiede der ausgewachsenen Tiere aufmerksam gemacht hat: „Übrigens dürften die Grössendifferenzen mitunter wenigstens teilweise auch mit dem Standorte zusammenhängen, indem z. B. jahrelang auf feuchtem Lehm gehaltene Individuen eine ausserordentliche Grösse erreichen und sich hierbei sogar die Zahl der Wirbel vermehrt.“ Wenn tatsächlich als Folge der besseren Ernährung und des Aufenthaltes auf lehmigen Grund die Gesamtgrösse des Feuersalamanders zunimmt, so findet dabei zwar sicherlich eine Vergrößerung der einzelnen Wirbel statt, soweit dies innerhalb der der betreffenden Art gesteckten Grenzen möglich ist, niemals aber kann eine Vermehrung der Wirbeleintreten, ihre Zahl ist von vornherein in der Anlage des Individuum festgelegt.

Die Zahl der Wirbel variiert ja bei Urodelen in besonders hohem Masse und es ist möglich, allerdings nicht sehr wahrscheinlich, dass sie, wie dies schon Sieglbauer (1916) vermutet, bei der Vererbung den Mendelschen Regeln folgt. Entsprechende Versuche könnten hier Aufklärung schaffen, es wird allerdings schwer halten, wirklich reine Linien, in deren Verfahrenreihe nur Tiere mit gleicher Wirbelzahl vorhanden waren, aufzufinden, beziehungsweise im Verlaufe der Jahre zu züchten. Denn nur wenn die Kreuzungsversuche unter reinen Linien ausgeführt werden, käme ihnen tatsächliche Beweiskraft zu.

Wenn ich im vorhergehenden die verschiedenen Abweichungen von der Norm beim menschlichen Rumpfskelett stets als Varianten bezeichnet habe, so habe ich dabei sowohl Bildungen im Auge, die wir im allgemeinen noch nicht als

pathologisch bezeichnen, als auch solche, auf die gewöhnlich diese Bezeichnung angewendet wird, beide stellen nichts anderes als Varianten dar und unterscheiden sich nur dadurch voneinander, dass die einen weniger, die anderen mehr vom Durchschnitt abweichen. Die nämliche Ansicht äussert auch Peter (1911) und tut dar, dass normale und pathologische Formen „als Varianten anzusprechen sind, die durch die gleichen Ursachen hervorgerufen werden und biologisch von den nämlichen Gesichtspunkten aus betrachtet werden müssen“.

Wie schon erwähnt, kann die fluktuierende Variabilität wahrscheinlich innerhalb der in der ganzen Anlage des Organismus festgesetzten Grenzen geringgradig durch äussere, während der Entwicklung und des Wachstums einwirkende Bedingungen verschoben werden, wie ja auch wieder die Versuche von Peter lehren. Dabei mag die bessere oder schlechtere Ernährung der beiden Körperhälften beim Menschen die verschiedene Ausbildung der Extremitäten beeinflussen. Für die obere Extremität kommt der verschiedene Abgang der Gefässe vom Aortenbogen in Betracht, für die untere die verschiedene Dicke der Arteria iliaca, die ja in beiden Körperhälften niemals gleich ist. Stets aber ist schon in der ganzen Anlage des Individuum bestimmt, ob die rechte oder linke Seite stärker ausgebildet wird, Erziehung und Übung können hier nur die angeborenen Unterschiede bis zu einem gewissen Grade ausgleichen oder aber verstärken.

Im vorhergehenden habe ich die halbseitigen Verschiedenheiten bilateral symmetrisch gebauter Tiere und besonders des Menschen mit der Variabilität zu erklären versucht, die ja nachgewiesenermassen in beiden Körperhälften eine gewisse relative Selbständigkeit aufweist. Unklar bleibt dabei immer noch, warum in mancher Beziehung eine Körperhälfte, zumeist die rechte, eine höhere Variabilität aufweist, wie die andere, warum in allen Tierklassen und auch beim Menschen der Mann

stärker variiert als das Weib. Die bekannte, schon von Darwin gegebene Erklärung befriedigt hier nicht vollkommen. Mit dem Ausdruck der Variabilität werden ja, und das will ich nochmals besonders betonen, nicht die eigentlichen letzten Gründe, welche für die Entstehung der verschiedenen Formen verantwortlich gemacht werden müssen, erklärt, mit ihm soll nur gesagt sein, dass wir es mit Erscheinungen zu tun haben, die wir im ganzen Organismenreich, bei Tieren sowohl als auch bei Pflanzen, finden, die in der Anlage eines jeden Organismus bedingt sind, also eine im allgemeinen allen Lebewesen innewohnende Eigenschaft darstellen.

Die Variabilität an sich ist also angeboren, und nur manche Eigenschaften, wie eben erwähnt die fluktuierenden Varianten, sind zum Teil durch äussere Bedingungen beeinflussbar, aber auch sie besitzen angeborene Grenzen und lassen sich nur innerhalb dieser, gleichfalls schon im Keim bestimmten Grenzen umgestalten.

Die Variabilität gibt uns also keine eigentliche Erklärung für die vorgefundenen Verhältnisse, sondern sie ist nur der Ausdruck für die Veränderlichkeit der Organismen. Wodurch diese letzten Endes bedingt ist, wissen wir heute nicht, wie wir ja überhaupt nicht in der Lage sind, für irgendwelche feineren Lebensvorgänge eine restlos befriedigende, unanfechtbare Erklärung zu geben. Die weitere Forschung muss bestrebt sein, Licht in dieses Dunkel zu bringen; einstweilen ist es besser, sich an die Tatsachen zu halten und auf jeden Erklärungsversuch zu verzichten, als durch Aufstellung einer an und für sich feindurchdachten und deshalb vielleicht bestechenden Annahme, wie sie die Rosenbergsche darstellt, die aber mit allen Tatsachen im Widerspruch steht, also unhaltbar ist, den freien Weg der Forschung in bestimmte falsche Bahnen zu leiten.

Leipzig, im Mai 1920.

Erwähnte Arbeiten.

1. Adolphi, H. (1905), Über die Variation des Brustkorbes und der Wirbelsäule des Menschen. *Morphol. Jahrb.* Bd. 33.
2. Derselbe (1911), Über den Bau des menschlichen Kreuzbeines und die Verschiedenheit seiner Zusammensetzung in Prag und Jurjew-Dorpat. *Morphol. Jahrb.* Bd. 44.
3. Derselbe (1915), Über die Wirbelsäule und den Brustkorb zweier Finnen. *Morphol. Jahrb.* Bd. 49.
4. D'Ajutolo, G. (1888), Contributione allo studio della varietà numeriche dello vertebre. Milano 1888.
5. Ancel, P. et Sencert, L. (1901), Variation numérique de la colonne vertebrale. *C. r. d'assoc. anat.* Lyon.
6. Dieselben (1901), Les variations des segments vertebro-costaux. *Bibl. anat.* Bd. 10.
7. Dieselben (1902), Des quelques variations dans le nombre des vertèbres chez l'homme. *Journ. de l'anat. et de la physiol.* Bd. 38.
8. Baldwin, J. M. (1890), Die Entwicklung des Geistes beim Kinde und bei der Rasse. Unter Mitwirkung des Autors nach der 3. englischen Auflage ins Deutsche übersetzt von A. E. Ortmann. Mit Vorwort von Th. Ziehen. Berlin 1890.
9. Bardeen, Ch. R. (1904), Numerical vertebral variation in the human adult and embryo. *Anat. Anz.* Bd. 25.
10. Derselbe (1905), The development of the thoracic vertebrae in man. *Americ. Journ. of Anat.* Bd. 4.
11. Derselbe (1905), A study on the development of the human skeleton. *Ebenda.* Bd. 4.
12. Bichat, H. (1829), *Anatomie descriptive.* Nouvelle édition revue et corrigé. Bd. 1. Paris.
13. Blanchard (1885), La septième côte cervicale de l'homme. *Revue scientifique* 1.
14. Böhm, M. (1907), Die numerischen Variationen des menschlichen Rumpfskelettes. *F. Enke.*
15. Bolk, L. (1902), Über eine Wirbelsäule mit nur 6 Halswirbeln. *Morphol. Jahrb.* Bd. 29.
16. Derselbe (1906), Zur Frage der Assimilation des Atlas am Schädel beim Menschen. *Anat. Anz.* Bd. 28.

17. Bromann, I. (1911), Normale und abnorme Entwicklung des Menschen. Wiesbaden.
18. Cunningham, J. D. (1890), The occasional Eighth Trunc Rib in Man and its Relation to Right Handedness. Journ. Anat. u. Physiol. London. Bd. 24.
19. Davenport, C. B. and Bullard, C. (1896), Studies in Morphogenesis VI. A contribution to the qualitative study of correlated variation and comparative variability of the sexes. Proc. Am. Ac. Arts. Sc. Bd. 32.
20. Disse, J. (1896), Skelettehre. In Bardelebens Handb. d. Anat. Bd. 1. 1. Abt.
21. Dunker, C. (1899), Die Methode der Variationsstatistik. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 8.
22. Derselbe (1904), Symmetrie und Asymmetrie bei bilateralen Tieren. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 17.
23. Du Pui, M. S. (1780), De homine dextro et sinistro. Dissertatio medica inauguralis. Lugduni Batavorum.
24. Dwight, Th. (1901), Description of the human spines showing numerical variation in the Warren Museum of the Harvard Medical School. Memoirs of the Boston Society of Natural History. Bd. 5.
25. Derselbe (1906), Numerical variation in the human spine with a statement concerning Priority. Anat. Anz. Bd. 28.
26. Eggeling, H. v. (1903), Über den oberen Rand des menschlichen Brustbeinhandgriffes. Sitzungsber. der anat. Gesellsch. 17. Tag.
27. Derselbe (1904), Zur Morphologie des Manubrium sterni. Festschr. f. Haeckel (in Denkschriften der med.-naturwiss. Gesellsch. zu Jena).
28. Fick, R. (1904), Anatomie der Gelenke. In Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen. Jena, Fischer.
29. Fischel, A. (1906), Untersuchungen über die Wirbelsäule und den Brustkorb des Menschen. Anat. Hefte Bd. 31.
30. Flower, W. H. (1888), An introduction to the osteology of the mammalia. London.
31. Frets, G. P. (1914), Das menschliche Sacrum. Morphol. Jahrb. Bd. 48.
32. Frey, R. (1918), Beitrag zum Umbildungsprozess des Brustkorbes. Vierteljahrsschr. d. Naturf.-Ges. Zürich. 63. Jahrg.
33. Frölich, H. (1887), Über Schiefwuchs (Skoliosis). Münch. med. Wochenschrift. 40. Jahrg.
34. Froiep, A. (1882), Über ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Säugetierkopfes. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.
35. Derselbe (1886), Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion II. Beobachtung an Säugetierembryonen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.
36. Garson, J. G. (1879), Inequality in the length of lower limbs. Journ. Anat. Physiol. London. Bd. 13.

37. Gaupp, E. (1909), Über die Rechtshändigkeit des Menschen. Sammlung anatomischer und physiologischer Vorträge und Aufsätze. I. Jena, G. Fischer.
38. Derselbe (1909a), Die normalen Asymmetrien des menschlichen Körpers. Sammlung anatomischer und physiologischer Vorträge und Aufsätze. IV. Jena, G. Fischer.
39. Gegenbaur, C. (1898), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. I. Leipzig 1898.
40. Hasebe, K. (1912), Die Wirbelsäule der Japaner. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. Bd. 15.
41. Hasse, C. (1888, 1890), Die Formen des menschlichen Körpers und die Formänderungen bei der Atmung. Abt. 1 u. 2. Jena, G. Fischer.
42. Derselbe und Dehner (1893), Unsere Truppen in körperlicher Beziehung. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.
43. Helm, F. (1895), Einseitige rudimentäre Entwicklung der ersten Rippe nebst einer Anzahl anderer Anomalien am Thorax einer und derselben Person. Anat. Anz. Bd. 10.
44. Holl, M. (1882), Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 85.
45. Ihering, v. (1878), Über den Begriff der Segmente bei Wirbeltieren und Wirbellosen nebst Bemerkungen über die Wirbelsäule des Menschen. Zentralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 9.
46. Johannsen (1913), Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena.
47. Keibel, F. (1901), Über den Schwanz des menschlichen Embryo. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.
48. Klaatsch, H. (1899), Die Stellung des Menschen in der Reihe der Säugetiere. Globus 76.
49. Derselbe (1900), Die fossilen Knochenreste des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 9.
50. Derselbe (1901), Über die Ausprägung der spezifisch menschlichen Merkmale in unserer Vorfahrenreihe. Korrespondenzbl. d. Anthropöl. Ges. Bd. 72.
51. Derselbe (1908), Das Gesichtsskelett der Neandertalrasse und die Australier. Verhandl. d. anat. Ges. 22. Versamml. Berlin.
52. Kollmann (1905), Varianten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des Foramen occipitale magnum. Verhandl. d. anat. Ges. 19. Versammlung in Genf.
53. Markowski, J. (1902), Über die Varietäten der Ossifikation des menschlichen Brustbeines und über deren morphologische Bedeutung. Polnisches Arch. f. biol. u. med. Wiss. Bd. 1.
54. Derselbe (1904), Über den asymmetrischen Bau des Brustbeines. Polnisches Arch. f. biol. u. med. Wiss. Bd. 2.
55. Martin, R. (1914), Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung. Jena, G. Fischer.

56. Mollison, Th. (1908), Rechts und links in der Primatenreihe. Korrespondenzbl. d. Anthropol. Ges. Bd. 32.
57. Müller, Ch. (1906), Zur Entwicklung des menschlichen Brustkorbes. Morphol. Jahrb. Bd. 35.
58. Paterson, A. M. (1893), On the human sacrum transactions of the Royal Dublin society. Bd. 5. Ser. 2.
59. Pearson, K. and Whiteley, M. A. (1899), Data for the problem of evolution in man I. A first study of the variability and correlation of the hand. Proc. Roy. Soc. London. Bd. 65.
60. Péric, A. (1900), Les courbures laterales normales du rachis humain. Thèse pour le doctorat en méd. Toulouse.
61. Peter, K. (1911), Neue experimentelle Untersuchungen über die Grösse der Variabilität und ihre biologische Bedeutung. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 31.
62. Quetelet (1871), Anthropométrie. Paris.
63. Rabl, G. (1900), Über die Grundbedingung des Fortschrittes in der organischen Natur. Vortrag, gehalten in der feierlichen Sitzung der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien am 30. Mai 1900.
64. Rollet, E. (1902), L'homme droit et l'homme gauche. Arch. Anthropol. crim. Bd. 25.
65. Rosenberg, E. (1876), Über die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Morphol. Jahrb. Bd. 1.
66. Derselbe (1886), Untersuchungen über die Wirbelsäule der Säugetiere. Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat 1886.
67. Derselbe (1897), Über eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. Anat. Anz. Bd. 13 (Ergänzungsheft).
68. Derselbe (1899), Über eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. Morphol. Jahrb. Bd. 27.
69. Derselbe (1912), Über die Wirbelsäule des Menschen als Objekt wissenschaftlicher Arbeit im Präpariersaal. 26. Verhandl. d. Anat. Ges. in München.
70. Roux, W. (1880), Beitrag für Entwicklungsmechanik des Embryo. Virchows Arch. Bd. 114.
71. Ruge, C. (1880), Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbein und an der Sternoklavikularverbindung des Menschen. Morphol. Jahrb. Bd. 6.
72. Sabatier (1777), Traité complet d'anatomie ou description de toutes les parties du corps humain. Paris.
73. Schreiber, E. (1912), Herpetologia europaea. Jena.
74. Schultze, O. (1899), Über das erste Auftreten der bilateralen Symmetrie im Verlauf der Entwicklung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 55.
75. Sieglbauer, F. (1915), Eine an primitive Verhältnisse anklingende Variation der menschlichen Wirbelsäule. Morphol. Jahrb. Bd. 49.
76. Staffel, Fr. (1885), Über die statistische Ursache des Schiefwuchses. Deutsche med. Wochenschr. 11. Jahrg.
77. Stieda, L. (1866), Über Halsrippen. Virchows Arch. Bd. 36.

78. Stieve, H. (1917), Über Ektrodaktylie. Ztschr. f. Morphol. u. Anthropol. Bd. 20.
79. Derselbe (1918), Über experimentell durch veränderte äussere Bedingungen hervorgerufene Rückbildungsvorgänge am Eierstock des Haushuhnes. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 44.
80. Derselbe (1920), Das Skelett eines Teilzwitters. Roux, Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 46.
81. Strasser, R. (1913), Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik. Bd. 2. Berlin, Julius Springer.
82. Szawlowsky (1901), Über einige seltene Variationen an der Wirbelsäule beim Menschen. Anat. Anz. Bd. 20.
83. Tredgold (1897), Variations of ribs in the primates with especial reference to the number of sternal ribs in man. Journ. Anat. Physiol. London. Bd. 31.
84. Turner, W. (1883), Cervical ribs and so-called bicipital ribs in man. Journ. of Anat. Bd. 71. 1883.
85. Varaglia, S. (1885), Di alcune varietà oss del tronco. Giornale della R. Acad. di Med. di Torino. Jahrg. 48. (Erwähnt nach Rosenberg.)
86. Welker, H. (1878), Zur Lehre vom Bau und Entwicklung der Wirbelsäule. Zool. Anz. Bd. 1.
87. Derselbe (1882), Die neue anatomische Anstalt zu Halle durch einen Vortrag über Wirbelsäule und Becken eingeweiht. Ztschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.
88. Zuckerkandl, E. (1877), Beitrag zur deskriptiven und topographischen Anatomie des unteren Halsdreieckes. Ztschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 2.

Anm.: Eine weitere Arbeit Rosenbergs, die erst nach Fertigstellung dieses Aufsatzes erschien, konnte ich nicht mehr berücksichtigen.

Erklärung der Abbildungen.

- Abb. 1. Kreuzbein mit sacro-kaudalem Übergangswirbel in der Ansicht von vorne. Rechterseits sind 5, linkerseits 4 Kreuzbeinlöcher vorhanden.
- Abb. 2. Die letzten Wirbel eines Kreuzbeines mit sacro-kaudalem Übergangswirbel in der Ansicht von hinten. Linkerseits das Cornu coccygeum mit dem Cornu sacrale verschmolzen, rechterseits nicht.
- Abb. 3. Dorsolumbalen Übergangswirbel in der Ansicht von oben (20. Wirbel vom Skelett des Falles Nr. 3).
- Abb. 4. Der 19. Wirbel des Skelettes, von dem der in Abb. 3 wiedergegebene Übergangswirbel stammt, in der Ansicht von unten. Man sieht die ungleiche Ausbildung der Gelenkfortsätze.
- Abb. 5. Dorsolumbalen Übergangswirbel in der Ansicht von oben (20. Wirbel der Gesamtreihe).
- Abb. 6. Der nämliche Wirbel wie Abb. 5 in der Ansicht von unten.
- Abb. 7. Der 19. Wirbel der Gesamtreihe vom gleichen Skelett wie der in Abb. 6 und 5 wiedergegebene Wirbel. Man sieht die ungleiche Ausbildung der unteren Gelenkfortsätze.
- Abb. 8. Brustskelett des Falles Nr. 1 von vorne. Der 1. und 2. Wirbel fehlt, der 7. Wirbel trägt beiderseits Rippen, von denen die rechte sich mit der des 8. Wirbels verbindet.
- Abb. 9. Derselbe Fall wie in Abb. 8 in der Ansicht von oben.
- Abb. 10. Brustskelett des Falles Nr. 2 in der Ansicht von vorne, rechterseits Sirenenbildung.
- Abb. 11. Der gleiche Fall wie Abb. 10 in der Ansicht von oben.
- Abb. 12. Brustskelett des Falles Nr. 3 in der Ansicht von vorne (die 13. rechte Rippe fehlt).
- Abb. 13. Derselbe Fall wie Abb. 12 in der Ansicht von oben.
- Abb. 14. Brustskelett des Falles Nr. 4 in der Ansicht von vorne. Das Verhalten der 4. linken Rippe ist deutlich zu erkennen.
-