

Aus dem Anatomischen Institut Zürich.

Beitrag zum Umbildungsprozess des Brustkorbes.

Von

HEDWIG FREY.

Mit 16 Figuren im Text.

(Als Manuskript eingegangen am 6. Dezember 1917.)

Die menschliche Wirbelsäule ist nach E. Rosenberg u. a. im Prozess der Umformung begriffen; die Grenzen zwischen den einzelnen Regionen verschieben sich kranialwärts. Es steht nun zu erwarten, dass durch die Verringerung der Thoracalwirbelsäule um ein bzw. zwei Segmente zugleich eine Veränderung in der Zusammensetzung des Brustkorbes auftritt. Die folgende Untersuchung soll darlegen, ob und inwieweit dieser Umformungsprozess auf die Wandung des Brustkorbes übergreift und in welchen Merkmalen sich der Vorgang äussert. Indem wir als Ausgangspunkt die Umformung der Wirbelsäule, der dorsalen Wandung, annehmen, setzen wir uns in Gegensatz zu Wiedersheim (1908, 54), der die Rückbildungsprozesse im Bereiche des Thorax vom Brustbein ausgehen lässt. Wir werden aber an Hand unseres Materials nachzuweisen versuchen, dass die Umformung des unteren Thoraxrandes mit von hinten nach vorn abnehmender Intensität vor sich geht, dass in den ventralen Abschnitten, besonders rechterseits, sich Widerstände geltend machen, und dass das Sternum selbst in seinen äussern Erscheinungen dem Vorgang gegenüber sich durchaus passiv verhält.

Nicht nur in bezug auf das Sternum, die vordere Thoraxwand, auch in seiner äussern Form überhaupt finden wir den Brustkorb indifferent phylogenetisch verschiedenen Stufen gegenüber; so dass wir auf Grund unzweideutiger Beweise anzunehmen gezwungen werden, dass die phylogenetische Entwicklung, auf einem gewissen Punkte angelangt, sich in modifizierter Richtung bewegt. Morphologisch bedeutsame Tatsachen sind Zeugen jenes ursprünglichen Prozesses, der neben einer kranialwärts sich vollziehenden Umformung der Wirbelsäule vorzugsweise in einer Verkürzung des Thorax sich charakterisiert. Für diesen Teil der Umformung, bei den primitiven

Typen menschlicher Formen ist er wohl schon abgeklungen, sprechen z. B. die Variabilität der Umschlagslinien der Pleuragrenzen, abgesprengte Ursprungszacken des Zwerchfells. Auf das letztere Merkmal werden wir einzutreten imstande sein, im übrigen uns auf diejenigen Erscheinungen beschränken, welche für den Umformungsprozess innerhalb des Genus *Homo* charakteristisch sind. Sie sind rein morphologischer Natur, empfangen ihre volle Bewertung aber nur, wenn sie auf die an Halbaffen und Affen sich abspielenden Vorgänge bezogen werden (Ruge 1892). Sie finden sich naturgemäss in erster Linie an allen in Betracht fallenden Skeletteilen und greifen von da über auf das Muskelsystem.

Der Rippenbogen, der zusammen mit der letzten Rippe den Thorax nach unten begrenzt, muss infolge der Verkürzung der Rippen eine Veränderung in seiner Zusammensetzung durchmachen, die dem Grad der stattgehabten Rückbildung entspricht. Da die Rippen, welche den Rippenbogen bilden helfen, einer Reihe von Muskeln Anheftung gewähren, wird sich der Umformungsprozess des Brustkorbes auch in Veränderungen äussern, welche das Muskelsystem ergriffen haben. In erster Linie interessiert uns dabei der *M. obliquus abdominis internus*, in dessen Gebiet die sich rückbildenden Rippen gelagert sind, und der nicht selten unzweideutige Spuren von solchen enthält. Ferner treten mit dem ganzen Prozess in Wechselbeziehung der *M. latissimus dorsi*, dem die letzten Rippen Ursprung bieten, und der *M. rectus abdominis*, der auf der vorderen Brustwand, vom *M. pectoralis major* verdrängt, noch die letzten Sternalrippen als Ursprungsfeld sich zu sichern sucht.

Das ganze in Betracht fallende Gebiet scheint sich in einem gleichsam flüssigen Stadium zu befinden; zwischen dem Ausgangspunkt, der in unmittelbarer Angliederung an niedere Formen zu suchen ist, und dem Endpunkt einer schon bestehenden, eventuell aber einer erst in der Zukunft sich einstellenden progressiven Ausbildungsphase liegen die unendlich vielen Zustände, deren am häufigsten wiederkehrende Formen wir als „Normalzustand“ bezeichnen. Von diesem werden wir bei unserer Untersuchung ausgehen und die primitiven einerseits, die progressiven andererseits so viel als möglich in lückenlose Reihe zu bringen versuchen.

Als Untersuchungsmaterial dienten sechzig Leichen (35 ♂ und 25 ♀) aus dem Zürcher Präpariersaal, also alles frische Objekte. Von diesen Leichen stammen 56 aus dem Kanton Zürich, sie sind Repräsentanten alt eingesessener Zürcher Landbevölkerung, vier Leichen sind ausländischer Herkunft (drei Italiener, eine unbekannt).

Man kann das Material im ganzen ein einheitliches nennen, es stellt den Typus der Zürcher Bevölkerung dar. Bei einem grossen Teil der untersuchten Merkmale wurden die beiden Seiten einzeln der Statistik unterworfen, so dass wir dadurch mit einer Anzahl von 120 Fällen rechnen dürfen; nur wo es sich um den Vergleich zwischen rechts und links handelt, erfahren die beiden Seiten eine getrennte Behandlung. Für eine Reihe von Merkmalen war es möglich, weitere Objekte zur Untersuchung heranzuziehen, so dass diese zum Teil auf Grund eines grössern Materials aufgebaut werden konnte; die betreffenden Fälle finden jeweilen Erwähnung. Wenn nichts weiter bemerkt ist, liegen der Untersuchung die dem Präpariersaalmaterial wahllos entnommenen sechzig Leichen (120 Seiten) zugrunde.

Totale Rippenzahl.

Es fanden sich

13 Rippen:	4 mal, d. i. in	3,5 %	der Fälle
12 "	113 mal, " "	94 %	" "
11 "	3 mal, " "	2,5 %	" "

Den (nach Adolphi 1905, 47) seltenen Zustand mit elf Rippen und normaler oberer Thoraxgrenze besass ein 66jähriger Mann und zwar auf der linken Seite, rechtsseitig war eine auf drei Zentimeter reduzierte zwölfte Rippe vorhanden. Ferner wies ein weibliches Individuum von 37 Jahren beidseitig elf Rippen auf; an dieser Leiche war zudem rechts und links eine reduzierte Halsrippe vorhanden. Sie bestand rechts aus einem grösseren, links aus einem kleineren dorsalen Stück, das mit dem siebenten Cervicalwirbel artikulierte, und je einer kurzen ventralen, am Manubrium sterni befestigten Knochenspange; die beiden Rippenrudimente waren jederseits durch ligamentöse Bindegewebszüge miteinander verbunden. Beidseitig dreizehn Rippen zeigten zwei männliche Individuen von 58 und 65 Jahren, bei Frauen fand sich dieser Zustand nie. Mit diesen extremen Zuständen paaren sich bei den betreffenden Individuen (sie entstammen merkwürdigerweise alle derselben Talschaft unseres Kantons) andere Merkmale, die im einen Fall progressiv, im andern regressiv gedeutet werden müssen; wir werden des öfteren darauf zurückkommen.

Tab. 1 gibt eine Zusammenstellung von Untersuchungen verschiedener Autoren über die Gesamtrippenzahl. Wenn auch die Zahl der untersuchten Zürcher Objekte verhältnismässig gering ist, so sind allem Anschein nach doch Rassendifferenzen nicht ausgeschlossen.

Tabelle 1.

Anzahl der Rippen bei verschiedenen Rassen und
beiden Geschlechtern:

Häufigkeit ihres Vorkommens in % ausgedrückt.

Autor	Material	13 Rippen			12 Rippen			11 Rippen			Anzahl d. unter- suchten Seiten
		total	♂	♀	total	♂	♀	total	♂	♀	
Bardeen 1900	44 Neger 15 Weisse	3	—	—	92	—	—	5	—	—	118
Bardeen 1904	Neger	3,7	—	—	89,3	—	—	7	—	—	108
Kubo (n. Hasebe 1912)	Japaner	3	—	—	96	—	—	1	—	—	200
Hasebe 1912	Japaner	6,1	—	—	92,8	—	—	1,1	—	—	362
Adolphi 1905	Russen	8,4	10,4	5,7	91,6	89,6	94,3	—	—	—	166
Bardeen 1904	Weisse	6,3	—	—	93,7	—	—	—	—	—	32
Fischel 1906, 477	Tschechen	6,6	7,1	5,9	92,9	—	—	0,5	0,3	0,9	1048
Rabl (n. Wiedersheim)	Tschechen	6,2	—	—	93,5	—	—	0,3	—	—	1280
Wiedersheim 1908	?	4,3	—	—	91,4	—	—	4,3	—	—	140
Frey	Zürcher	3,5	6	0	94	92,5	95	2,5	1,5	5	130

Unser Zürcher Material besitzt einen ansehnlichen Prozentsatz mit nur elf und relativ wenig primitive Fälle mit dreizehn Rippen. Die Russen (Adolphi), die Tschechen (Fischel und Rabl) weisen mehr atavistische Fälle mit dreizehn Rippen, dagegen weniger oder keine progressiven Zustände mit nur elf Rippen auf. Die Angaben von Wiedersheim und Bardeen möchte ich nur bedingt vergleichen: das hier zugrunde liegende Material besteht aus Skeletten; der relativ grosse Prozentsatz mit elf, der kleine mit dreizehn Rippen lässt die Vermutung nicht ganz unterdrücken, ob beim Mazerationsprozess nicht reduzierte zwölfte bzw. dreizehnte Rippen verloren gegangen seien. Es läge dies durchaus im Bereiche der Möglichkeit, wenn man bedenkt, wie solch kleine Knochenspannen von oft nur zwei Zentimeter Länge übersehen werden können. Rosenberg 1899 und Fischel 1906 machten auch schon auf diese Möglichkeit aufmerksam, und wir dürfen die Forderung erneut aufstellen, dass zur einwandfreien Statistik nur frisches Material verwendet werden sollte. Disse (1896, 68) gibt an, dass in dreissig Prozent die zwölfte Rippe verloren gehe, der neunzehnte Wirbel also Lendenwirbel geworden sei. Ob hier nicht ein ähnlicher Beobachtungsfehler zugrunde liegt, ist nicht festzustellen; interessant wäre zu erfahren, welcher Rasse Disse diese Beobachtung entnommen hat.

Unterschiede bei beiden Geschlechtern in der Anzahl von Rippen ergeben sich aus den Untersuchungen von Adolphi und Fischel; die

beiden Autoren fanden dreizehn Rippen in 5,7 bzw. 5,9% bei Frauen, dagegen bei Männern in 10,4 bzw. 7,1%. Fischel weist besonders darauf hin, dass bei den Männern eine Vermehrung der Rippenzahl sich häufiger findet als bei Frauen, bei denen umgekehrt eine Verminderung der Wirbel ohne Rippen häufiger vorkommt. Rabl soll nach Fischel zu ähnlichen Resultaten gekommen sein. Die relativ geringe Zahl der von mir untersuchten Objekte, besonders weiblicher, gestattet nicht, für die Zürcher entscheidende Angaben zu machen; doch scheint auch bei diesen eine Vermehrung der Rippenzahl unter den Männern bedeutend häufiger zu sein als bei Frauen. Das seltene Vorkommen von elf Rippen mag den Prozentsatz bei den Frauen etwas unnatürlich erhöht haben.

Eine Verringerung der Rippenzahl überhaupt tritt nach allen Autoren seltener auf als deren Vermehrung.

Bei all den untersuchten Objekten gehörten die Rippen dem ersten bis zwölften Brustwirbel an, bzw. dem ersten bis elften bei elf, dem ersten bis dreizehnten bei dreizehn Rippen. Reduktionserscheinungen an der ersten Rippe kamen bei den 130 Fällen nicht vor. Einmal, in dem oben erwähnten Fall, fand sich beidseitig die Anlage je einer Halsrippe. Da hier zudem nur elf Brustrippen vorliegen, scheint sich die Verschiebung des Thorax um ein vollständiges Segment kranialwärts vollzogen zu haben.

Adolphi (1905, S. 57 und 72) hat 92 Beobachtungen zusammengestellt, bei denen die obere Thoraxgrenze von der Norm abwich, einmal Fälle, wo der siebente Wirbel ein- oder beidseitig rippentragend war, andererseits Fälle, bei denen eine oder beide Rippen des achten Wirbels rudimentär waren. Mit den ersteren fand er Thoraxformen kombiniert mit normaler oder verminderter Rippenzahl, bei reduzierter Rippe des achten Wirbels war die totale Rippenzahl normal oder in der Mehrzahl der Fälle vermehrt. Adolphi hat daraus die Tatsache abgeleitet, in einer späteren Untersuchung (1912) hat er seine Hypothese zu befestigen gesucht, dass „ein deutliches Abhängigkeitsverhältnis bestehe zwischen den Variationen der oberen und der untern Thoraxgrenze, und zwar in dem Sinne, dass diese Grenzen die Tendenz haben, von einer gewissen mittleren Lage in gleicher Richtung abzuweichen, d. h. entweder beide proximalwärts oder beide distalwärts“. Nicht dass Adolphi in seinen Folgerungen so weit ginge wie Tschugonow (nach Adolphi S. 81 und Fig. 2), der als Ausgangspunkt für die menschliche Wirbelsäule acht Cervical-, zwölf Thoracal-, fünf Lumbal- und fünf Sacral-Wirbel annimmt. Adolphi sieht in den individuellen Variationen der oberen

Thoraxgrenze vielmehr Oscillationen um eine seit ungeheuren Zeiträumen konstante Mittellage. Die Rosenberg'sche Umformungstheorie stellt dagegen die Hypothese auf, dass untere und obere Thoraxgrenze sich im Laufe der Phylogenie und Ontogenie verschieben, die untere kranialwärts, die obere kaudalwärts, so dass in einer fernen Zukunft nicht nur die jetzige zwölfte Rippe vollständig geschwunden sei, sondern auch der achte Wirbel keine oder nur noch eine rudimentäre Rippe tragen wird. Nach Rosenberg (1899, 96) stehen aber die beiden Umformungsprozesse nicht in einem festen, notwendigen Abhängigkeitsverhältnis, denn „es zeigen sich sehr verschiedene Kombinationen der Ausbildungsstufen, auf welchen die von den beiden Umformungsprozessen beeinflussten Abschnitte der Wirbelsäule stehen“.

Während Adolphi und Rosenberg die Verschiebungen der Thoraxgrenzen direkt von der phylogenetischen Entwicklung abhängig machen, verhält sich Fischel 1906 solchen Erklärungen gegenüber ganz ablehnend. Er führt die Variationen der Wirbelsäule (und mit diesen solche des Thorax) auf Variationen der embryonalen Segmentierung zurück und sieht (S. 578) im Auftreten derselben den „Ausdruck einer allgemeinen, an allen Organen sich kenntlich machenden Eigenschaft des Organismus — seiner Variationsfähigkeit“. Dass damit keine Erklärung gegeben ist, sieht Fischel wohl selbst ein, denn er fügt noch bei, dass diese Variabilität, „bis zu einem gewissen Grade von der phyletischen Entwicklung beeinflusst, doch nicht von ihr verursacht oder beherrscht werde“. In den Fällen von Rückbildung der ersten (und eventuell der zweiten) Rippe sieht er Defektbildungen, die auf pathologische Ursachen zurückzuführen seien (S. 580), und in dem Umstand, dass solche einseitig auftreten können, will er einen Grund gegen die Rosenberg'sche Hypothese ins Feld führen (S. 558), als ob Progressiverscheinungen und atavistische Merkmale je beidseitig aufzutreten hätten, um für die Richtigkeit ihrer Abstammung beweiskräftig zu sein.

Unsern Einzelfall mit den beidseitigen Halsrippen schliessen wir von der weitem Untersuchung aus; denn die Frage der Korrelation zwischen oberer und unterer Thoraxgrenze scheint nach dem Gesagten zu wenig abgeklärt zu sein, so dass wir jenem nicht mit Sicherheit den bestimmten Platz im grossen Werdegang zuweisen könnten. Dass die obere Thoraxgrenze absolut konstant sei, wie Disse (1896, 68) es behauptet, dürfen wir entschieden ablehnen, doch berechtigen unsere Untersuchungen zu keinen weitem Schlüssen in dieser Frage. Für uns handelt es sich hier hauptsächlich um die

Ergründung einer Reihe von Merkmalen, welche als Äusserungen des Umformungsprozesses sich am distalen Thoraxende abspielen und systematisch verfolgt werden sollen. Zu diesen gehört in erster Linie die verschieden starke Beteiligung von Rippen an der Sternalverbindung.

Die Zahl sternaler Rippen,

d. h. derjenigen Rippen, welche in direkter Verbindung mit dem Sternum stehen, ist folgende:

8 stern. Rippen: 16 mal, d. i. in 12,5%; 7 mal beidseit., 2 mal r.
 7 " " 112 " " " 86 %; 55 mal beidseit., 2 mal l.
 6 " " 2 " " " 1,5%; 1 mal beidseitig.

Der seltene Fall von beidseitig sechs sternalen Rippen fand sich bei dem Objekte, das linksseitig nur elf Rippen aufwies; die dreizehn Rippen waren jederseits kombiniert mit acht sternalen Rippen. Eine 79jährige Frau hatte rechts sieben sternale Rippen, links zeigte sich die siebente Rippe bis auf einen Zentimeter vom Sternum entfernt; da sie aber durch starke Bandmassen an demselben festgehalten wurde, musste der Zustand unter „sieben sternale Rippen“ eingereiht werden. Der Fall ist deshalb bemerkenswert, weil sich hier wieder der Reduktionsprozess auf der linken Seite geltend macht, während rechts am alten Zustand festgehalten wird. Die Befunde bei einem 86jährigen Mann und einer 82jährigen Frau, bei welchen rechts acht und links sieben Rippen mit dem Sternum in Verbindung treten, bestätigen das Vorhandensein dieser Tendenz. Wenn vorhin auf eine Verschiedenheit in der Gesamtrippenzahl bei beiden Geschlechtern hingedeutet wurde, so darf sie für das Merkmal der Sternalrippen als sicher angenommen werden (s. Tab. 2). Der ursprüngliche Zu-

Tabelle 2.

Anzahl der sternalen Rippen.

Autor	Material	Sternalrippen-Zahl		
		8	7	6
Tredgold (n. Martin)	Neger	60 %	—	—
v. Bardeleben 1898	?	10—15 % oder mehr	—	—
Martin 1914	?	10 %	in der Regel	1,8—2 %
Frey	Zürcher	12,5 % { ♂ 15 % ♀ 8,5 %	86 % { ♂ 82 % ♀ 91,5 %	1,5 % { ♂ 3 % ♀ —
Adolphi 1905	Russen	7,2 %	92 %	0,6 %
Fawcett 1898	?	8 %	—	—

stand von acht sternalen Rippen ist viel häufiger (in 15%) bei Männern anzutreffen als bei Frauen (8,5%), sieben sternale Rippen treten dagegen bei Männern seltener (in 82%) auf als bei Frauen (91,5%); wenn jedoch der seltene Zustand von sechs Sternalrippen nur bei Männern vorkam, so braucht diese Tatsache nicht gegen die Regel zu sprechen; das uns zur Verfügung stehende kleine Material mag dafür verantwortlich gemacht werden dürfen.

Das Bestehen einer Korrelation zwischen totaler Rippenzahl und Anzahl sternaler Rippen wird durch Tabelle 3 beleuchtet; in dieser Statistik sind noch andere Individuen (Zürcher) aufgenommen worden, um die Anzahl der Fälle mit sechs bzw. acht sternalen Rippen zu vermehren. Bei sieben sternalen Rippen ist durchweg mit dem Bestand von zwölf Rippen zu rechnen, während sechs sternale Rippen in einem Viertel der Fälle noch eine zwölfte Rippe, wenn auch eine reduzierte, aufweisen. Bei acht sternalen Rippen ist nur in einem Drittel der Fälle eine dreizehnte Rippe vorhanden, ein Beweis, dass sich an der ventralen Thoraxwand der Reduktionsprozess nur langsam vollzieht, während die dreizehnte Rippe schon grösstenteils dem Untergang anheimgefallen ist.

Tabelle 3.

Correlation zwischen Zahl sternaler Rippen
und Gesamt-Rippenzahl.

	totale Rippenzahl		
	13	12	11
8 sternale Rippen	36 %	64 %	—
7 sternale Rippen	—	100 %	—
6. sternale Rippen	—	25 %	75 %

Tab. 2 stellt zudem einen Vergleich an über die Zahl der zum Sternum gelangenden Rippen nach verschiedenen Autoren. Leider findet man in der Literatur auffallend wenig genaue Angaben über dieses Merkmal, das vermutlich anthropologisch bedeutsam ist. Selten ist das Vorkommen von sechs, bedeutend häufiger dasjenige von acht sternalen Rippen. Dass acht sternale Rippen als Regel durchaus nicht in der ältesten Vergangenheit liegen, mag die Angabe Martins (1914, 971 nach Tredgold) andeuten, wonach bei Negeren in sechzig Prozent acht Rippen mit dem Sternum verbunden sind. Bardeleben (1885, 106) erwähnt ein Objekt, bei dem rechts neun, links acht sternale Rippen vor-

kommen. Dies führt auf die oben erwähnte Tatsache zurück, dass rechterseits das konservativere, linkerseits ein eher progressives Verhalten besteht, wenn nicht beiderseits gleiche Zustände herrschen, was im Ganzen die Regel ist. Bestärkt wird jene Annahme noch durch die Angaben von Wiedersheim (1908, 55). Er findet

sechs sternale Rippen in 1,8% der Fälle;

davon kommen solche vor:

beidseitig in 0,2%

nur rechts in 0,1%

nur links in 1,5%

acht sternale Rippen:

am häufigsten: nur rechts,

halb so häufig: beidseitig,

selten: nur links.

Auch Martin (14,571) schreibt über das gelegentliche Vorkommen von acht Sternalrippen, die meist nur rechtsseitig vorhanden sind. Wir sehen deutlich rechts ein Verharren im Bestehenden, links die Tendenz zur Weiterentwicklung im Umformungsprozess. Ein Fall von Adolphi 1915 mag hier noch Erwähnung finden: die Leiche einer Finnländerin zeigte rechts sieben, links sechs Sternalrippen; er ist bemerkenswert: erstens durch das beidseitig ungleiche Verhalten, und zweitens dadurch, dass dieser progressive Zustand einer weiblichen Leiche angehörte.

Fälschlicherweise wird eine Vermehrung auf acht sternale Rippen durch Rippenspaltung als möglich angesehen (Rauber 1914, Popowsky 1899). Rippenteilungen der distalen Enden der knöchernen Rippen erstrecken sich zuweilen bis zum Sternum, sodass sich der Rippenknorpel in zweigeteilten Stücken an ihm anheftet. Dass aber solche doppelte Sternalverbindung einer Rippe, die also nur einem einzelnen Wirbel oder einem Segment entspricht, nicht gleichwertig ist jenem Zustand acht sternaler Rippen, bei dem distalwärts folgende Rippen ihre Verbindung mit dem Sternum bewahrt haben, ist einleuchtend. Es hiesse die genetischen Tatsachen verkennen, wollte man solch wesensverschiedene Einrichtungen, nur weil in beiden Fällen die Zahl der Anheftungen am Sternum acht beträgt, als gleichwertig ansehen. Acht wirklich sternale Rippen sind ein primitiver Zustand, Rippenspaltungen mögen eine regressive Erscheinung sein, es müsste aber auf andere Weise begründet werden können, wie z. B. Valenti 1913 (nach Bardeleben 1916) die früheste Anlage der Rippen dafür verantwortlich macht, indem er jeder derselben einen doppelten Ursprung zuschreibt.

Articulationes interchondrales.

Eine wenig beachtete Einrichtung an der Vorderwand des Brustkorbes sind die Articulationes interchondrales (Fick 1904, 136), sie sind ein Neuerwerb des menschlichen Thorax, treten aber jederseits in der Einzahl auch bei Schimpanse und Gorilla schon auf, ferner unter den Halbaffen beidseitig zwischen achter und neunter Rippe bei Chiromys (Ruge 1892, 222). Sie werden in der Literatur als Reduktionserscheinungen (Bardeleben 1885 und 1898) angesehen; Fawcett (1898, 30) wirft die Frage auf, ob sie für den Ursprung des M. pectoralis major von Bedeutung seien; eine befriedigende Erklärung steht noch aus. Die folgende Untersuchung soll ermitteln, ob eine Beziehung zwischen ihnen und der Thoraxumformung vorhanden sei. Es wurden an unserm Material sämtliche Interchondralverbindungen aufgenommen unter Angabe der Segmenthöhe, in der sie vorkommen; ob diese Verbindungen Diarthrosen darstellen oder einfache Syndesmosen, wurde dabei nicht berücksichtigt, auch nicht, ob eine Fortsatzbildung nur von einer oder von beiden sich gegenüberliegenden Rippen ausgeht. Nach Tab. 4 ist deren Vorkommen zwischen sechster und siebenter,

Tabelle 4.

Häufigkeit der Articulationes interchondrales bei den einzelnen Rippen in %.

Segmenthöhe	Tschaussow 1892	Frey			Bardeleben 1898			Fawcett 1898.		
	total	total	rechts	links	total	rechts	links	total	rechts	links
4./5. Rippe	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—
5./6. Rippe	50	44	51	37	50	60	40	61	72	50
6./7. Rippe	94	97	96	98	sozusagen immer vorhanden			—	—	—
7./8. Rippe	89	93	88	98	—	—	—	—	—	—
8./9. Rippe	25	23	19	27	—	—	—	—	—	—
9./10. Rippe	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—

sowie siebenter und achter Rippe fast Regel, kranial- und kaudalwärts nimmt deren Häufigkeit ab. Bemerkenswert ist der Unterschied in ihrem Auftreten auf beiden Seiten: rechts ein Überwiegen bei den kranialen Segmenten, links eine Zunahme kaudalwärts, somit im Ganzen eine Verschiebung von rechts oben nach links unten. Dabei ist die Anzahl der Verbindungen auf beiden Seiten nicht bemerkenswert verschieden. Eine Articulatio kommt in vier Prozent vor, zwei finden sich in 41 Prozent, drei in 47 Prozent und vier in acht Pro-

zent; das arithmetische Mittel für eine Seite beträgt 2,5 Artikulationen (für rechts 2,6, für links 2,4). Wenn wir auch in der Wirklichkeit nicht mit einem Bruchteil von Artikulationen rechnen, so hat dieser Mittelwert doch seine Bedeutung. Vergleichen wir nämlich die Anzahl der Articulationes interchondrales bei Objekten mit verschiedener Zahl von Sternalrippen, so findet man

bei 8 sternalen Rippen	durchschnittl. 3	Articul.	(Mittel v. 9 Fällen)
" 7 " " " "	2,3	"	(" " 89 ")
" 6 " " " "	1,5	"	(" " 2 ")

(s. auch schemat. Fig. 13).

Eine ähnliche Korrelation besteht zwischen Anzahl der Knorpelverbindungen und Loslösung der Rippen aus dem engern Verbande des Rippenbogens: ist die neunte Rippe fluktuierend, so ist die Häufigkeit des Auftretens um ein Weniges geringer, als wenn erst die zehnte bzw. elfte Rippe frei werden.

Eine Abhängigkeit zwischen der Länge des Sternums und dem Auftreten dieser Zwischenknorpelverbindungen fehlte vollständig; es zeigte sich ferner kein Unterschied in der Häufigkeit ihres Auftretens bei beiden Geschlechtern oder bei verschiedenem Alter.

Auf die Verschiedenheit in Ausbildung und Vorkommen der Verbindung zwischen fünfter und sechster Rippe auf beiden Seiten wies Fawcett (1898, 30) hin: unter fünfzig Individuen fand er sie rechts in 72%, links in 50%; rechts war sie zudem häufiger als Diarthrose vorhanden, während links der niedrigere Typus einer Verbindung, eine „Fibroses“, vermehrt vorkam. Auch Bardeleben (1885, 106 und 1898, 33) fand rechts zwischen fünfter und sechster Rippe häufiger eine Interchondralverbindung als links; Tab. 4.

An Brustwänden mit acht sternalen Rippen fanden weder Fawcett (1898) noch Bardeleben (1898) ein Gelenk zwischen fünfter und sechster Rippe; Bardeleben sieht in dieser Verbindung der aufeinander folgenden Rippenknorpel einen Ersatz für den Verlust einer direkten Sternalverbindung der achten bzw. siebenten Rippe. Unter den neun Fällen mit acht Sternalrippen fand sich bei den Zürchern in 36% eine Gelenkverbindung zwischen fünfter und sechster Rippe; die folgenden Rippen (sechste bis neunte) waren zudem häufiger miteinander verbunden als die entsprechenden bei sechs oder sieben Sternalrippen nach Tab. 5 (und Fig. 13).

Adolphi 1915 beschreibt zwei differente Thoraxformen bei Finnen: der progressive Befund (es waren dort u. a. rechts sieben, links sechs sternale Rippen) weist Articulationes interchondrales auf rechts an der vierten bis sechsten, links an der fünften bis siebenten Rippe;

Tabelle 5.

Vorkommen von *Articulationes interchondrales*
bei den einzelnen Rippen und bei verschiedener Zahl
von Sternalrippen.

Segmenthöhe	Anzahl der Sternalrippen		
	8	7	6
4./5. Rippe	—	2 %	—
5./6. Rippe	36 %	45 %	50 %
6./7. Rippe	100 %	96 %	100 %
7./8. Rippe	100 %	94 %	—
8./9. Rippe	57 %	20 %	—
9./10. Rippe	—	1 %	—

die atavistische Form besass solche dagegen rechts zwischen sechster und siebenter und siebenter und achter Rippe, links zwischen siebenter und achter und achter und neunter Rippe. Wir finden hierin eine Bestätigung dessen, dass einmal bei progressiven Brustkörben die Zwischenknorpelverbindungen mehr kranialwärts, bei regressiven Formen eher kaudal verschoben sind, dass ferner die beiden Seiten etwas differentes Verhalten zeigen: eine Verschiebung zwischen rechts und links von kranialen zu kaudalen Segmenten.

Die kleine Zahl dieser Verbindungen bei sechs, die Vermehrung bei acht sternalen Rippen legt nun die Frage nahe, warum eine Einrichtung, die in dieser Ausbildung erst beim Menschen auftritt, hier bei den primitiven Formen häufiger zu finden ist als bei progressiven. Ohne damit ein abschliessendes Urteil geben zu wollen, das grösserer Untersuchungsreihen als Grundlage bedarf, möchte ich auf die verschiedene Lage der Rippen zueinander hinweisen, die im einen oder andern Falle vornehmlich anzutreffen ist. Bei acht sternalen Rippen werden diese näher aneinander gedrängt, dem Sternum zustreben, als wenn nur sieben bzw. sechs mit ihm in Verbindung treten, da es nach dem früher Gesagten in beiden Fällen ziemlich gleiche Länge hat. Dazu kommt, wie wir später (Seite 85) ausführen werden, dass bei vermehrter Wirbelzahl die einzelnen Wirbel niedriger sind als bei höherstehenden Formen, ein Grund mehr, dass die einzelnen Zwischenrippenräume verkleinert werden. Knorpelstücke, die aber sehr nahe nebeneinander verlaufen, werden zur Erzielung einer möglichst leichten Beweglichkeit mit Vorteil Gelenkflächen an den benachbarten Stellen ausbilden. Dass diese Gelenkflächen oft einem Knorpelfortsatz aufsitzen, scheint vom mechanischen Standpunkte aus die Siche-

rung einer geregelten Bewegung zu erhöhen. Nach dem Gesagten dürften diese Articulationes interchondrales als Einrichtungen angesprochen werden, die bei bestimmten Zuständen der Thoraxform dem Brustkorbe mehr Festigkeit zu verleihen berufen sind; sobald aber ihre Notwendigkeit weniger erforderlich ist werden sie weniger zur Ausbildung gelangen; sie sind Begleiterscheinungen in einer bestimmten Etappe des Reduktionsprozesses des Brustkorbes. Weitere Untersuchungen werden diese Ansicht aber noch bestätigen müssen.

Zusammensetzung des Rippenbogens.

Die Reduktion von acht sternalen Rippen auf sieben, auch die seltenere von sieben auf sechs, tritt nicht plötzlich und unvorbereitet auf. Die ventralen Enden sämtlicher asternaler Rippen sind der Schauplatz sich langsam vollziehender Veränderungen. Der jeweilige Befund stellt nur einen Moment dar des sich in flüssigem Zustand befindlichen Gebietes. Der Weg, den die ventralen Rippenenden in diesem Umformungsprozess zurücklegen, liegt auf dem sogenannten Rippenbogen, d. i. die Verbindungslinie der Basis des Corpus sterni mit sämtlichen vorderen Rippenenden und der Stelle, wo sich die letzte Rippe mit der Wirbelsäule verbindet. Im primitivsten Falle ist dies die dreizehnte, im progressiven Zustand die elfte Rippe, indem die zwölfte durch allmähliche Reduktion mit ihrem vorderen Ende der Wirbelsäule näher gerückt, d. h. kürzer geworden und zuletzt verschwunden ist. Die Rückbildung der asternalen Rippen an ihren ventralen Enden unterliegt bestimmten Gesetzen, sie ist keine regellose, wie man nach oberflächlicher Betrachtung vermuten könnte.

Um die verschiedenen Wegstrecken der einzelnen Segmente miteinander zu vergleichen, die Variabilität bestimmter Abschnitte festzustellen, wurden an den in Frage kommenden Punkten, so an der Basis des Corpus sterni und an sämtlichen ventralen Rippenenden, Nadeln eingesteckt und die dazwischen liegenden Bogenabschnitte vermittelt Bandmass abgelesen. Die letzte Strecke, vorderes Ende der letzten Rippe bis zu dem ihr zugehörigen Wirbelkörper, ergibt selbstverständlich die Länge der letzten Rippe. Der Wert absoluter Zahlen ist für Untersuchungen meistens ein sehr bedingter. Deshalb rechnen wir die ganze Bogenlinie, d. i. die Entfernung zwischen Basis des Corpus sterni zur Wirbelsäule gleich 100 und drücken die einzelnen Abschnitte in Prozenten zum Ganzen aus.

Vorerst bleibe unberücksichtigt, ob die einzelnen Rippen mit ihren kranialwärts liegenden Nachbarn noch verbunden sind, oder ob

sie frei in der Bauchwand endigen als Costae fluctuantes. Die Lage des vorderen Endes jeder Rippe auf dem Rippenbogen soll einstweilen nur festgestellt werden; dass durch die dorsalwärts erfolgende Verschiebung der einzelnen Rippenansatzpunkte die Zahl dieser „freien“ Rippen zunimmt, werden wir später zu verfolgen Gelegenheit haben.

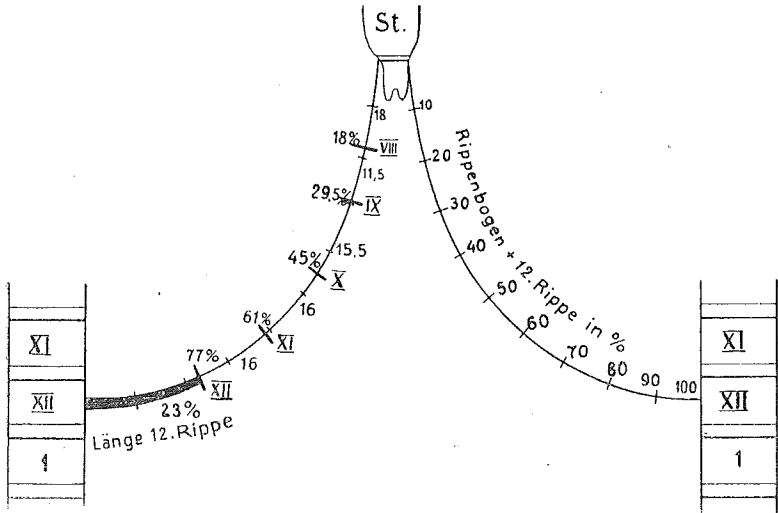


Fig. 1. Schema zur Darstellung der Verteilung der Rippenansatzpunkte (bezw. der ventralen Rippenenden) auf dem Rippenbogen.

links: Entfernung von Basis des Corpus sterni bis Wirbelsäule in natürlicher Bogenlinie inklus. Länge zwölfter Rippe = 100 %.

rechts: Durchschnittliche Verteilung der ventralen Enden der VII. — XII. Rippe beim Zustand von 7 Sternalrippen.

Fig. 1 zeigt uns schematisch die durch die Rippenbogen und die zwölfte Rippe gebildete untere Thoraxgrenze. Links ist die ganze Strecke (Basis des Corpus sterni — zwölfter Thoracalwirbel) in 100 Teile geteilt, rechts ist auf dieser Bogenlinie die durchschnittliche Lage der ventralen Enden der Rippen acht bis zwölf, sowie die Länge der zwölften Rippe eingetragen. Die Zahlen stellen die mittleren Werte aus 78 Seiten mit je sieben sternalen Rippen dar. Die einzelnen Rippenenden liegen in ziemlich regelmässigen Abständen auseinander. Über die Variabilität der verschiedenen Punkte orientiert Tab. 6. Die grösste Entfernung zwischen zwei Punkten findet sich zwischen der Anheftung der siebenten Rippe (am Sternum) und derjenigen der achten Rippe (an der vorigen), die geringste zwischen achter und neunter Rippe. Wichtiger als diese Tatsache ist der Umstand,

Tabelle 6.

Verteilung der vorderen Rippenendpunkte
auf dem Rippenbogen bei 7 sternalen Rippen.

	Entfernung von der Basis des Corpus sterni in %			Variationsbreite
	mittlere	min.	max.	
8. Rippe	18	10	28	18 %
9. Rippe	29,5	20	38	18 %
10. Rippe	45	32	55	23 %
11. Rippe	61	51	70	19 %
12. Rippe	77	64	93	} 29 %
Länge 12. Rippe	23	7	36	

dass die beiden Rippen (achte und neunte) die geringste Variabilität in ihrem Ansatz aufweisen; sie beträgt 18 % bei einer sehr geringen „durchschnittlichen Abweichung“. Das will heissen, die Mehrzahl der Fälle bewegt sich in der Nähe des berechneten Mittelwertes und nur bei wenigen Objekten ist die Abweichung eine grössere. Auf eine Darstellung der „durchschnittlichen Abweichung“ (s. Martin 1914, 71) verzichte ich, um die Sache nicht unnötig zu komplizieren). Dass diese beiden Rippen ein konstanteres Verhalten zeigen, hat seine Ursache zweifellos darin, dass sie noch durchweg (achte Rippe) oder doch in neun Zehntel der Fälle (neunte Rippe) an die kranialwärts liegenden Rippen angeheftet sind, also dem eisernen Bestand der vorderen Brustwand angehören. An diesen Verbindungen wird äusserst zähe festgehalten und sie bieten Momente, welche ein stabileres Verhalten begünstigen. Ein solches, aber auf anderer Ursache beruhend, liegt auch für die elfte Rippe vor, sie bewegt sich ebenfalls nur innerhalb kleinerer Grenzen. Die elfte Rippe hat schon vor uralter Zeit ihre unmittelbare Verbindung mit dem Rippenbogen aufgegeben, dieser Kampf ist längst abgetan, bei den Anthropoiden* ist die elfte Rippe schon regelmässig fluktuierend. Andererseits ist sie noch ganz beständig, Fälle mit fehlender elfter Rippe sind nicht bekannt. Wenn die untere Thoraxgrenze als gleichsam in flüssigem Zustand stehend angesehen werden kann, so gilt dies am wenigsten für die elfte Rippe. Auch hier ist die „durchschnittliche Abweichung“ eine geringe, und die Variabilität von 19 % ist auf wenige extreme Fälle zurückzuführen. Anders die zehnte und zwölfte Rippe. Diese stehen inmitten der Bewegung, welche den Reduktionsprozess am untern Thoraxende kennzeichnet. Die zehnte Rippe ist im Begriff, sich aus der engeren Verbindung mit dem Rippenbogen frei zu machen, oder sie ist schon

fluktuierend, hat aber den Kampf vor nicht langer Zeit bestanden. Organe, die sich im Zustande der Umformung befinden, variieren bekanntlich stärker. Ebenso verhält es sich mit der zwölften Rippe; sie steht auf dem Aussterbeetat. Ihre Beteiligung an der totalen Länge des unteren Rippenbogens schwankt zwischen 7 und 36%. Wenn wir berücksichtigen, dass die Variationsbreite von 29% nur diejenigen Fälle in sich fasst, welche sieben sternale Rippen aufweisen, dass bei allen untersuchten Fällen eine Variabilität von 42% vorhanden ist, so mag der sehr differente Zustand der zwölften Rippe bewiesen sein.

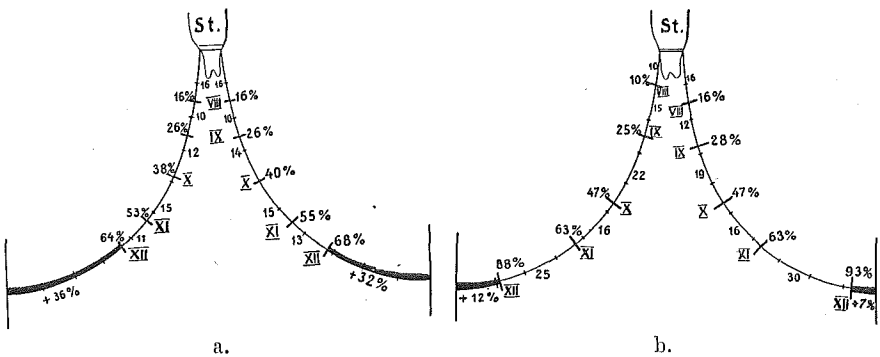


Fig. 2. Verteilung der ventralen Rippenenden auf dem Rippenbogen zweier Brustkörbe mit 7 sternalen Rippen, bei:

a) sehr langer, b) stark reduzierter zwölfter Rippe.

Das verschiedene Verhalten auf rechter und linker Seite ist bemerkenswert.

Fig. 2 bringt den Befund von zwei Individuen, welche die differentesten zwölften Rippen aufweisen. Bei a deutet die ausserordentlich lange zwölfte Rippe auf ein primitives Verhalten, bei b zeigt der untere Thoraxrand fortgeschrittene Rückbildungserscheinungen. Trotz dieser Unterschiede ist die Lage des vorderen Rippenendes bei achter und neunter Rippe fast überall die gleiche. Der Reduktionsprozess, bei den kaudalen Rippen beginnend, hat achte und neunte Rippe erst wenig in Mitleidenschaft gezogen, ein Ausgleich zwischen den einzelnen Teilstrecken hat noch nicht stattgefunden. Bemerkenswert ist, dass bei b die Entfernungen zwischen elfter und zwölfter sowie z. T. zwischen neunter und zehnter Rippe ausserordentlich gross sind; sie deuten auf eine erst jüngst erfolgte Rückbildung der zwölften (und eventuell zehnten) Rippe hin. Mit andern Worten, der ventrokraniale Teil der untern Thoraxgrenze zeigt wiederum sein stabileres Verhalten gegenüber dem dorso-kaudalen Abschnitt.

Fig. 2 lässt uns aber auch erkennen, dass rechts und links differente Zustände herrschen. Fast durchweg sind die vorderen Rippenenden auf der linken Thoraxseite etwas weiter nach hinten verlagert, in wenigen Fällen liegen sie an gleicher Stelle wie rechts. Die Zusammenstellung sämtlicher Befunde mit sieben sternalen Rippen nach getrennten Thoraxhälften ergibt, dass diese Art der Anordnung die Regel ist (Fig. 3): Links macht sich der Rückbildungsprozess in grösserem Masse geltend als rechts, und zwar besonders an jenen

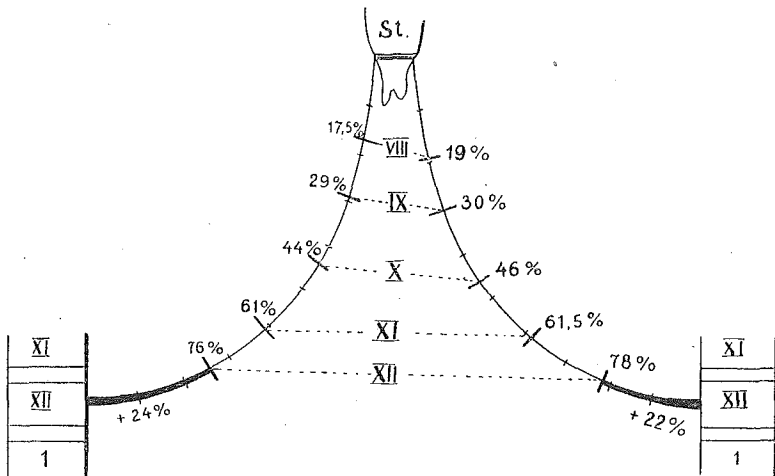


Fig. 3. Verteilung der ventralen Rippenenden auf den Rippenbögen auf rechter und linker Thoraxseite bei 7 sternalen Rippen. 10. und 12. Rippe differieren am meisten, die 11. am wenigsten, entsprechend ihrer mehr oder weniger lebhaften Anteilnahme am Umformungsprozess.

Rippen, die sich auch im übrigen durch ihre lebhaftere Anteilnahme am Umformungsprozess auszeichnen, so an der zehnten und zwölften. Hier beträgt die durchschnittliche Differenz 2%, an der achten Rippe, die sich vom Sternum loszulösen anschickt, ist noch ein Unterschied von 1½% vorhanden, während bei der durch ihr stabiles Verhalten sich auszeichnenden elften Rippe beidseitig durchschnittlich gleichartige Zustände herrschen. Mit diesem ungleichen Verhalten rechts und links hängt die oben erwähnte Tatsache zusammen, dass bei der Loslösung der Rippen vom Sternum die linke oftmals der rechten vorangeht, so dass bei rechts acht sternalen Rippen links sieben vorkommen, oder dass sich mit rechts sieben links sechs sternale Rippen kombinieren können. Umgekehrtes Verhalten traf ich nie. Es mag hier erwähnt werden, dass schon sehr früh embryonal diese Ungleichheit auf rechter und linker Seite sich bemerkbar macht (Frey 1917).

Worin liegt der ursächliche Zusammenhang dieser Erscheinungen? Verschiedene Momente wirken dabei mit. In erster Linie die Tendenz aller Rippen, welche den untern Thoraxrand begrenzen helfen, zur Rückbildung. Die treibende Kraft für diesen Reduktionsprozess, ob sie bekannt ist oder nicht, greift aber, so können wir voraussetzen, beidseitig gleichmässig an. Der Widerstand, den sie findet, ist gegeben durch die an der Bauchpresse beteiligten Muskeln, welche an den Rippen ihre Anheftung behaupten; die Bauchpresse ist beidseitig gleich, also muss auch der anzutreffende Widerstand rechts und links derselbe sein. Dass die Extremitäten auf dieses Gebiet einen Einfluss ausüben, der dann eventuell ungleich sein könnte, wie Cunningham (n. Martin 1914, 971) meint, scheint ausgeschlossen. Ferner: Die Reduktion schreitet in den dorso-kaudalen Abschnitten rascher vorwärts als in den ventro-kranialen. Ob die rückbildende Kraft dabei ungleich einsetzt, können wir nicht wissen, sicher ist jedoch, dass der Widerstand sich nach vorn und oben gegen das Sternum hin vergrössert. Hier sind die zu überwindenden Schwierigkeiten grösser infolge der Beteiligung der Rippen an der vorderen Brustwand, die trotz aller Rückbildungsprozesse das Streben nach Festigkeit nicht aufgibt. Rechts wird zudem durch die Leber ein nicht zu unterschätzender Druck auf die vordere Brustwand ausgeübt, und es ist wohl möglich, dass durch die Adhäsion dieser Eingeweide das rechterseits konservativere Verhalten zum Teile eine Erklärung fände.

Für Individuen mit acht oder sechs sternalen Rippen muss das für den als Norm erkannten Zustand von sieben sternalen Rippen Gesagte im wesentlichen auch Geltung haben. Die Verteilung der Rippenendpunkte auf dem Rippenbogen geschieht nach denselben Regeln, naturgemäss schliessen sich Objekte mit acht sternalen Rippen dem einen primitiveren Zustand aufweisenden Thorax (Fig. 2a) an, Brustkörbe mit sechs sternalen Rippen dagegen stehen in der unmittelbaren Weiterentwicklung einer durch Fig. 2b ausgedrückten Form.

Die Verteilung der ventralen Rippenendpunkte, wie sie bei acht sternalen Rippen anzutreffen ist, zeigt Fig. 4; b stellt die mittleren Werte dar von acht Fällen mit je zwölf Rippen, a diejenigen von zwei Seiten mit je dreizehn Rippen. Bei den erstern wurde zu unsern wahllos dem Leichenmaterial entnommenen Objekten ein weiteres, ebenfalls aus dem Kanton Zürich stammend, der Untersuchung unterzogen, um den Mittelwert auf einer möglichst breiten Basis aufstellen zu können. Die ventralen Enden sämtlicher Rippen liegen weiter vorn als bei nur sieben sternalen Rippen (vergl. Fig. 1). Den extremsten Zustand stellen acht sternale Rippen, kombiniert

mit dreizehn Rippen, dar: der Rückbildungsprozess hat auf diesem primitiven Stadium noch nicht eingesetzt, die zwölfte Rippe bildet fast den halben untern Rippenbogen.

Die Variationsbreite, innerhalb deren sich die Rippenendpunkte bei acht Sternalrippen auf den Rippenbogen bewegen, wurde nur für die Fälle mit total zwölf Rippen ermittelt (Fig. 4 b), für Objekte

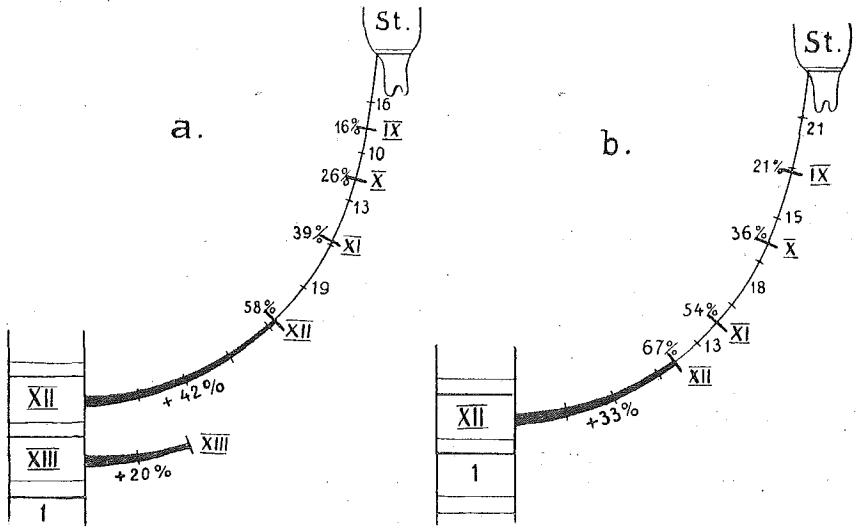


Fig. 4. Verteilung der ventralen Rippenendpunkte auf dem Rippenbogen
 a) bei 8 sternalen und total 13 Rippen
 b) " 8 " " " 12 "

mit dreizehn, sowie später für solche mit sechs sternalen Rippen musste wegen ihres seltenen Vorkommens auf deren Darstellung verzichtet werden. Aus Tab. 7 sehen wir die mittlere Verteilung der

Tabelle 7.

Verteilung der vorderen Rippenendpunkte auf dem Rippenbogen bei 8 sternalen und total 12 Rippen.

	Entfernung von der Basis des Corpus sterni in %			Variationsbreite
	mittlere	min.	max.	
9. Rippe	21	15	26	11 %
10. Rippe	36	31	44	13 %
11. Rippe	54	50	58	8 %
12. Rippe	67	61	71	} 10 %
Länge 12. Rippe	33	29	39	

vorderen Rippenenden auf dem Rippenbogen und die Variationsbreite, innerhalb deren sich die betreffenden Punkte bewegen. Sie ist bei allen Rippen eine geringe, besonders bei den kaudalwärts liegenden. Während bei sieben sternalen Rippen die zwölfte Rippe ausserordentlich variierte, der Kampf um ihr bevorstehendes Verschwinden wurde dafür verantwortlich gemacht, ist sie hier wenig different: bei dem primitiven Zustand von acht sternalen Rippen steht der Verlust der

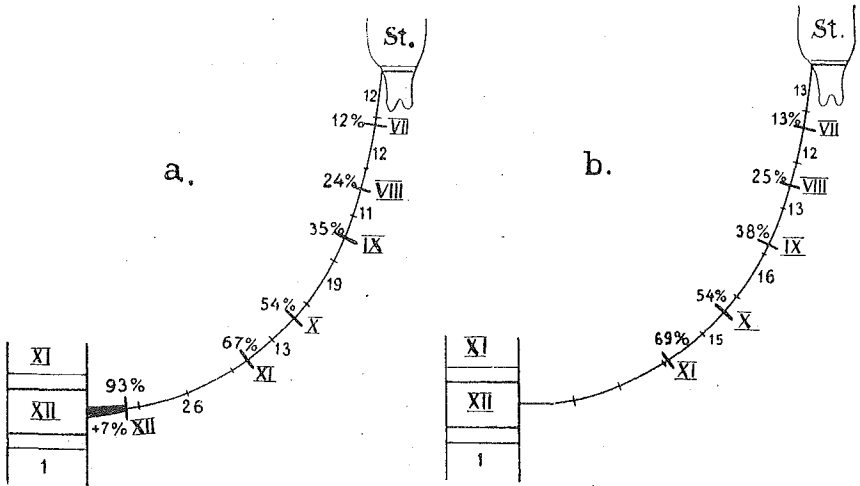


Fig. 5. Verteilung der ventralen Rippenendpunkte auf dem Rippenbogen
 a) bei 6 sternalen und total 12 Rippen
 b) " 6 " " " 11 "

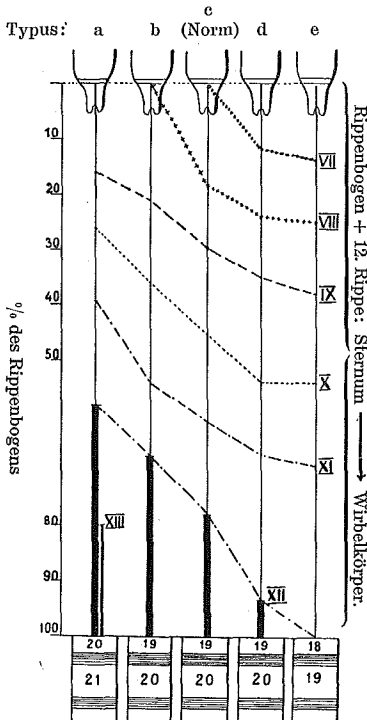
zwölften Rippe noch in weiter Ferne. Die elfte Rippe wird vom Rückbildungsprozess bei diesem Zustande wenig beeinflusst, sie ist schon fluktuierend, daher ihre Beständigkeit. Etwas grösser ist die Variationsbreite bei der zehnten Rippe, die hier schon mit der Lösung aus der mittelbaren Verbindung mit dem Sternum kämpft; wir sehen später, dass bei acht sternalen Rippen die zehnte Rippe vereinzelt als fluktuierend auftreten kann.

Den progressivsten Zustand in der Verteilung der ventralen Rippenenden auf dem Rippenbogen wiesen naturgemäss Objekte mit sechs sternalen Rippen auf. Bei einer Kombination von sechs sternalen und nur elf Rippen total (Fig. 5 b) ist die Reduktion der asternalen Rippen noch weiter gediehen als beim Vorhandensein von zwölf Rippen (Fig. 5 a). Gross sind die Unterschiede nicht, weil in den seltenen Fällen von sechs sternalen Rippen die zwölfte wenn nicht geschwunden, so doch weitgehend rückgebildet ist, so dass solche Stadien als un-

mittelbare Vorstufen von einem Zustand mit elf Rippen angesehen werden können, also sich stark an dessen Charakter anlehnen müssen.

Den ganzen Vorgang der Rückbildung der ventralen Rippenenden,

wie er sich am menschlichen Thorax abspielt, möge Fig. 6 schematisch beleuchten. In fortlaufender Reihe a—e sind nebeneinander dargestellt einzelne Etappen des Prozesses; um den normalen Zustand von sieben Sternerippen und total zwölf Rippen ordnen sich einerseits die Fälle mit acht sternalen Rippen, andererseits die mit sechs. Das Vorhandensein einer dreizehnten, verbunden mit acht sternalen Rippen, bildet als der primitivste Zustand den Ausgangspunkt (a) der sich heute noch abspielenden Vorgänge; das Fehlen einer zwölften Rippe, kombiniert mit nur sechs dem Sternum unmittelbar verbundenen Rippen, ist gleichsam das Zukunftsstadium (e), das im Laufe der Zeiten erreicht werden mag. Wir sehen die letzten sternalen Rippen, zuerst die achte, später auch die siebente ihre unmittelbaren Beziehungen zum Sternum aufgeben, daran anschliessend sämtliche asternalen Rippen in langsamer Rückbildung, ferner den Verlust der dreizehnten Rippe, dann auch die gänzliche Rückbildung der zwölften. Es wurde oben darauf hingewiesen, dass der untere Thoraxrand in seinem ventro-kranialen Abschnitt eine zurückhaltende Tendenz bekunde, während im vertebro-kaudalen Teil der Rückbildungsprozess rascher



Rippenzahl: XIII XII XII XII XI
Zahl stern. R.: 8 8 7 6 6

Fig. 6. Rückbildungsprozess an den ventralen Rippenenden von der primitivsten zur progressivsten Form. Schematisch. Auf den Geraden [Entfernung: Basis des Corpus sterni zum (13.) 12. (11.) Brustwirbel] sind die mittleren Entfernungen der einzelnen Wirbel eingetragen. Die verbindenden Linien veranschaulichen die Verkürzung der betr. Rippen.

a—e: die während der Rückbildung durchlaufenen Hauptetappen:

- a = 8 sternale mit total 13 Rippen
- b = 8 " " " 12 "
- c = 7 " " " 12 " (= Norm)
- d = 6 " " " 12 "
- e = 6 " " " 11 "

— Länge der 12. Rippe;
— Länge der 13. Rippe.

vor sich gehe. Was damals für die mit c bezeichnete Gruppe im Einzelnen Geltung hatte, spiegelt sich in dem ganzen Vorgang wieder: die dem Sternum näher gelegenen Rippen verkürzen sich langsamer als die letzten Rippen. Tab. 8 drückt dies zugleich in übersichtlicher Weise

Tabelle 8.

Darstellung der Verschiebung der Rippenendpunkte auf dem Rippenbogen.

	Mittlere Entfernung des vord. Rippenendes von der Basis des Corpus sterni in %						
	7. Rippe	8. Rippe	9. Rippe	10. Rippe	11. Rippe	12. Rippe	13. Rippe
bei 8 stern. u. total 13 R.	0	0	16	26	39	58	80
bei 8 stern. u. total 12 R.	0	0	21	36	54	67	—
bei 7 stern. u. total 12 R.	0	18	29,5	45	61	77	—
bei 6 stern. u. total 12 R.	12	24	35	54	67	93	—
bei 6 stern. u. total 11 R.	13	25	38	54	69	—	—
totale Verschiebung der einzelnen Rippen auf dem Rippenbogen	13%	25%	22%	28%	30%	42%	—

aus. So beträgt z. B. der Weg, den das ventrale Ende der siebenten Rippe von der Basis des Corpus sterni (bei acht oder sieben sternalen Rippen) am untern Thoraxende zurücklegte bis zum progressivsten Zustand (sechs sternale und elf Rippen total) nur dreizehn Prozent des ganzen untern Rippenbogens, die zwölfte Rippe bewegt sich dagegen auf einer Strecke von 42% zurück. Die dazwischen liegenden Rippen bieten in ihrem Verhalten vermittelnde Übergänge.

Ein Widerspruch scheint in dem Gesagten insofern zu liegen, als bei sechs sternalen Rippen, dem Maximum der Reduktion an der ventralen Thoraxwand, zuweilen noch zwölf Rippen vorhanden sind, also auf vertebraler Seite die mögliche Grenze der Rückbildung noch nicht erreicht ist. Die in solchen Fällen auftretenden zwölften Rippen sind aber sehr stark rückgebildet, eine nennenswerte Funktion haben sie aufgegeben, daher in jener Periode ihre rasche Verkürzung. In diesen Rudimenten einer zwölften Rippe spiegelt sich aber die Zähigkeit wieder, mit der einmal angelegte Organe ihren alten Platz behaupten. Ich sehe in der Tatsache, dass hier embryonal die erste Rippenanlage auftritt, das konservierende Moment für das lange Bestehenbleiben dieser rudimentären Rippen.

Es wäre interessant, festzustellen, wie sich die verschiedenen Rassen dieser ganzen Bewegung gegenüber verhalten. Die Bemerkung Martins (1914, 971), dass nach Tredgold bei den Negern in sechzig Prozent acht sternale Rippen auftreten, lässt beträchtliche Rassenunterschiede vermuten; nach dem Gesagten müssten bei denselben primitivere Zustände herrschen. Es liegen leider in der Literatur keine Angaben vor, welche einen Vergleich zwischen verschiedenen Rassen ermöglichten, ausgenommen einige spärliche Angaben über die Länge der zwölften Rippe.

Im Vorhergehenden wurde die Länge der zwölften Rippe nur relativ ausgedrückt in Prozenten zum ganzen Rippenbogen. Um dieses Merkmal aber mit den Untersuchungen anderer Autoren vergleichen zu können, seien auch die absoluten Masse unseres Zürcher Materials gebracht. Darnach beträgt

die durchschnittliche Länge der 11. Rippe 20 cm
 " " " " 12. " 10,6 " (Tab. 9).

Tabelle 9.

Länge der 11.—13. Rippe bei verschiedenen Rassen in cm.

Autor	11. Rippe			12. Rippe			13. Rippe			Material
	min.	max.	Mittel	min.	max.	Mittel	min.	max.	Mittel	
Wiedersheim 1908	15	28	—	2	27	—	2	14	—	?
Adolphi 1905	—	—	—	♂ 3,3 ♀ 2,7	18,9 15,3	11,5—15,5 9—13,5	0,6 1,4	5,6 4,4	—	Russen
Frey	14,5	30	20	2 { ♂ 6 ♀ 3	19 { 19 16	10,6 { 13 8,8	♂ 5,5	8	7	Zürcher

Die zwölfte Rippe wurde zudem nach dem Geschlecht gesondert, und da ergab sich, wie es auch Adolphi 1905 für Russen beschrieben hatte, dass beim weiblichen Geschlecht dieselbe weiter rückgebildet ist als bei Männern.

Die elfte Rippe beim Material von Wiedersheim bewegt sich innerhalb derselben Grenzen wie bei den Zürchern, die zwölfte und dreizehnte Rippe sind dort etwas grösseren Schwankungen unterworfen. Die Russen Adolphis weisen ähnliche Befunde auf wie die Zürcher. Die auffallend kleinen Masse für elfte und zwölfte Rippe bei Martin (1914, 975) können nicht zum Vergleich herangezogen werden, sie betreffen (s. Adolphi 1905, 47) die Masse der zwölften und dreizehnten Rippe von Männern und sind irrtümlicherweise für die elfte und zwölfte Rippe übernommen worden.

Nach den früheren Ausführungen steht zu erwarten, dass die absolute Länge der elften und zwölften Rippe ebenfalls in korrelativem Verhältnis steht zu der Zahl der mit dem Sternum unmittelbar verbundenen Rippen. Tab. 10 bestätigt dies: mit der Abnahme

Tabelle 10.

Korrelation zwischen Zahl der Sternalrippen
und Länge der 11. und 12. Rippe.

Zahl sternaler Rippen	Länge 11. Rippe in cm			Länge 12. Rippe in cm		
	min.	max.	Mittel	min.	max.	Mittel
8 sternale Rippen	20	30	26	13	19	16,8
7 sternale Rippen	15	25	19	4	18	10,5
6 sternale Rippen	14,5	18	16	0	3,5	—

der Zahl von Sternalrippen sinkt die Rippenlänge.

Dass auch der Bau dieser Rippen mit der zunehmenden Verkürzung Veränderungen aufweist, ist bekannt; sie machen sich auch nicht selten schon an der zehnten (eventuell neunten) bemerkbar.

Fluktuierende Rippen.

Bis dahin haben wir den Rückbildungsprozess an den ventralen Rippenenden verfolgt, ohne darauf zu achten, ob die einzelnen asternalen Rippen noch mittelbar mit dem Sternum zusammenhängen, oder ob sie als *Costae fluctuantes* oder „freie Rippen“ jene Verbindung aufgegeben haben und frei in der Bauchdecke endigen. Die Lehrbücher (Henle 1871, Disse 1896, Gegenbaur 1903 u. a.) geben im Text stets an, dass nur die elfte und zwölfte Rippe fluktuieren, in den Abbildungen tritt die zehnte aber auch häufig als in freier Form auf (Gegenbaur 1903, Fig. 189). Wir können vielleicht daraus schliessen, dass letzterer Zustand wenig in Erscheinung getreten sein mag bei dem Material, das den betreffenden Autoren zur Beobachtung vorlag. Dies ist um so glaubwürdiger, als Wiedersheim (1908, 62), der sich besonders ausführlich über dieses Merkmal äussert, hervorhebt, dass (nach Bälz) das sehr häufige Fluktuieren der zehnten Rippe bei den Japanern auf deren schwachen schmalen Unterthorax zurückzuführen sei; jedenfalls sieht er diesem Verhalten der Ostasiaten einen Gegensatz zu dem bei seinem Material vorkommenden. Letzteres müsste sich aber auch von den Zürichern unterscheiden; bei diesen zeigt sich:

11. Rippe ist frei	34 mal, d. h. in	26,1 %
10. " " "	84 " " "	64,6 %
9. " " "	11 " " "	8,5 %
8. " " "	1 " " "	0,8 %

Wir sehen ein durchaus progressives Verhalten, das dem Thorax grössere Beweglichkeit verschafft: die zehnte Rippe ist in 74 % frei. Es wurde schon oben darauf aufmerksam gemacht, dass sie durch die grosse Variationsbreite im Verhalten der Ansatzpunkte den Kampf, in dem sie steht, dokumentiert. Bei besonders progressiven Formen ist die neunte Rippe auch aus dem engen Verband des Rippenbogens ausgetreten. Der Zustand mit einer achten freien Rippe befand sich bei jenem Individuum unbekannter Herkunft; er muss also bei Festsetzung des zürcherischen Typus ausgeschaltet werden. Geringe Unterschiede zwischen dem beidseitigen Verhalten zeigen sich nur für die neunte Rippe: rechts ist sie in sechs Prozent frei, links dagegen in elf Prozent. Ein umgekehrtes Verhältnis tritt naturgemäss für die zehnte Rippe auf, da in all den Fällen, wo rechts die neunte noch gebunden war, die zehnte nun als erste freie Rippe auftritt. Den primitivsten, altererbten Zustand, wo nur die elfte und zwölfte Rippe fluktuieren, finden wir beidseitig in 26,1 %.

Nach Adolphi (1905, 46) ist bei seinen 83 Russen die zehnte Rippe in 69 % frei, die elfte tritt in 31 % als erste freie Rippe auf. Ein Rassenunterschied macht sich nur insoweit geltend, als die neunte Rippe bei den Russen noch nicht als fluktuierend in Erscheinung tritt wie zuweilen bei den Zürichern. Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern treten bei letztern nicht zutage, Adolphi erwähnt auch keine; über Differenzen zwischen beidseitigem Verhalten finden sich bei ihm keine Angaben.

Unter 59 Individuen, die Bardeen (1900, 380) in Baltimore untersucht hat (44 Neger und 15 Weisse), ist die zehnte Rippe nur in 39 % fluktuierend; da die Resultate nicht nach Rassen geordnet sind, lassen sie sich anthropologisch nicht verwerten. Dagegen erlauben die in der Tabelle mitgeteilten Daten den Schluss, dass alle diese nach unserer Ansicht progressiven Fälle vergesellt sind mit andern Merkmalen dieser Art, sie gehören nämlich alle der durch Bardeen unter Gruppe I vereinigten Befunde an, bei denen sich eine Reduktion der Wirbelsäule vorfindet, sei es, dass die Thoraco-lumbal-, oder die Lumbo-sacral-, oder die Sacro-coccygeal-Grenze proximal verschoben sei. Da Bardeen an anderer Stelle (1904, 516) angibt, dass bei den Weissen die Neigung zur Reduktion praesacraler Wirbel grösser sei als bei den Negern, so dürfen wir annehmen, dass der gegen die

Zürcher (74%) und Russen (69%) gefundene niedrigere Prozentsatz hauptsächlich auf die bei seinem Material zu drei Vierteln vertretenen Neger zurückzuführen sei.

Wenn unsere Annahme, dass ein Zustand mit drei und vier freien Rippen ein progressiver, ein solcher mit nur zwei ein regressiver sei, zu Recht besteht, so muss sich dies durch die Korrelation dieser Merkmale mit andern entsprechender Art bekunden. In der Tat besteht ein korrelatives Verhältnis zwischen der Zahl der Sternalrippen und dem „Freiwerden“ der Rippen; Tab. 11 zeigt, dass bei sechs

Tabelle 11.

Korrelation zwischen fluktuierenden
und sternalen Rippen.

Zahl sternaler Rippen	Als erste freie Rippe tritt auf:			
	11. Rippe	10. Rippe	9. Rippe	8. Rippe
8 sternale Rippen	88 %	12 %	—	—
7 sternale Rippen	19,2 %	72 %	8 %	0,8 % ¹⁾
6 sternale Rippen	—	—	100 %	—

sternalen Rippen die neunte immer ihre mittelbare Verbindung mit dem Sternum aufgegeben hat, dass bei den atavistischen Formen mit acht Sternalrippen fast regelmässig nur die elfte und zwölfte Rippe fluktuierend sind. Die als normal geltenden Fälle mit sieben zum Sternum tretenden Rippen zeigen alle Übergänge zwischen beiden Extremen so, dass die grösste Zahl der Objekte den dazwischen liegenden Zustand aufweist, wo die zehnte Rippe frei in der Bauchwand endigt.

Es soll später noch gezeigt werden, dass die Rumpflänge nicht ohne Einfluss auf das „Freiwerden“ der Rippen ist, indem bei kleiner Länge des Rumpfes durchschnittlich mehr Rippen sich losgelöst haben als bei langem Rumpf. Man könnte wohl für jenes Individuum mit acht Sternalrippen, bei dem die zehnte schon fluktuiert, diese Ursache geltend machen; es betrifft einen 86 jährigen Mann mit der ausserordentlich geringen Rumpflänge von 305 mm.

Vergleichen wir die oben als Hauptetappen im Reduktionsprozess bezeichneten Stadien mit dem Vorgang der Loslösung der kaudalen Rippen aus dem engern Verband des Rippenbogens, so ergibt sich folgendes:

¹⁾ Fall unbekannter Herkunft.

- a) bei 8 stern. u. total 13 Rp. ist durchschnittl. die 11. Rp. frei
 b) " 8 " " " 12 " " " " 10,8 " "
 c) " 7 " " " 12 " " " " 10. " "
 d) " 6 " " " 12 " " " " 9. " "
 e) " 6 " " " 11 " " " " 9. " "

In der Form, wie diese erste freie Rippe an ihrem ventralen Ende gebaut ist, können verschiedene Zustände getroffen werden: der etwas zugespitzte Rippenknorpel kann kranialwärts umgebogen die Richtung auf die vorhergehende Rippe nehmen (ohne sie zu erreichen), oder das vordere Rippenende liegt der Richtung nach in der direkten Fortsetzung der knöchernen Rippe. Ersteres muss nach unserer Auffassung als ein jüngeres Stadium im Rahmen des Rückbildungsprozesses angesehen werden; der zweite Zustand lässt auf ein früher erfolgtes „Freiwerden“ der betreffenden Rippe schliessen. In besonderen Fällen dokumentieren freie Rippen durch stumme Zeugen ihren einstigen Zusammenhang mit der vorhergehenden; es sind dies die:

Inscriptiones tendineae des *M. obliquus abdominis internus*.

Diese bieten einen deutlichen Beweis für die allmähliche Rückbildung der ventralen Rippenenden. Es fanden sich Inscriptiones tendineae bei unserm Zürcher Material auf eine Körperseite berechnet in 30 % und zwar im Anschluss an die zehnte Rippe in 12 %, an die elfte in 18 %, und selten, d. h. in 1 % in der Fortsetzung der zwölften Rippe (Tab. 12). Beidseitig liegt ein etwas

Tabelle 12.

Vorkommen von Inscriptiones tendineae
im *Musculus obliquus abdominis internus*.

Inscriptio tendinea	rechts	links	total
an 10. Rippe	14 %	10 %	12 %
an 11. Rippe	22 %	14 %	18 %
an 12. Rippe	2 %	—	1 %

differentes Verhalten vor: 62 % aller Inscriptiones fallen auf die rechte Seite, 38 % sind links. Sprechend waren folgende Fälle: bei einem 32jährigen Manne wurde rechts die zehnte Rippe durch eine Inscription mit der neunten vollständig verbunden; das selbe fand sich rechts bei einer 45jährigen Frau, in die Inscription war hier zudem ein

2¹/₂ cm langer Knorpelstab eingelagert, der bis an die neunte Rippe heranreichte, mit dieser und der zehnten Rippe aber die Verbindung verloren hatte. Beide Zustände drücken den Übergang aus zwischen einer dem Sternum mittelbar verbundenen und einer freien Rippe. Linkerseits war keine Inscriptio, die zehnte Rippe vielmehr vollständig fluktuierend. In dieser Verschiedenheit spiegelt sich die früher erwähnte Zurückhaltung wieder, die sich rechts im ventralen Teil bemerkbar macht, während linkerseits der Rückbildungsprozess ungehemmter vor sich geht.

Bekannt ist, dass diese Inscriptiones gelegentlich stäbchenförmige kleine Knorpel enthalten. Bei den total 31 Inscriptiones unseres Materials fanden sich vor:

an der 10. Rippe	7 mal mit,	5 mal ohne Knorpel
„ „ 11. „	2 „ „	16 „ „ „
„ „ 12. „	—	1 „ „ „

Die zehnte Rippe zeigt solche Knorpel­einlagen am häufigsten. Für die elfte Rippe und besonders für die zwölfte liegen diese Umformungen durchschnittlich weiter in der Vergangenheit zurück, Knorpel­stücke als unmittelbare Überbleibsel einer längern Rippe sind inzwischen eher verschwunden.

Die Inscriptiones tendineae des Obliquus abdominis internus dokumentieren untrüglich die Verkürzung der betreffenden Rippen im Gebiet des Muskels. Die nahe Verwandtschaft der Mm. intercostales interni mit dem schiefen innern Bauchmuskel wird beleuchtet durch den erfolgten Übergang des einen Muskels in den andern: der M. obliquus abdominis internus gewinnt das Gebiet, das dem M. intercostalis internus bei der Rippenreduktion verloren geht.

Wenn bei der Umformung des Thorax aus ursprünglich dem Sternum mittelbar verbundenen Rippen fluktuierende, freie Rippen entstehen, und wir die Inscriptiones als Reste jener der Reduktion anheimgefallenen Rippen­stücke ansehen, so müssen sie als Zwischenstadien zwischen dem ursprünglichen und dem progressiven Zustand folgerichtig in engem korrelativem Verhältnis stehen zum Prozess der Loslösung der Rippen aus dem engeren Verband zu freien Rippen. In der Tat findet sich (s. Tab. 13) in den progressiven Fällen, wo die neunte Rippe als erste fluktuierende auftritt, eine Inscriptio in der Mehrzahl dieser Fälle (80%) an der zehnten, weniger an der elften Rippe (20%); ist dagegen die zehnte die erste freie Rippe, was für unser Zürchermaterial am häufigsten ist, so trägt in der Mehrzahl der Fälle (in 71%) die elfte Rippe die Inscriptio. Da wo nur elfte und zwölfte Rippe frei sind, der Rückbildungsprozess die

Tabelle 13.

Korrelation zwischen erster freier Rippe und
Inscriptiones tendineae im Obliquus abdominis internus.

Inscriptio tendinea	Als erste freie Rippe tritt auf:		
	11. Rippe	10. Rippe	9. Rippe
an 12. Rippe	17 %	—	—
an 11. Rippe	83 %	71 %	20 %
an 10. Rippe	—	29 %	80 %

zehnte also noch gar nicht erheblich erreicht hat, finden sich Sehnen-
einlagerungen nur im Anschluss an die elfte und zwölfte Rippe. Der
letztgenannte Zustand ist für die Zürcher ziemlich selten und vergesellt
sich stets mit andern primitiven Einrichtungen, wie z. B. in unserm Falle
mit dreizehn Rippen. Im Gegensatz dazu zählen zu den erstgenannten
Objekten (Inscriptio an zehnter Rippe; die neunte fluktuierend) solche
mit sechs Sternalrippen, also ausgesprochen progressive Zustände.
Nach Ruge (1880, 394) und Eisler (1912, 591) sollen auch in der
Verlängerung der neunten Rippe Sehneinlagerungen vorkommen,
beim Zürcher Material sind sie sehr selten.

Voraussetzung für das Zustandekommen von Zwischensehnen ist,
dass die betreffende Rippe mit der vorangehenden den unmittel-
baren Zusammenhang verloren hat, somit fluktuert. Wenn also
Le Double (1897, 320) erwähnt, dass ausser den Rippen 10—12 auch
ausnahmsweise die 8. eine Inscriptio besitzen kann, so deutet das
auf einen phylogenetisch hohen Stand im Aufbau des betr. Rippen-
bogens. Dass Le Double seine Beobachtungen an einem Material
machte, das gegen unser Zürcher Material durchschnittlich progressiver
war, erhellt auch aus seiner Bemerkung, dass die Zwischensehnen
des Obliquus abdominis internus gewöhnlich in der Höhe der 10. Rippe
sich finden und nur zuweilen der elften angehören.

Über das Vorkommen von Inscriptionen bei Negern berichten
Chudzinski (1880, 440) und Loth (1912, 87). Nach des letztern Zu-
sammenstellung sollen sie, auf eine Körperseite berechnet, in 4,7 %
vorkommen, also in relativ sehr geringem Prozentsatz. Nun ist aber
seine Berechnung in der Hauptsache auf fremden Untersuchungen
aufgebaut, die z. T. zeitlich sehr weit zurückgreifen, in eine Zeit,
da die morphologische Bedeutung dieser Zwischensehnen wohl kaum
gebührend bekannt war, und ein Ausserachtlassen dieses Merkmals,
das ohnehin oft äusserst unauffällig auftritt, leicht begreiflich wäre.

Es ist ja möglich, dass der Umformungsprozess des Rumpfes beim Neger weniger intensiv vor sich geht, eine innere Berechtigung für ein derartig ungleiches Auftreten (4,7% gegen 30% bei den Zürchern) liegt aber nicht vor. Von den drei Negern, die Loth selbst untersucht hat, besass ein Individuum beidseitig im Anschluss an die 10. Rippe eine Inscription, ein Umstand, der für ein häufigeres Vorkommen bei den Negern sprechen dürfte. Bemerkenswert ist, dass wie bei unserm Zürcher Material so auch bei den Negern von Chudzinski Zwischensehnen häufiger rechterseits auftreten: einmal fanden sich solche beiderseits, zweimal nur je rechts.

All diese Inscriptionen mit oder ohne Knorpelreste stellen wertvolle Glieder dar in der Kette der Rückbildungserscheinungen, die sich am untern Thoraxende vollziehen, wobei die am Skelett sich abspielenden Vorgänge zugleich am Muskelsystem sich Geltung verschafft haben.

Costaler Ursprung des *M. latissimus dorsi*.

Einen weitem Einfluss konstatieren wir in das Gebiet des *M. latissimus dorsi*, dessen costaler Ursprungsteil durch die Rippenrückbildungen beeinflusst wird. In der Regel wird die Anheftung des Muskels vermittelt „durch schmale fleischigsehnige Zacken, die sich an die Aussenfläche der letzten drei oder vier Rippen zwischen den Ursprüngen des *M. obliquus abdominus ext.* und den Ansätzen des *M. serratus posterior inferior* anheften“ (Eisler 1912). Wie die Pars iliaca des *Latissimus dorsi*, so können die untersten Rippenzacken fehlen, beide Zustände sind aber durchaus verschieden zu bewerten, da ihnen verschiedene Ursachen zugrunde liegen. Das Fehlen des iliacalen Ursprungs hat mit den Reduktionserscheinungen am untern Thoraxende nichts zu tun. Es ist ein Rückschlag auf primitive Verhältnisse; denn erstens tritt diese Ursprungspartie erst bei den Anthropomorphen auf (Schück 1913) und zweitens lässt sich in frühembryonaler Zeit die allmähliche Ausbreitung des *Latissimus*ursprunges aus der Gegend der vierten Rippe kaudalwärts verfolgen über die achte, neunte Rippe usw., und erst nachdem die zwölfte erreicht ist, erfolgt auch die Anheftung an der *Crista iliaca* (Keibel und Mall 1910, 490). Ein Fehlen dieses Ursprungsteiles fand sich bei unserm Zürcher Material in sieben Prozent, und zwar doppelt so häufig rechts als links (im Verhältnis von 5:2). Bemerkenswert ist, dass die betreffenden Individuen gruppenweise gleichen Gebieten entstammen (vier und drei je aus bestimmten Talschaften des Kantons Zürich) und ausser

diesem eine Reihe anderer primitiver Merkmale aufweisen. Unter drei Italiener-Leichen fehlte die Pars iliaca bei zweien beidseitig. Eine Reduktion der Zahl der Rippenzacken steht dagegen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Rückbildung der Rippen. Drei bis vier Zacken sind nach den Lehrbüchern die Regel, ihre Zahl kann sich aber auf zwei und selbst eine vermindern. Bei unserm Material waren in den meisten Fällen (42%) drei Rippenzacken vorhanden, ebenfalls häufig (in 32%) nur zwei; der primitive Zustand von vier costalen Ursprüngen erhielt sich in 24%, nur eine Rippenzacke fand sich in 2%. Die Anheftung des Latissimus dorsi an den verschiedenen Rippen mit mehr oder weniger kräftigen Zacken fand sich in folgender Häufigkeit (Fig. 7):

an 8. Rippe	9. Rippe	10. Rippe	11. Rippe	12. Rippe
in 3%	54%	95%	97,5%	39%

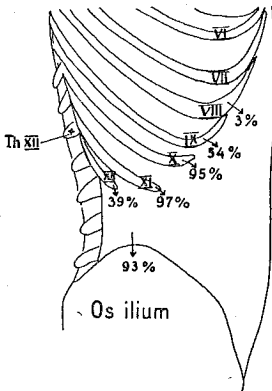


Fig. 7. Ursprung des Latissimus dorsi von den einzelnen Rippen und der Crista iliaca: Häufigkeit der Anheftung in % ausgedrückt.

Dazu kommen noch eine Reihe von Fällen (in 7%), bei denen wohl noch die Zacke für eine zwölfte Rippe vorhanden war; sie besass aber keine Anheftung an der Rippe, da deren vorderes Ende sich infolge Verkürzung zurückgezogen hatte. Die Anheftung erfolgte dann in der Regel an der Faszie des M. obliquus abdominis externus; bei einem 35jährigen Mann war rechts ein gut ausgebildeter, 2½ cm langer Sehnenbogen vorhanden, der sich von der Faszie des M. obliquus abdominis externus zur Pars iliaca des Latissimus dorsi erstreckte und einer kräftigen Muskelzacke Anheftung bot. Die Befestigung all dieser Zacken an der Muskelfaszie erfolgte stets nahe oder wenige Zentimeter vor dem ventralen Ende der zwölfte Rippe in der Richtung der direkten Fortsetzung derselben.

Fig. 8 stellt alle Formen dar, unter welchen der costale Ursprung des Latissimus dorsi in Erscheinung trat und in welcher Häufigkeit. Die Befunde sind derart geordnet, dass die an der kranialen Grenze übereinstimmenden Objekte je zu einer Gruppe vereinigt wurden. Über die Häufigkeit der einzelnen Typen orientiert Fig. 8 genügend; grösseres Untersuchungsmaterial wäre notwendig, um eventuelle Gesetzmässigkeiten erkennen zu können. Es sind zwei Faktoren, welche die grosse Variabilität der Costalursprünge, d. h. deren ungleiche

Anzahl und ihre Anheftung an verschiedenen Rippen bedingen: die Verschiebung der kranialen und der kaudalen Ursprungsgrenzen. Beide unterstehen wiederum bestimmten Einflüssen, die für die erstere

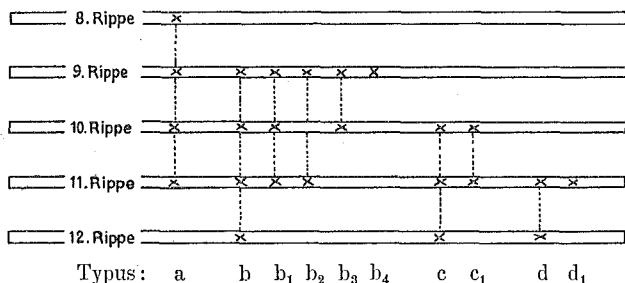


Fig. 8. Anheftung der Latissimuszacken an den einzelnen Rippen. Schematisch. Jede Muskelzacke ist durch ein \times dargestellt, die Typen mit gleichem kranialen Ursprung zu Gruppen vereinigt, die Häufigkeit ihres Vorkommens in % ausgedrückt.

uns einstweilen unbekannt sind, während letztere als direkt abhängig vom Umformungsprozess des Thorax angesehen werden muss.

Die kraniale Grenze des Ursprungsgebietes fällt auf die Rippen acht bis elf, in den meisten Fällen auf die neunte oder zehnte Rippe, bei beiden Serien (d. i. das Material je eines Jahrganges) in wechselndem Verhalten. Nach Fig. 9 entspringt bei Serie I die erste Rippenzacke in 35 % von der neunten Rippe, bei Serie II in 66 %; umgekehrt bietet in 54 bzw. 32 % die zehnte Rippe Ursprung für die kranialste Zacke des Latissimus. Durchschnittlich unter hundert Fällen (die übrigen Objekte konnten nicht mitverwendet werden, da der Zustand wegen äusserer Ursachen nicht einwandfrei festzustellen war) entspringt die erste Latissimuszacke dreimal von der achten Rippe, 49-mal von der neunten, 41 mal von der zehnten und dreimal von der elften Rippe. Der Befund bei den beiden Serien zusammen zeigt somit zwingend, dass das er-

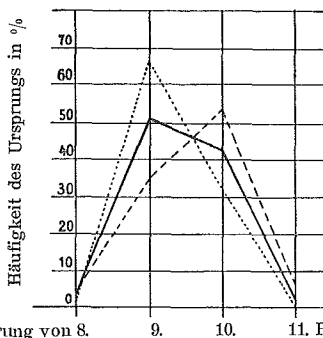


Fig. 9. Kraniale Ursprungsgrenzen des Latissimus dorsi. Häufigkeit der Anheftung der ersten Rippenzacke von den verschiedenen Rippen. --- Serie I } durch das ungleiche Verhalten beider Serien zeigt sich der durchschnittliche Zustand — weit entfernt von einer Konstanten.

haltene Mittel nur bedingten Wert hat, da es weit entfernt ist von einer Konstanten.

Verschiedene Ursachen mögen zu der grossen Variabilität dieses Merkmals beitragen. So ist die Ansicht nicht von der Hand zu weisen, ob eine Ausdehnung des Ursprungsgebietes kranialwärts nicht in Kompensation erfolgen könne gegen den Verlust kaudalwärts ausfallender Rippenzacken. Bei der Reduktion der zwölften (und elften) Rippe fallen diese als Ursprungsgebiet nach und nach in Wegfall; analog den Gebietsverschiebungen bestimmter Muskelgruppen an andern Stellen würde auch hier die bekannte Erscheinung möglich sein: Verlust eines alten Gebietes ruft Neuerwerb an anderer Stelle hervor. Zudem würde es sich im gegebenen Falle nicht um eine eigentliche Neuerwerbung handeln, sondern um die Behauptung eines in der Ontogenie in der Regel vorübergehend in Besitz befindlichen Gebietes. Stützend für diese Ansicht wäre, dass Fälle mit Ursprung von der achten Rippe die progressivsten Thoraxformen aufweisen (sechs sternale Rippen, fehlende oder stark reduzierte zwölfte Rippen). Neben solch rein morphologischen Ursachen können sich auch mechanisch begründete Momente geltend machen: ob verschiedene Muskelstärke zur Anzahl von Ursprungszacken in Korrelation steht, ist nicht ausgeschlossen. Wahrscheinlich üben verschiedene Faktoren ihren Einfluss aus, morphologische und physiologische, und erschweren durch ihre Wechselwirkung die Erkenntnis des Geschehens.

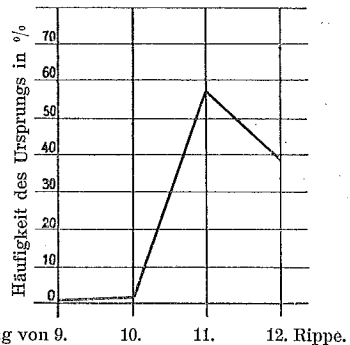
Während die kraniale Ursprungsgrenze des Latissimus dorsi so sehr schwankt und die Anzahl der Ursprungszacken eine ungleiche ist, so macht sich in der kaudalen Ursprungsgrenze eine Gesetzmässigkeit geltend, die überrascht. Die von der zwölften Rippe entspringende Latissimuszacke ist sehr inkonstant, ja man kann für unser Zürcher Material sagen, sie stehe auf dem Aussterbeetat: in 61 % ist sie zurückgebildet, in 7 % hat sie sich erhalten, ihre unmittelbare Anheftung aber eingebüsst. Im ganzen fand sich folgendes Verhalten:

letzte Latissimuszacke an der 12. Rippe in 39 %	
" " " Stelle einer	
12. Rippe von Faszie des Obl. abd. ext. in 7 %	} 58 %
letzte Latissimuszacke an der 11. Rippe in 51 %	
" " " " 10. " " 2 %	
" " " " 9. " " 1 %	

Wenn wir die in Rückbildung begriffene Zacke, welche von der Faszie des M. obliquus abdominis externus entspringt, nicht als vollwertig ansehen, was sie auch in der Tat nicht mehr ist, so fällt die Anheftung der letzten Rippenzacke in der Mehrzahl der Fälle, nämlich

in 58%, auf die elfte Rippe. Fig. 10 soll veranschaulichen, an welchen Rippen und in welcher Häufigkeit die kaudalste Rippenzacke des Latissimus dorsi entspringt. Das dort dargestellte Verhältnis darf nahezu ein konstantes genannt werden: das zu Grunde liegende Material setzt sich aus zwei Untersuchungsserien zusammen, die vom gegebenen Mittel um höchstens zwei Prozent abweichen.

Die in der Konstanten sich äussernde Wiederholung ganz bestimmter Verhältnisse findet ihre Erklärung, wenn wir die Rippenursprünge des Latissimus in Beziehung bringen zum Umformungsprozess des untern Thoraxendes. Gehen wir vom ursprünglichen Zustand aus, dem Bestehen von zwölf Rippen (von denen die letzte noch nicht reduziert ist) und dem Vorhandensein von Latissimuszacken von der neunten (zehnten oder elften) bis zwölften Rippe. Phylogenetische und ontogenetische Tatsachen sprechen für eine ursprünglich regelmässige Anlage der zwölften Rippenzacke; nur wenn eine Pars iliaca fehlt, wäre eventuell auch das Fehlen



Ursprung von 9. 10. 11. 12. Rippe.

Fig. 10. Kaudale Ursprungsgrenze des Latissimus dorsi. Anheftung der letzten Rippenzacke von den einzelnen Rippen: in beiden Serien erfolgte sie in der durch die Kurve ausgedrückten Häufigkeit.

einer solchen zu erklären. Mit

Ursprung der kaudalsten Latissimuszacke	Mittlere Länge der 12. Rippe
in 39% an 12. Rippe	14,6 cm (= 31,3% des Rippenbogens)
in 58% an 11. Rippe	9 cm (= 20,7% des Rippenbogens)
in 3% an 10. Rippe	2 cm (= 3,3% des Rippenbogens)

Fig. 11. Correlation zwischen Länge der 12. Rippe und Ursprung der letzten Rippenzacke des Latissimus dorsi: mit der Reduktion der kaudalen Rippen verschiebt sich der Muskelursprung kranialwärts.

der Rückbildung der letzten Rippen, bezw. mit der Umformung des Thorax, geht nun Hand in Hand eine Einbusse an Ursprungsgebiet für den Latissimus dorsi. Dass dieses Moment in der Hauptsache, ja vielleicht einzig massgebend ist für den Verlust der kaudalen Latissimuszacken, beweist die auffallende Korrelation zwischen der Zahl der Rippe, welche die letzte Zacke trägt, und ihrer Länge (Fig. 11). In allen Fällen, wo der Latissimus von der zwölften Rippe eine fleischige Zacke empfängt, ist die Rippe sehr lang (durchschnittlich 14,6 cm); trägt die elfte Rippe die letzte Ursprungszacke, so ist die 12. Rippe bedeutend kürzer (9 cm); bei den progressivsten Zuständen, wo weder zwölfte noch elfte Rippe dem Latissimus Ursprung gewähren, ist die zwölfte Rippe stark rückgebildet oder fehlend. Folgende Tabelle (Tab. 14) zeigt dieses Ver-

Tabelle 14.

Korrelation zwischen Länge der 12. Rippe und Ursprung der letzten Rippenzacke des Latissimus dorsi.

Letzte Rippenzacke entspringt an der	Länge der 12. Rippe					
	absolut			in % des Rippenbogens		
	Serie I	Serie II	Mittel	Serie I	Serie II	Mittel
12. Rippe	14,3 cm	15 cm	14,6 cm	31 %	31,4 %	31,3 %
11. Rippe	8,9 cm	9 cm	9 cm	20,5 %	20,8 %	20,7 %
10. Rippe	—	—	2 cm	—	—	3,3 %

halten in seiner Beständigkeit, beide Untersuchungsserien weichen kaum voneinander ab; die Länge der zwölften Rippe, ausgedrückt in Prozenten des Rippenbogens, beleuchtet das Gesagte besonders deutlich.

Ist also eine wirkliche Ursprungszacke an der zwölften Rippe vorhanden, so ist ein primitiver Zustand gegeben, trägt dagegen die zehnte Rippe die letzte Zacke, so zeigt der Befund progressiven Charakter; die dazwischen liegenden häufigeren Fälle bieten allmähliche Übergänge. Ein weiterer Beweis für die Abhängigkeit der Costal-Ursprünge des Latissimus dorsi vom Umformungsprozess des Thorax liegt in der Korrelation dieses Merkmals mit der Zahl von Sternalrippen (Tab. 15): 89 % der Objekte mit acht sternalen Rippen wiesen eine wohlausgebildete Zacke an der zwölften Rippe auf; bei einem ist diese rückgebildet, es ist dies jenes Individuum, bei welchem rechts acht, links sieben Rippen das Sternum erreichten. Nach dem

Tabelle 15.

Korrelation der Rippen-Ursprünge des Latissimus dorsi
zur Zahl sternaler Rippen.

Letzter Rippen- ursprung von	8 sternale Rippen	7 sternale Rippen	6 sternale Rippen
12. Rippe	89 %	34 %	—
11. Rippe	11 %	66 % (58 + 8 %)	—
10. Rippe	—	—	100 %

Gesagten schreitet die Rückbildung am ventro-kranialen Teil des unteren Thoraxendes langsamer vorwärts als am dorso-kaudalen, und besonders rechterseits macht sich im ersten Abschnitt eine zurückhaltende Tendenz fühlbar. Dadurch ist leicht erklärlich: beiderseitiger Verlust der zwölften Rippenzacke, kombiniert mit links sieben, rechts acht sternalen Rippen. Mit dem Zustand von sechs Sternalrippen vergesellt sich stets der Verlust der zwölften und elften Rippenzacke. Bei sieben sternalen Rippen findet sich eine solche an der zwölften Rippe noch in 34 %, in den übrigen Fällen hat sie den Zusammenhang mit ihr verloren (8 %), oder sie ist ganz verschwunden (58 %), so dass die elfte Rippe die letzte Latissimuszacke trägt (66 %). Die Korrelation zwischen kaudaler Ursprungsgrenze des Latissimus und der Zahl von Sternalrippen ist weniger in die Augen fallend als die vorhin erwähnte Beziehung zur Länge der zwölften Rippe, denn die Intensität, mit welcher der Umformungsprozess des Thorax vor sich geht, nimmt gegen das Sternum hin ab.

Einen weiteren Beleg für den primitiven bzw. progressiven Charakter dieser Merkmale bieten ihre Beziehungen zu der Zahl fluktuierender Rippen. Tabelle 16 zeigt, dass in der Mehrzahl der Fälle (86 %), wo die zwölfte Rippe eine Latissimuszacke trägt, die

Tabelle 16.

Korrelation der Rippen-Ursprünge des Latissimus dorsi
zu erster freier Rippe.

Letzter Rippen- ursprung von	Erste freie Rippe ist		
	11. Rippe	10. Rippe	9. Rippe
12. Rippe	86 %	27 %	10 %
11. Rippe	14 %	73 %	70 %
10. Rippe	—	—	20 %

elfte als erste freie Rippe auftritt; hat die zehnte ihre mittelbare Verbindung mit dem Sternum aufgegeben, so ist der Latissimus seiner Anheftung an die zwölfte Rippe verlustig gegangen (in 73%). In den progressiven Fällen, wo die neunte Rippe fluktuiert, kann sogar neben der zwölften auch die elfte Rippenzacke fehlen.

Rechts und links bestehen im Ganzen dieselben Zustände; man könnte von einer Neigung zu ursprünglicherem Verhalten rechterseits sprechen: in einer kleinen Mehrzahl überwiegen hier die Fälle mit einer zwölften Rippenzacke, dafür spricht auch das häufigere Fehlen der Pars iliaca auf der rechten Seite ($r:1=5:2$). Ob darin ein Einfluss der Rechtshändigkeit zu erblicken ist, oder ob die früher erwähnte rückhaltende Tendenz auf der rechten Seite sich auch hierdurch Geltung verschafft, oder ob es nur Zufälligkeiten sind, vermag ich an Hand dieses Materials nicht zu beurteilen.

Musculus rectus abdominis: Ursprung und Inscriptiones tendineae.

Vordere Fläche des fünften bis siebenten Rippenknorpels und des Schwertfortsatzes sind in der Regel das Ursprungsgebiet des Musculus rectus abdominis. Es liegt die Frage nahe, ob mit der Rückbildung der ventralen Rippenenden am untern Thoraxrand nicht eine Verschiebung des Rectus abdominis-Ursprungs verknüpft sei. Als Ausgangspunkt diene uns die Tatsache, dass das Primäre ein hoher Ursprung ist: in der Primatenreihe kann der Rückzug des Muskels von der ersten über die folgenden bis zur fünften Rippe verfolgt werden. In den Fällen, wo der M. rectus abdominis nun beim Menschen noch von der vierten Rippe (event. nach Beobachtungen von Le Double 1897, 312 noch von der 3. oder 2. Rippe) eine Ursprungszacke erhält, werden wir mit Recht von einem primitiven Zustand sprechen dürfen, während die ebenfalls nicht seltenen Fälle mit erster Zacke von der sechsten Rippe progressiv zu deuten sind. Bei unserem Zürcher Material verteilte sich die erste Ursprungszacke auf die verschiedenen Segmente nach Tabelle 17. Auf den ersten Blick er-

Tabelle 17.

Ursprung des M. rectus abdominis.

Ursprung des M. rectus abdominis			
	total	rechts	links
von 4. Rippe	5 %	4 %	6 %
von 5. Rippe	91 %	88 %	94 %
von 6. Rippe	4 %	8 %	0

scheint es merkwürdig, dass die progressiven Formen sämtlich auf die rechte Seite entfallen, links war bei keinem der Individuen der Ursprung auf die sechste Rippe verschoben; ferner überrascht ein Überwiegen des primitiveren Zustandes linkerseits mit Ursprung von der vierten Rippe. Bei den bisher untersuchten Merkmalen war es stets die rechte Seite, welche gegenüber der linken eine rückhaltendere Tendenz bekundete, hier umgekehrt. Zudem vergesellen sich die ersteren Fälle meist mit dem Zustand von acht Sternalrippen, auch mit dem Vorkommen von total dreizehn Rippen, während umgekehrt der *M. rectus abdominis* von der vierten Rippe entspringt bei Brustkörben, die stärkere Rückbildung aufweisen. Woher der scheinbare Widerspruch? Der ursächliche Zusammenhang mag folgender sein: 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 acht Sternalrippen, dreizehn Rippen), so kann der Muskel der ihm innewohnenden Tendenz gemäss seinen Ursprung kaudalwärts verschieben, er findet stets noch genügend Boden. Beim umgekehrten 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 vierten Rippe mit einem Teil seines Ursprungs Halt machen, und somit verbindet sich in solchen Fällen ein progressives Verhalten der Thoraxwand mit regressivem der Muskulatur. Dass Fälle mit Ursprung von der sechsten Rippe nur auf der sonst konservativen rechten Seite zu treffen waren, lässt sich auf Grund des Gesagten leicht erklären.

Die ermittelten Beziehungen zwischen Thoraxrückbildung und Ursprung des *Rectus abdominis* regen zu der Frage an, ob nicht auch eine Korrelation vorhanden sei zwischen ihr und den *Inscriptiones tendineae* dieses Muskels. Durchschnittlich finden wir auf einer Seite drei wohlausgebildete und in achtzig Prozent noch je eine reduzierte Zwischensehne; es möge vorausgenommen werden, dass rechts und links durchschnittlich gleiche Verhältnisse bestehen. Die unterhalb des Nabels gelegene *Inscriptio*, welche in der Mehrzahl der Fälle fehlt, und wenn vorhanden, meistens zurückgebildet ist, interessiert uns in diesem Falle nur wenig, ebenso die fast regelmässig in die Höhe des Nabels fallende. Dem Feld unserer Untersuchung näher liegen die über dem Nabel auftretenden, von denen wir die kranialwärts des Rippenbogens gelegene als *thoracale*, die zwischen Rippenbogen und Nabel sich regelmässig vorfindende als

abdominale ansprechen. Letztere tritt in fast einem Drittel der Fälle doppelt auf, sei es als in zwei wohlausgebildeten oder in einer solchen vergesellt mit einer reduzierten. Tabelle 18 orientiert über

Tabelle 18.

Inscriptiones tendineae des M. rectus abdominis.

Inscriptio tendinea	fehlt	vorhanden			
		reduziert	in Einzahl	mehr als 1	
über Nabel {	thoracal	8 %	37 %	49 %	6 %
	abdominal	—	2 %	71 %	27 %
in Höhe des Nabels		5 %	8 %	87 %	—
unterhalb Nabel		43 %	38 %	17 %	2 %

Anzahl und Verteilung der Inskriptionen; da wo mehr als eine in einer der angegebenen Regionen auftritt, wurde nicht weiter darauf Rücksicht genommen, ob diese zweite vollständig ausgebildet oder teilweise reduziert ist.

Fassen wir die Frage ins Auge, ob in der Zahl oder Verteilung der Inskriptionen ein Unterschied bestehe, wenn der Muskel einen hohen oder tiefen Ursprung aufweist, so zeigen die extremen Fälle mit Ursprung von vierter und sechster Rippe, dass keine Korrelation vorhanden ist. Vergleichen wir dieselben mit einem Merkmal, das uns einen untrüglichen Schluss gestattet auf den Stand der jeweiligen Thoraxreduktion, z. B. mit der Anzahl der Sternalrippen, so fehlen auch hier bestimmte Beziehungen. Anzahl und Verteilung der Zwischensehnen unterliegen scheinbar keiner Regel, jedenfalls stehen sie nicht in Korrelation zu den Rückbildungserscheinungen am untern Thoraxende. Das einzige, was sich als unmittelbare Folge des Reduktionsprozesses anführen liesse, es ist aber durchaus äusserlicher Natur, ist der Umstand, dass bei reduzierter vorderer Thoraxwand sogenannte thorakale Inskriptionen zu abdominalen werden. Bei einigen Individuen liess sich diese Verschiebung besonders deutlich wahrnehmen, da die beiden Seiten mit den verschiedenen Zuständen behaftet waren. Links war die Rückbildung der vorderen Rippenenden weiter gediehen als rechts, die Verteilung der in gleicher Höhe liegenden Inskriptionen war folgende:

Rechts: 1 an der Grenze (d. h. auf Rippenbogen gelegen) und 1 abdominale; links zwei abdominale.

Rechts: 1 thoracale und 1 abdominale; links: 1 an der Grenze und 1 abdominale.

Rechts: 1 thoracale und 1 an der Grenze; links: 1 an der Grenze und 1 abdominale.

Um ein abschliessendes Urteil über diese Verschiebungen der Inscriptiones in Beziehung zur Thoraxumformung geben zu können, sollte die Homologie der einzelnen Zwischensehnen vorerst festgestellt sein. Ohne die Kenntnis der Innervation der dazwischen gelegenen Muskelsegmente ist dies aber unmöglich. Wie die in Nabelhöhe gelegene Inscriptio drei ganz heterogene Inskriptionen repräsentieren kann (Ruge 1892, 403), so ist Ähnliches für die kranialwärts gelegenen Zwischensehnen anzunehmen. Nicht selten ist eine thoracale Inscriptio scheinbar reduziert, sie durchsetzt nur die laterale Hälfte oder zwei Drittel des *M. rectus thoraco-abdominalis*, was bei genauerer Untersuchung gerade die Muskelmassen kranialer Ursprungszacken betrifft (z. B. von fünfter und sechster Rippe), während die letzte Rippenzacke (von siebenter Rippe) keine Zwischensehne aufweist. Ob in solchen Fällen die Inscriptio wirklich eine reduzierte ist, welche ursprünglich die ganze Breite des Muskels durchsetzte, oder ob sie aus weiter kranialwärts gelegenen Gebiete stammt, und mit der in der Primatenreihe kaudalwärts erfolgten Verschiebung des Ursprungs sich in gleicher Richtung verschoben hat, bleibe speziellen Untersuchungen überlassen.

Einfluss der Thoraxumformung auf den Ursprung des Zwerchfells.

Die Umformungen am Rumpfskelett müssen naturgemäss die costo-sternalen Teile des Zwerchfells beeinflussen, da diese am untern Thoraxrand entspringen. Bekannt ist (Eisler 1912, 543), dass die Zacke von der zwölften Rippe, ebenso der Sehnenbogen zwischen elfter und zwölfter Rippe fehlen kann, dass ferner grössere und kleinere Bündel ihren Ursprung auf die Faszie des *Musc. transversus abdominis* verlegen, auf das Feld zwischen *Proc. xiphoides* und Rippenbogen. Es ist einleuchtend, dass der Verlust der Zacke von der zwölften bzw. auch der Ursprungspartie von elfter zu zwölfter Rippe eine Folge ist der Rückbildung der zwölften Rippe, dass bei reduzierter oder gar fehlender Rippe ein solcher Ursprung überhaupt nicht vorkommen kann. Ebenso wie diese Abweichungen eine Folge sind der am Skelett sich abspielenden Umformungsprozesse, ebenso möchten wir die Absprengung gewisser ventraler Ursprungsteile des Zwerchfells als weitere Folgeerscheinung derselben auffassen.

Die Form und Stärke, in der diese abgespaltenen Muskelbündel auftreten, ist eine verschiedene; es sind oft nur schwache, dünne

Muskelzüge, wiederum geschlossene, oft kräftige Muskelplatten, welche das Feld zwischen Proc. xiphoides und Rippenbogen zum Teil oder vollständig einnehmen. Ihr Ursprung reicht verschieden weit kaudalwärts; er kann sich bis fünf Zentimeter von der Spitze des Proc. xiphoides entfernt einstellen; in einigen Fällen betrug die Längenausdehnung der freien, d. h. vom Rippenbogen nicht bedeckten Muskelplatte bis zu sieben Zentimeter. Die Anheftung erfolgt stets auf der Dorsalseite der Fascia transversa, der Muskel liegt naturgemäss unter dem M. transversus abdominis direkt auf dem Peritoneum. Entweder strahlen die Bündel dieser Muskelzüge auf der Faszie frei aus, in der Hauptsache unter sagittalem Verlauf, die Enden divergieren dann meist etwas kaudalwärts, oder in weniger häufigen Fällen entspringen sie von einem Sehnenbogen, der sich in wechselnd starker Ausbildung vom Proc. xiphoides zum Rippenbogen erstreckt. Immer konvergieren die Bündel gegen das Centrum tendineum hin, in das sie in geschlossenen Zügen übergehen. Links sind sie meist

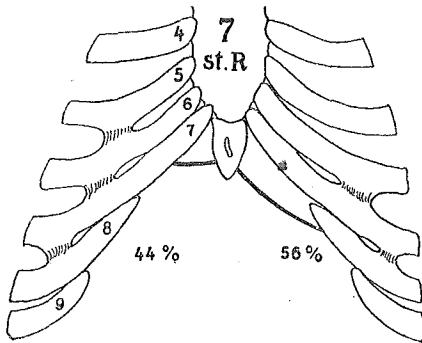


Fig. 12. Sterno-costale Ursprungsgrenze des Zwerchfells bei Brustkörben mit 7 ster-nalen Rippen.

rechts: der als Norm erkannte Zustand (44%) mit Ursprung vom Proc. xiphoides, 7., 8., 9. . . . Rippe u. s. w.

links: in 56% haben sich Muskelzüge vom Rippenbogen abgespalten; sie gehören in der Mehrzahl der Fälle (74%) der achten Rippe an.

kräftiger als rechts, wie sie auch linksseitig häufiger in Erscheinung treten. Möglich, dass die Nachbarschaft des Herzens damit in ursächlichem Zusammenhang steht und gegen ein proximales Vorrücken des sterno-costalen Ursprungs hemmend wirkt.

Unter sechzig Leichen fanden sich solche abgesprengte Ursprungszacken stärkerer oder schwächerer Ausbildung 69 mal, d. i. in 57,5%. Auf die 120 Seiten verteilt, fallen auf die rechte 48%, auf die linke 67%. Es darf wohl betont werden, dass die ungleiche Höhenlage dieser Zwerchfellsteile nicht auf physiologische Verschiebungen

zurückzuführen ist. Das Alter hat keinen Einfluss auf ihr Vorkommen, da junge Individuen in gleicher Häufigkeit solche aufweisen wie ganz alte, ferner ist weder das eine noch das andere Geschlecht häufiger davon betroffen, noch besteht eine Korrelation gegenüber verschiedener Rumpflänge.

Fig. 12 stellt rechts den als Norm in den Lehrbüchern angeführten Zustand schematisch dar, bei dem die Ursprungsgrenze des Zwerchfells vom Proc. xiphoides auf die siebente Rippe übergreift;

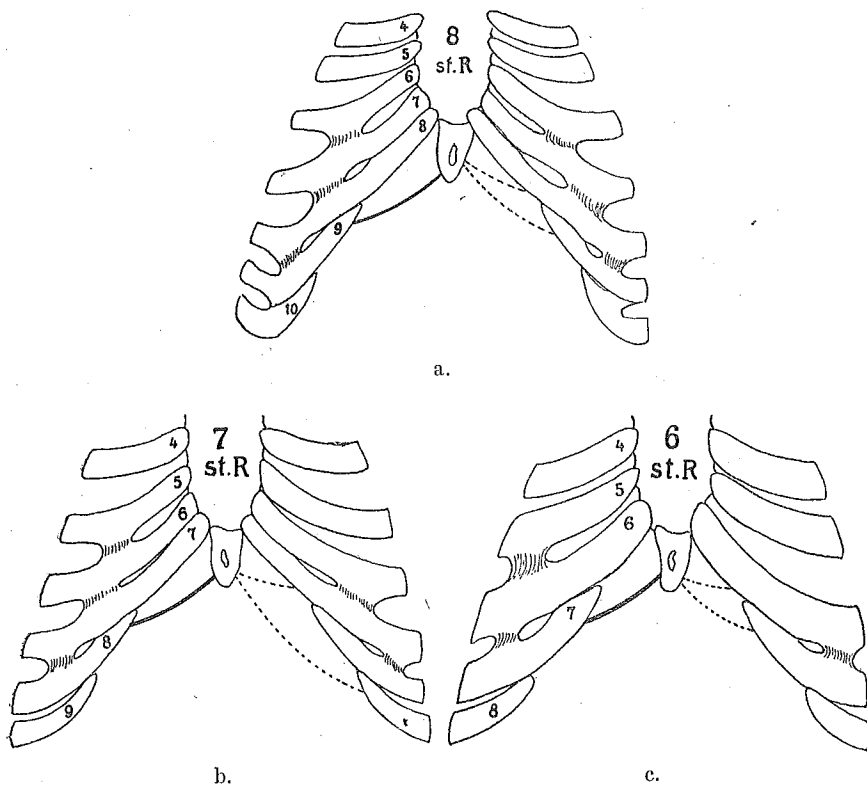


Fig. 13. Sterno-costale Ursprungsgrenzen des Zwerchfells bei Brustkörben mit 8, 7 und 6 sternalen Rippen.

rechts: Die Zugehörigkeit der abgesprengten Zwerchfellszacke zur 9., 8., bzw. 7. Rippe bei phylogenetisch verschiedenen Zuständen wird schematisch dargestellt. links: Variabilität in der Ausdehnung der kaudalwärts ausstrahlenden abnormen Muskelbündel.

Man beachte zugleich die verschiedene Häufigkeit des Auftretens von Articulationes interchondrales bei primitiven und progressiven Thoraxformen, ferner die Verschiebung im Auftreten derselben von rechts kranial nach links kaudal.

dieser Zustand findet sich bei unserm Zürcher Material bei Individuen mit sieben Sternalrippen in 44%; links ist auf derselben Figur das durchschnittliche Verhalten der übrigen 56% eingezeichnet: Zwerchfellsteile, ihres skeletogenen Ursprungs durch Reduktion der achten Rippe verlustig geworden, strahlen frei aus, immerhin derart, dass

ihre frühern Beziehungen zum Rippenbogen deutlich sind und in 74% der achten Rippe angehört haben.

Ein Zusammenhang mit dem Umformungsprozess am Thorax scheint sichergestellt: Bei sechs sternalen Rippen finden wir immer solch abgesprengte Ursprungszacken, bei sieben und acht Sternalrippen je in 56%. In den meisten Fällen lässt der Zustand einwandfrei erkennen, von welcher Rippe das betreffende Muskelbündel abgesprengt ist, d. h. an welcher Rippe sein Ursprung stattgehabt, bevor die Rippe sich auf den momentanen Stand reduziert hat. In der Mehrzahl der Fälle war der abgesprengte Muskelteil der ersten asternalen Rippe zugehörig. Bei acht sternalen Rippen streben durchschnittlich die Muskelbündel der neunten, bei sieben Sternalrippen der achten, und bei sechs dem Sternum mittelbar verbundenen Rippen der siebenten Rippe zu. Auf Fig. 13 a—c rechts ist je durch den dicken Strich die Zugehörigkeit der freien Zwerchfellszacke zum Rippenbogen bei phylogenetisch verschiedenen Zuständen schematisch angedeutet; links deuten die beiden punktierten Linien den verschiedenen Grad der Ausdehnung an, nach welchem die Muskelplatten kaudalwärts reichen können. Dabei ist zu bemerken, dass die Variabilität, die sich innerhalb jeder der drei Gruppen geltend macht, in direkter Abhängigkeit zu den verschiedenen phylogenetischen Entwicklungsstufen der betreffenden Thoraxform steht, dass z. B. beim Zustand von sieben sternalen Rippen bei Thoraxformen mit sonst progressiven Merkmalen (stark reduzierter zwölfter Rippe, neunte Rippe fluktuierend u. a.) der Zwerchfellursprung weniger weit kaudalwärts ausgreift als bei primitiveren Formen, wo derselbe bis zur neunten Rippe sich ausdehnen kann. Das Zwerchfell, so dürfen wir wohl daraus schliessen, beteiligt sich nur zögernd am Umformungsprozess; das spricht sich ferner in der Tatsache aus, dass bei acht Sternalrippen abgesprengte Muskelteile ebenso häufig vorkommen wie bei sieben, vor allem aber darin, dass überhaupt in so hohem Prozentsatz diese Zeugen einer früher weit kaudalwärts reichenden Ursprungsausdehnung anzutreffen sind.

Bei aller Verschiedenheit der einzelnen Zustände muss uns auffallen, dass die vom Rippenbogen losgelösten Muskelzacken meistens der ersten asternalen Rippe angehören, somit der ventrale Teil des Zwerchfellursprungs ziemlich konstant durch eine Linie gegeben ist, welche Proc. xiphoideus mit erster asternaler Rippe verbindet. Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass, wie später (S. 50) weiter ausgeführt werden soll, die Länge der Sterna bei progressiven und primitiven Thoraxformen sich gleichbleibt, dass ferner die Höhe des Thorax in

keiner Korrelation steht zum Umformungsprozess, dann wird verständlich, dass sich das Diaphragma in seinem Ursprungsverhalten auf die dargestellte Weise den gegebenen Verhältnissen anpassen muss. Trotzdem nun innerhalb des Genus Homo die absolute Thoraxhöhe sich kaum oder nur wenig verschiebt und infolgedessen der Zwerchfellursprung als an den untern Thoraxrand gebunden in seiner absoluten Höhenlage ziemlich konstant ist, kann die morphologische Verschiebung der Zwerchfellzacken eine ganz beträchtliche werden, ja sie beträgt innerhalb unseres kleinen Materials volle zwei Segmente.

Wenn wir zusammenfassend diejenigen Momente ins Auge fassen, welche in ihrer Wechselwirkung die bestehenden Zustände zu schaffen berufen sind, so sind es in der Hauptsache zwei Faktoren, die sich in ihren Folgeerscheinungen auch in diesem Gebiet Geltung verschafft haben: 1. Der Verkürzungsprozess des Rumpfes, der innerhalb der Primatenreihe sich vollzieht und uns als Zeugen diese Muskelplatten hinterlässt, Zwerchfellsteile, die durch die Verkürzung des Thorax den skeletogenen Ursprung eingebüsst haben; 2. der Umformungsprozess innerhalb des Genus Homo, der, ohne die äussere Gestalt des Brustkorbes zu beeinflussen, rein morphologisch wirksam die direkte Weiterführung phylogenetischer Entwicklung darstellt und uns als Folgeerscheinung die Verschiebung von Zwerchfellteilen um ein, ja zwei Segmente hinterlässt, eine Verschiebung, die wiederum morphologischer Natur ist, indem sie sich nicht mit einer Verschiebung des absoluten Höhenstandes des Diaphragma vergesellt.

Äussere Form des Thorax.

Die Umformung der vorderen Thoraxwand durch Rückbildung der ventralen Rippenenden am unteren Rande des Brustkorbes legt die Frage nahe, ob nicht auch das Sternum als Produkt medialer Rippenteile (Ruge 1880, 381) von der Tendenz zur Verkürzung ergriffen sei. Um eine eventuelle Abhängigkeit der Länge des Brustbeins von der ganzen Rumpflänge (Entfernung zwischen *Incisura jugularis sterni* und Oberrand des *Symphysis ossium pubis*) auszuschalten, wurden beide Merkmale zueinander in Beziehung gebracht, auf Fig. 14 schematisch dargestellt. Dabei zeigt sich die interessante Tatsache, dass bei Abnahme der Rumpflänge die Länge des Brustbeins (*Corpus sterni* ohne *Proc. ensiformis*) sich nahezu gleichbleibt, also haben grosse Individuen relativ kleine, kleine Individuen verhältnismässig grosse Sterna. Die Variabilität derselben ist absolut eine sehr geringe, relativ, d. h. in Prozenten der Rumpflänge ausgedrückt,

eine beträchtliche; doch fällt letzteres ganz zu Lasten der ausserordentlich verschiedenen Rumpflängen. Folgende Tabelle bringt die

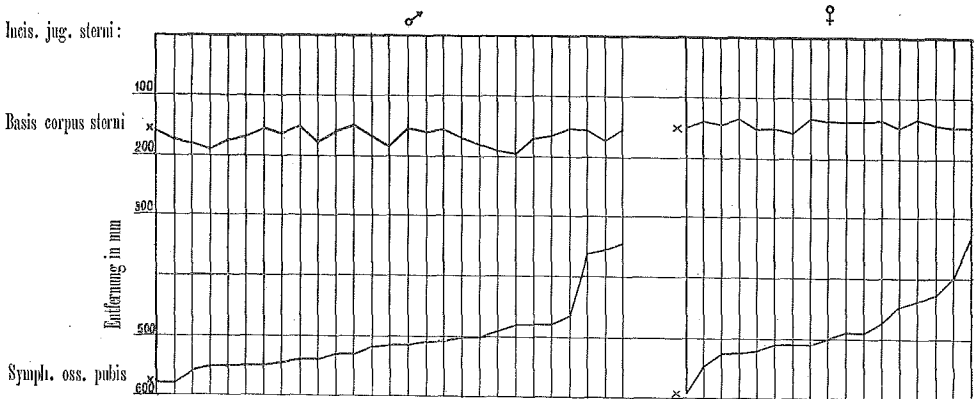


Fig. 14. Korrelation zwischen Länge des Sternum und Rumpflänge; beide Grössen in absoluten Massen, nach den Geschlechtern getrennt, graphisch dargestellt. Bei sehr verschiedenen Rumpflängen bleiben sich die Sterna nahezu gleich.

absoluten Masse der Sterna in Millimetern, die relativen in Prozenten zur Rumpflänge ausgedrückt, zur Darstellung (Tabelle 19).

Die Tabelle zeigt zugleich, dass ein beträchtlicher Unterschied im Verhalten beider Geschlechter besteht: bei Frauen sind die Sterna

Tabelle 19.

Länge des Brustbeins bei beiden Geschlechtern.

Länge des Sternum	absolute Länge in mm			in % zur Rumpflänge		
	min.	max.	Mittel	min.	max.	Mittel
bei Männern	150	195	168	27	50	35
bei Frauen	135	160	145	25	45	30

durchweg kleiner als bei Männern, absolut und relativ. Martin (1914, 972) erwähnt die bedeutende Geschlechtsdifferenz, sie soll (nach Henschen s. Martin) durch die Einwirkung der enganliegenden weiblichen Kleidung verursacht werden. Ob nicht eher eine Anpassung in dieser Erscheinung liegt, da sie auch bei primitiven Völkern auftritt, bleibe dahingestellt. Die Variationsbreite in der Länge der Sterna scheint nach Henschen (1914, 655) bedeutend grösser zu sein; er gibt an für Männer Unterschiede von 7,9 cm, für die Frau solche von 7,5 cm (gegen 4,5 bzw. 2,5 cm unserer Untersuchung). Das rührt wohl

daher, dass Henschen in seinem Masse den Proc. xiphoidens mitverwendet hat, während wir diesen, als sehr variables Gebilde, bei der Messung ausgeschaltet haben.

Wenn bei solch differenten Rumpflängen, wie sie unser Material aufweist, die Brustbeinlänge kaum variiert, so müssen schwerwiegende Gründe zu solchem Verhalten Anlass geben; wir werden sie in den Nachbarbeziehungen von Herz und Lungen suchen müssen. Ein bestimmtes Mindestmass an Raum ist für diese Eingeweide Voraussetzung. Das erklärt uns auch den Widerstand, der sich im Rückbildungsprozesse von der dorso-kaudalen zur ventro-kranialen Thoraxwand bemerkbar machte. Der Widerstand erreicht sein Maximum am Sternum: dieses scheint sich an der ganzen Bewegung nicht zu beteiligen. Nach Tabelle 20 sind bei acht sternalen Rippen nicht,

Tabelle 20.

Absolute Länge des Sternum zur Anzahl von Sternalrippen bei beiden Geschlechtern.

Mittl. Länge des Sternum in mm	Zahl sternaler Rippen		
	8 st. R.	7 st. R.	6 st. R.
bei Männern	183	167	175
bei Frauen	140	145	--

wie man erwarten dürfte, besonders grosse, noch bei nur sechs Brustbeinrippen kürzere Sterna anzutreffen.

Dem gegenüber ist es nicht unwahrscheinlich, dass der Umformungsprozess des Thorax in etwelcher Beziehung stehe zur Rumpflänge. Die Loslösung der Rippen vollzieht sich nämlich bei geringer Rumpflänge eher an kranialeren Segmenten, bei bedeutender Rumpflänge fand sich vorzugsweise ein ursprünglicher Zustand, es waren nur die elfte und zwölfte (seltener auch schon die zehnte) Rippe fluktuierend. Allerdings tritt diese Korrelation nicht durchweg auf. Es ist vielmehr nur eine durch den Verkürzungsprozess erworbene Tendenz bestimmter Rippen zur Loslösung aus dem Verband des Rippenbogens, die im einen Fall begünstigt, im andern, wenn nicht gehemmt, so doch unbeeinflusst bleibt. Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass bei gleichbleibender vorderer Brustwand (Sternum) die Rumpflänge fast auf das Doppelte ansteigen kann (Fig. 14), so scheint bei Individuen mit kleiner Rumpflänge die Beweglichkeit des Thorax eher geringer zu sein als bei grosser Rumpflänge. Dass bei den ersteren zwecks

grösserer Beweglichkeit die dem betreffenden Reduktionsstadium entsprechenden Rippen eher aus dem festen Verbande treten, mag eine Erscheinung sein, die, unabhängig vom Rückbildungsprozess, sich ihm nach Bedürfnis anschliesst. Hierzu wäre der früher erwähnte primitive Fall zu rechnen, wo bei acht Sternalrippen die zehnte schon fluktuiert; die Rumpflänge ist bei dem betreffenden Individuum aussergewöhnlich gering.

Fassen wir den Thorax als Ganzes ins Auge, so steht zu vermuten, dass die totale Höhe desselben mit dem Umformungsprozess eine Verschiebung erleidet, die sich allenfalls mit einer Breitenzunahme vergesellt. Unser Material deutet aber auf keinerlei derartige Beziehungen hin. Um diese Frage zu prüfen, wurde der Thorax-Index der einzelnen Individuen zum Vergleich herangezogen (d. i. grösste Thorax-Breite gemessen durch die grösste Höhe desselben, wobei diese ausgedrückt wird durch die projektivische Entfernung zwischen Oberrand der *Incisura jugularis sterni* und dem tiefsten Punkt des Rippenbogens). Der mittlere Index betrug 93,6 (bei einer Variationsbreite von 81 bis 127); Brustkörbe mit acht sternalen Rippen, also ursprüngliche Formen, zeigten einen Index von 83 bis 93, der progressivste Zustand mit nur sechs sternalen Rippen erreicht mit 90 ebenfalls nahezu das Mittel der Befunde. Das Verhältnis von absoluter Höhe und Breite des Brustkorbes steht, so können wir wohl an Hand dieses relativ beschränkten Materials sagen, in keinem Verhältnis zum Umformungsprozess.

Dasselbe gilt für die Höhe des Thorax überhaupt. Um eventuelle Korrelationen mit andern Merkmalen festzustellen, wurde sie vorerst in Beziehung gebracht zur Grösse des Sternum, ferner zur Rumpflänge der betreffenden Individuen. Während die Sterna bei sehr verschiedener Rumpflänge nahezu konstante Länge zeigen, so ist die Thoraxhöhe von der Rumpflänge abhängig: sie steigt und sinkt mit derselben, allerdings in schwächerem Masse als sie. Eine Beziehung zur Thoraxumformung besteht dagegen nicht. Ein Index, gebildet aus der Länge des Sternum und diese gemessen durch die grösste Thoraxhöhe, steigt mit der Abnahme der Rumpflänge infolge der Stabilität des Sternum, er verhält sich aber durchaus indifferent in bezug auf den Umformungsprozess des Thorax. Wenn der mittlere Index 56 beträgt (Variationsbreite 48 bis 69), Brustkörbe mit acht sternalen Rippen einen Index von 60, solche mit sechs Sternalrippen einen solchen von 56 aufweisen, so erhellt daraus, dass mit der morphologischen Verschiebung des untern Thoraxendes kranialwärts nicht zugleich eine Verkürzung des gesamten Brustkorbes voll-

zogen werde. Diese Tatsache wird bestätigt, wenn wir das Verhältnis von Thoraxhöhe zur Rumpflänge prüfen. Infolge der oben erwähnten Korrelation beider Merkmale schwankt der Index nur wenig: die Variationsbreite liegt zwischen 50 und 60, ist im Mittel 55. Bei acht Sternalrippen ist sie 51, also gerade wider Erwarten sehr gering; bei sechs dem Sternum unmittelbar verbundenen Rippen 53, also ein ähnliches Verhältnis wie bei dem primitiven Brustkorb.

Ein weiteres Merkmal der äussern Thoraxform, das auf eventuelle Beziehungen zum Umformungsprozess geprüft werden soll, ist der Angulus infrasternalis (= Angulus epigastricus). Man könnte geneigt sein zu vermuten, dass bei der grossen Beständigkeit des Sternum ein Unterschied bestehe im Winkel, unter dem die letzten Sternalrippen am Brustbein zusammentreffen, in dem Sinne, dass bei einer grössern Zahl sternaler Rippen diese steiler verlaufend dem Sternum zustreben, während bei nur sechs sternalen Rippen diese unter grösserem Winkel sich anheften. Diese Annahme erweist sich aber als irrig. Der Infrasternalwinkel, der übrigens, weil den Leichen, also einem Zustand maximaler Expiration, entnommen, durchschnittlich klein ist, beträgt für unser Material im Mittel 73° bei einer ausserordentlich grossen Variationsbreite (45° bis 105°). Primitive wie progressive Thoraxformen können nun einen kleinen oder grössern Winkel aufweisen, so fanden sich bei acht sternalen Rippen Winkel von einmal 60° und zweimal 90° , bei sechs sternalen Rippen je 50° und 70° . Bei sieben sternalen Rippen waren alle Grössen vertreten nach Alter und Geschlecht in wirrem Durcheinander. Die morphologischen Begebnisse, die für den Thorax charakteristisch sind, haben somit keinen Einfluss auf den Angulus epigastricus. Er steht vielmehr in Beziehung zum Thorax Index, so dass breite Brustkörbe durchschnittlich einen grössern Winkel aufweisen als schlanker gebaute. Wenn wir unser Material in zwei Gruppen ordnen, nach ihrem Verhältnis von Thoraxbreite zu dessen Höhe, so haben die

Fälle mit höherem Index einen durchschnittlichen Winkel von 80° (Variationsbreite 60° bis 105°),

Fälle mit niedrigerem Index einen durchschnittlichen Winkel von 68° (Variationsbreite 45° bis 85°).

Indem wir einige Merkmale der äussern Thoraxform in den Kreis unserer Untersuchung hereingezogen haben, so sind wir uns bewusst, dass das verwendete Material zu diesem Zwecke zu klein ist, um abschliessend urteilen zu können, dass es ferner, obschon nur frische Brustkörbe in Betracht kamen, nicht ganz einwandfrei genannt werden darf. Es mögen bei einzelnen Individuen durch pathologische Pro-

zesse Formveränderungen eingetreten sein; da, wo sie als solche erkannt wurden, blieben die betr. Brustkörbe von der Untersuchung ausgeschaltet, in andern Fällen können sie die Resultate etwas beeinträchtigt haben. Immerhin lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit sagen, dass die morphologischen Veränderungen, die den Umformungsprozess des Thorax kennzeichnen, die äussere Form desselben kaum oder gar nicht beeinflussen. Diese ist das Produkt einer Reihe von Faktoren, durch deren mannigfaltige Wechselwirkungen die grosse Variabilität derselben sich herausbildet. Die morphologische Entwicklung geht daneben dessenungeachtet ihren kaum beachteten, langsamen Gang im Laufe der Zeiten. Das Resultat dieser Umwandlung mag sich nach sehr grossen Epochen auch in Veränderungen der äussern Form geltend machen, die Vergl. Anatomie lässt dies sogar als wahrscheinlich erachten, aber für den menschlichen Thorax, herausgegriffen aus dem ganzen Werdegang, kann man sagen: alle andern, äussern Einflüsse, die auf die Thoraxform wirken, sind grösser und wirksamer als das morphologische Moment, das durch sie vermischt und unterdrückt wird.

Thoraco-lumbal-Wirbelsäule.

Bisher haben wir die Untersuchungen über den Umformungsprozess des Thorax auf den Brustkorb selbst beschränkt. Wenn wir jedoch, wie einleitend bemerkt wurde, den Vorgang als einen Teil des in der Phylogenie an der Wirbelsäule sich vollziehenden Umformungsprozesses ansehen, dann müssen wir auch eventuelle Abweichungen in der Zahl praesacraler Wirbel mit in Betracht ziehen. Nach unserer Voraussetzung sind die Veränderungen der Wirbelsäule das bedingende Moment, die Umformung des Thorax eine der sich einstellenden Folgen; eine Übereinstimmung im Auftreten gleichsinniger Erscheinungen würde den innern Zusammenhang des Geschehens bekräftigen.

Unser relativ kleines Material zeigt im Verhalten der einzelnen Wirbelsäulenregionen eine grosse Variabilität, der wir in Fig. 15 Ausdruck verliehen. Über die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Typen orientieren die beigegefügtten Zahlen; diese statistischen Angaben sind auf Grund einer beschränkten Anzahl (49) Individuen aufgebaut, die übrigen Wirbelsäulen wurden aus äussern Gründen hierzu nicht verwertet. Um die bei den Zürchern vorkommenden Varianten aber doch möglichst vollständig zu ermitteln, wurden Objekte der anatomischen Sammlung unserer Typenreihe eingefügt, selbstverständlich bei der Statistik aber nicht verwendet (Typus c und f). Der

als normal erkannte Zustand (d) von zwölf Rippen mit fünf Lendenwirbeln tritt in neunzig Prozent auf, in zwei Prozent fanden sich mit zwölf Rippen vier Lendenwirbel gepaart (e), die Zahl praesacraler Wirbel ist dabei auf 23 zurückgegangen. Dieses selbe Ziel ist im Typus (g) erreicht, wo sich elf Thoracalwirbel mit fünf Lendenwirbeln kombinieren. Das Auftreten von 23 praesacralen Wirbeln bei Zürichern in sechs Prozent darf ein ziemlich häufiges genannt

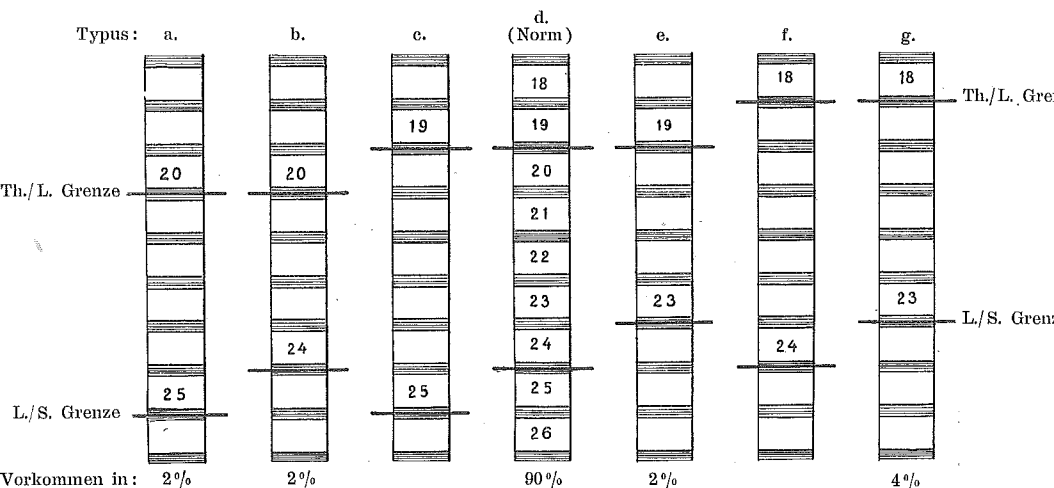


Fig. 15. Schematische Darstellung der Verschiebung von Thoraco-lumbal- und Lumbo-sacral-Grenze. Sämtliche Formen stammen von Zürcher Leichen. Ausser den Typen c und f sind alles Zustände, die bei unserm wahllos entnommenen Material vorkamen; die beigefügten Ziffern geben die Häufigkeit ihres Auftretens unter 49 Wirbelsäulen an.

werden gegenüber den Befunden bei andern Rassen (s. Tab. 21); ob der hohe Prozentsatz teilweise dem kleinen Material zuzuschreiben ist, müssen weitere Erhebungen feststellen. Eine Vermehrung der praesacralen Segmente fand sich dagegen seltener bei unsern Zürichern, nämlich in zwei Prozent; dreizehn Rippen vergesellschafteten sich hier mit fünf Lendenwirbeln. Dieser primitive Zustand mit dreizehn Rippen (a), der vorher genannte progressive mit elf Rippen (g) wiesen wie der Normalzustand (d) die als Regel erkannte Zahl von fünf Lendenwirbeln auf, nur mit dem Unterschied, dass sich die gleichnamigen Lendenwirbel um ein bzw. zwei Segmente kranialwärts verschoben haben. Bei den andern, als abnorm zu bezeichnenden Typen ist die Lendenwirbelzahl vermehrt bei verminderter oder normaler Rippenzahl (f und c), oder sie ist vermindert bei normaler oder vermehrter Rippenzahl (e und b). Mit andern Worten: Die

Verschiebung der Lumbosacral- sowie der Thoracolumbalgrenze kann bald an der einen, bald an der andern Übergangsregion zuerst einsetzen; der Sacralisationsprozess und die Rippenreduktion, beides Teilerscheinungen der an Wirbelsäule und Brustkorb sich abspielenden Vorgänge, brauchen nicht gleichzeitig fortzuschreiten.

Die auf Fig. 15 dargestellten Typen stellen nur einige Zustände dar in der grossen Reihe phylogenetischen Geschehens; jeder einzelne Befund lässt sich aber unschwer einordnen als Bindeglied in der langen

Tabelle 21.

Häufigkeit der Vermehrung oder Verminderung der Zahl praesacraler Wirbel bei verschiedenen Rassen.

Autor	Material	Anzahl praesacraler Wirbel		Zahl der Fälle
		25	23	
Hasebe 1912	Japaner	7,2 %	2,7 %	181
Fischel 1906	Tschechen	6,2 %	2,6 %	524
Adolphi 1905	Russen	4,8 %	3,6 %	83
Rabl (n. Hasebe)	Tschechen	3,9 %	4,7 %	640
Frey	Zürcher	2 %	6 %	49

Kette der Umformungserscheinungen, die zwischen dem Ausgangs- und Endpunkt des Prozesses liegen.

Der Umstand, dass der Umformungsprozess nicht an allen Übergangsregionen gleichzeitig sich vollzieht, hat Fischel (1906, 555) mitveranlasst, sich gegen die Rosenberg'sche Theorie auszusprechen. Fischel nimmt Anstand daran, dass ein regressiver Zustand (dreizehn Thoracal-Wirbel), mit einem progressiven (vier Lendenwirbel) gepaart, am selben Individuum auftrete. Wohl sind vier Lendenwirbel, für sich betrachtet, eine als progressiv anzusprechende Lendenwirbelsäule, dabei setzen wir aber voraus, dass sie mit zwölf Thoracalwirbeln kombiniert sei als dem am häufigst anzutreffenden Zustand. Die Zahl vier macht aber den Atavismus allein nicht aus. In der gegebenen Zusammenstellung, dreizehn Thoracalwirbel und vier Lendenwirbel, wir gehen doch vom Ganzen aus, ist nur ein regressiver Zustand zu erkennen, indem die dreizehnte Rippe durch ihre Zähigkeit im Auftreten die Verschiebung der Thoracolumbalgrenze hinausgeschoben hat, während die Lumbosacralgrenze den normalen Weg der phylogenetischen Entwicklung gegangen ist. Ähnlich liegt der Fall bei

vier Lenden- und sechs Kreuzbeinwirbeln: die Assimilation des 24. Wirbels mit dem Kreuzbein ist vorzeitig erfolgt, bevor einerseits der dreissigste Wirbel sich aus dessen Verband gelöst und andererseits die zwölfte Rippe durch ihr Verschwinden proximal den Zuwachs um einen Lendenwirbel erzeugt hätte.

Es wurde früher darauf hingewiesen, dass Brustkörbe progressiven Charakters und solche mit regressiven Merkmalen keine nennenswerten Verschiedenheiten in ihrer äussern Form bekunden. Das ist um so auffälliger, wenn wir unsere beiden extremsten Brustkörbe miteinander vergleichen. Beide stammen von kräftigen Männern von 66 und 65 Jahren mit Rumpflängen von 55 bzw. 58 cm, deren Wirbelsäulen ebenfalls nahezu gleich lang waren: Thoracal- und Lumbalregion 400 und 410 mm (ohne Zwischenwirbelscheiben). Der eine Thorax besass dreizehn Rippen (acht sternale) und fünf Lendenwirbel, der andere elf Rippen (sechs sternale) und fünf Lendenwirbel. Trotzdem die Zahl praesacraler Wirbel um zwei Segmente differiert (25 und 23), ist die Länge des thoracalen Abschnittes der Wirbelsäule bei beiden nahezu gleich lang, ja diejenige des progressiven Brustkorbes mit elf Rippen um ein Weniges länger als bei dem mit dreizehn Rippen. Zur speziellen Untersuchung wurden die beiden Wirbelsäulen samt Becken und Brustkorb intakt gelassen; die Zwischenwirbelscheiben mussten unberücksichtigt bleiben, da sie inzwischen eingetrocknet waren; immerhin mag beigefügt werden, dass die Summe derselben, durch Abzug von der totalen Länge dieses Abschnittes ermittelt, bei beiden Wirbelsäulen je dreissig Millimeter betrug. Die Höhen der einzelnen Wirbel wurden nun vermitteltst Gleichzirkel (Martin 1914, 111) am vorderen Rand der Wirbelkörper gemessen und ihre Summen addiert. Es ergaben sich für die

Wirbelsäule mit: 25 praesacr. W. 23 praesacr. W.

1) Thoracalregion (13 bzw. 11 Segmente)	251 mm	263 mm
2) Lumbalregion (je 5 Segmente)	149 mm	147 mm
3) Thoraca-lumbaler Teil der freien Wirbelsäule:	400 mm	410 mm

Um den allerdings geringen Unterschied in der Länge beider Wirbelsäulen auszuschalten, drücken wir die Längen der einzelnen Regionen in Prozenten zum thoraco-lumbalen Teil der Wirbelsäule aus; dabei fällt auf die

Wirbelsäule mit: 25 praesacr. W.	23 praesacr. W.
thoracaler Teil	63 % 64,2 %
lumbaler Teil	37 % 35,8 %

Fig. 16 bringt die Verhältnisse anschaulich zur Darstellung; die Höhen der einzelnen Wirbel (unter Weglassung der Halsregion) sind genau eingetragen in Prozenten der Entfernung: Cervico-thoracal- und Lumbo-sacral-Grenze.

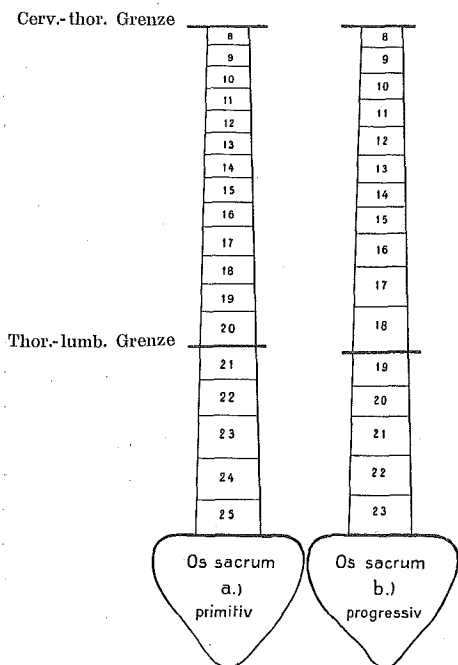


Fig. 16. Schematische Darstellung einer kompensatorischen Zunahme der Höhe der Wirbelkörper bei Abnahme der Zahl praesacraler Wirbel.

- a) Thoraco-lumbaler Teil einer Wirbelsäule mit 25 praesacralen Wirbeln,
- b) einer solchen mit 23 praesacralen Wirbeln; auf den thoracalen Teil fallen im einen Fall 13, im andern 11 Wirbel, die lumbalen Abschnitte zeigen gleiches Verhältnis.

Die Höhe jedes einzelnen Wirbels entspricht dem vorderen Vertikaldurchmesser desselben, ausgedrückt in % der totalen Länge der Summe aller Wirbelhöhen 8—25 (bezw. 8—23); die Zwischenscheiben wurden ausgeschaltet.

Auch hier mussten die Zwischenwirbelscheiben ausgeschaltet werden, die totale Höhe besteht nur aus der Summe der vordern Vertikaldurchmesser der einzelnen Wirbel.

Der Vergleich beider Zustände ergibt nun einwandfrei:

1. Der thoraco-lumbale Teil der Wirbelsäule mit 23 praesacralen Wirbeln zeigt gleiche Länge wie diejenige mit 25.
2. Die beiden Thoracalregionen haben gleiche Ausdehnung, trotzdem die eine aus elf, die andere aus dreizehn Segmenten sich zusammensetzt, die Lumbalregionen verhalten sich gleich. Die einfache Folgerung, die wir daraus ableiten können, wäre:
3. Der Verlust einzelner Segmente der Wirbelsäule wird durch Höhenzunahme der bleibenden kompensiert.

Ich nehme nun durchaus nicht an, dass die Verhältnisse überall derart klar liegen, wie es unser Fall zeigt, weitere Untersuchungen werden solch schwerwiegende Schlussfolgerung bestätigen müssen. Sollte dies aber möglich werden, so dürfen wir nicht mehr von einer sich vollziehenden Verkürzung des Thorax beim Menschen sprechen,

denn die Höhe desselben bleibt sich im ganzen gleich, nur die Beteiligung der Anzahl von Segmenten ist eine verschiedene.

Eine Reihe von Punkten, die wir im Laufe der Untersuchung erwähnt haben, und deren Deutung wir nicht zu geben imstande waren, würde aber, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, teilweise Klärung finden: einmal das verschiedene Verhalten der *Articulationes interchondrales* bei Brustkörben mit sechs, sieben oder acht sternalen Rippen (S. 44). Wir ermittelten damals, dass auf eine Brustseite 3 bzw. 2,3 oder 1,5 solcher Verbindungen kämen. Wenn nun bei sechs Sternalrippen, vergesellt in unserm Fall mit 23 praesacralen Wirbeln und total elf Rippen, die Wirbel so ausserordentlich an Höhe zunehmen, so sind die Rippen trotz eigener Breitenzunahme in ihrem Verlaufe erheblich weiter voneinander entfernt als bei Brustkörben, deren Segmente niedriger sind. Umgekehrt ist die Entfernung zwischen den einzelnen Rippen bei geringer Wirbelkörperhöhe eine kleine, obschon in diesen Fällen dieselben graciler gebaut sind. Schon infolge des letzteren Umstandes ist zur Erhöhung der Festigkeit des Brustkorbes eine vermehrte Anzahl von Zwischenknorpelverbindungen eine sinnreiche Verbesserung, durch den verminderten Abstand zwischen den einzelnen Rippen wird sie noch wünschenswerter. Obschon also diese *Articulationes interchondrales* fast ausschliesslich ein Neuerwerb des menschlichen Brustkorbes sind, und in Erwägung dieser Tatsache eigentlich bei regressiven Thoraxformen weniger häufig anzutreffen sein sollten, so wird es uns nun nicht mehr überraschen, gerade das Gegenteil zu finden: primitive Thoraxformen (mit vermehrter Rippenzahl, niedrigen Segmenten, gracilen Rippen) weisen durchschnittlich grössere Anzahl von Zwischenknorpelverbindungen auf als progressive Brustkörbe (mit verminderter Rippenzahl, hohen Wirbelkörpern und breiten Rippen), bei denen der ursprüngliche Zweck dieser Verbindungen, Vermehrung der Festigkeit der Brustwand, durch die ohnehin kräftigeren Rippen z. T. schon erfüllt wird.

Es ist uns ferner bis dahin unklar geblieben, wieso die äussere Form des Thorax, insbesondere dessen Höhe (S. 80), sich gleich bleibt trotz einer Zu- bzw. Abnahme der totalen Rippenzahl um zwei Segmente. Eine kompensatorisch erfolgende Zunahme der Wirbelkörperhöhe bei Verminderung der Wirbel- bzw. Rippenzahl würde den Ausgleich verständlich machen. Wir haben das Sternum, die vordere Brustwand, vom Umformungsprozess unbeeinflusst gefunden. Wir können uns analog den Verhältnissen der hintern Brustwand genauer ausdrücken: in seiner äussern Form, resp. seiner Länge, zeigt das

Sternum bei den verschiedenen Entwicklungsstufen keine Unterschiede; das Material, das sich an seinem Aufbau beteiligt, kann und wird sich dessenungeachtet aus einer ungleichen Anzahl von Segmenten zusammensetzen, die Untersuchungen von Ruge 1880 haben es schon längst dargetan. Wenn auch nicht im selben Grad wie von der vorderen Brustwand, so dürfen wir nach allem auch für die hintere annehmen, dass ihre Höhe wenig solchen Schwankungen unterworfen ist, die durch verschiedene Entwicklungsstufen der Wirbelsäule in phylogenetischem Sinn bedingt wären. Die grösste Höhe des Thorax, so wurde früher (S. 80) ausgeführt, steht in direkter Korrelation mit der Rumpflänge, allerdings nimmt sie bei kleinen Individuen absolut weniger ab, und relativ ist sie grösser als bei grossen Individuen; dasselbe gilt für die Länge der Wirbelsäule. Hasebe (1912, 272) fand, dass die freie und die ganze Wirbelsäule entsprechend der steigenden Körperhöhe absolut an Länge zunehmen, relativ aber abnehmen. Schwankungen in der Länge der Wirbelsäule sind wohl in der Hauptsache auf den Einfluss der Körpergrösse zurückzuführen, Beeinträchtigung durch Zu- oder Abnahme der Wirbelzahl scheint weniger vorzuliegen.

Aus dem Vergleich unserer beiden extrem gebauten Wirbelsäulen darf wohl auch geschlossen werden, dass die Thoracalregion überhaupt in ihrer Höhenausdehnung besonders konstant ist. Die Abnahme um zwei Segmente hat sich im Bereich dieses Abschnittes durch Höhenzunahme vollständig kompensiert, ja fast überkompensiert, so dass man den Eindruck gewinnt, wichtige Momente hätten dieselbe gefordert. Wahrscheinlich sind es die selben, die wir für die relative Konstanz der Länge des Sternum, der vorderen Brustwand, verantwortlich machten: ein bestimmtes Mindestmass an Volumen ist für die zu bergenden lebenswichtigen Organe Voraussetzung. Bei phylogenetisch tiefer stehenden Entwicklungsstufen hat ein anderer Ausgleich stattgefunden: Ruge (1892 a, S. 210 und 1892 b, S. 166) hat bei Halbaffen und Affen nachgewiesen, dass die hintere Wand der Brusthöhle sich bei höher stehenden Formen verkürzt; er zeigte aber zugleich, dass die dadurch erfolgte Beschränkung des Raumes durch eine entsprechende Umformung der vorderen und seitlichen Wand des Brustkorbes kompensiert werde. Der menschliche Thorax zeigt keine ähnlichen Erscheinungen. Wir konnten vielmehr nachweisen, dass weder die absolute Höhe, noch der Index, gebildet aus Breite und Höhe des Thorax, in Korrelation stehe zu einer phylogenetisch höheren oder tieferen Thoraxform. Die phylogenetische Entwicklung hat die Tendenz zum Weiterschreiten; soll sie aber

zweckmässig bleiben, so wird sie andere Faktoren auch zu Worte kommen lassen, sich ihnen eventuell unterordnen. Ob durch die weitere Verminderung der Rippenzahl, bzw. der Thoraxsegmente beim Genus Homo eine Vereinfachung des Baues angestrebt wird oder welches auch der Zweck dieser Umformung sei, eine Verkürzung des Brustkorbes tritt nicht ein und darf wohl nicht eintreten.

Von diesem Standpunkte aus können wir im Laufe der phylogenetischen Entwicklung des Brustkorbes eine Grenze ziehen, wo diese einen andern Charakter anzunehmen gezwungen ist. Haben sich einmal Wirbelsäule und Thorax des Menschen in ihrer Form herausgebildet, so äussert sich die Weiterentwicklung des Brustkorbes mehr in einer inneren Umformung desselben. Die vielen Merkmale, welche wir als Zeugen dieses letztern Prozesses anzusprechen im Falle waren, erscheinen denn auch vornehmlich morphologisch bedeutsam, während diejenigen Merkmale, die auf phylogenetisch früher erfolgte Umformungsprozesse sich zurückführen lassen, sich in äussern, vielfach Formveränderungen der betreffenden Organe bekunden, wie sie z. B. in der Verschiebung der Pleuragrenzen, der verschiedenen Lage des Herzens, in abgesprengten Teilen des Zwerchfells gegeben sind.—

Wenn ich hier die Länge der Thoracalregion im allgemeinen für ziemlich konstant betrachte, so müssen weitere Untersuchungen die Behauptung unterstützen. Einstweilen mögen einige Angaben anderer Autoren beigelegt werden: Rosenberg (1899, 61 ff.) machte zuerst darauf aufmerksam, dass mit dem Umformungsprozess an der Wirbelsäule nicht eine absolute Verkürzung des Rumpfteils der Wirbelsäule und damit des Rumpfes eintreten müsse. Er gibt vielmehr der Vermutung Raum, „dass die Verringerung der Zahl der praesacralen Wirbel sich verknüpfen könne mit einer Vergrösserung des Höhendurchmessers des Körpers derjenigen Wirbel, die auf einer phylogenetisch weitem Entwicklungsstufe im praesacralen Abschnitt der Wirbelsäule der betreffenden Form gefunden werden“. Rosenberg führt vergleichsweise auch einige Fälle an, bei denen es sich zeigte, dass bei 24 praesacralen Wirbeln die Summe der Höhen der Wirbelkörper 17 bis 25 (bzw. 17 bis 22) durchschnittlich grösser (bzw. merklich grösser) sei als bei primitiven Formen mit 25 oder 26 praesacralen Wirbeln. Er fand, dass die Andeutungen an eine relative Vergrösserung der Wirbelkörper besonders in den zum Teil der Dorsalregion angehörigen Wirbeln zum Ausdruck komme. Vielleicht hätte sich, wenn auch die proximal vom siebzehnten gelegenen Wirbel dem Vergleich unterzogen worden wären, für die Thoracalregion über-

haupt ergeben, dass ihre Segmente mit der höhern phylogenetischen Entwicklung an Höhe zunehmen.

Taguchi (nach Hasebe 1912, 339) hat für die Japaner festgestellt: die Summe der vorderen Höhen der dreizehn Brustwirbel sei annähernd gleich lang wie dieselbe der normalen zwölf Brustwirbel; er fand die Höhe des thoracalen Teiles der Wirbelsäule:

	Indiv.	♂	♂
bei den normalen	(30)	22,2 cm	(10) 21,2 cm
bei den dreizehnwirbeligen	(3)	22,2 cm	(1) 21,7 cm

Also zweifellos eine kompensatorische Verlängerung der einzelnen Segmente bei Abnahme ihrer Zahl.

Hasebe (1912, 340) bestreitet das Vorhandensein einer derartigen Kompensation, er findet stets diejenigen Abschnitte der freien Wirbelsäule, welche überzählige Wirbel enthalten, absolut und relativ länger als solche normaler Wirbelsäulen. Bemerkenswert ist jedoch, wie man den durch ihn ermittelten Massen entnehmen kann, dass die Länge der Brustregion eine deutliche Konstanz aufweist. Er fand

- a) bei 24 praesacralen Wirbeln (dreizehn thoracalen, vier lumbalen) den Brustteil beträchtlich grösser als normal, den Lendenteil dagegen kleiner;
- b) bei 23 praesacralen Wirbeln (zwölf thoracalen, vier lumbalen) den Brustteil von normaler Länge, den Lendenteil verkürzt.

Wenn wir aber bei den unter a angeführten Fällen annehmen dürfen, dass die dreizehnte Rippe, stark reduziert, ihre Anwesenheit nur der Zähigkeit verdankt, mit der dem Untergang geweihte Organe ihre Stellung behaupten, so hat sie auch ihre Funktionen eingebüsst und darf bei der Berechnung der Thoraxhöhe ausgeschaltet werden; dies um so eher, als der vergesellte Bestand von vier lumbalen Wirbeln auf eine Verzögerung in der Verschiebung der Thoracolumbal-Grenze hindeutet. Wenn wir in dieser Erwägung die Masse der 20. Wirbel der Lumbalwirbelsäule zuteilen, so unterscheiden sich die Brustabschnitte dieser Wirbelsäulen durchaus nicht von denen normaler:

Summe der vorderen Höhen der 8. bis 19. Wirbel	
(bei 13 thor. und 4 lumb. Wirbeln) im Mittel =	234,4 mm
Summe der vorderen Höhen der 8. bis 19. Wirbel	
(bei 12 thor. und 5 lumb. Wirbeln) im Mittel =	233,3 mm

Die Lendenabschnitte sind bei dieser Orientierung unter sich ebenfalls gleich:

Summe der vorderen Höhen der 20. bis 24. Wirbel	
(bei 13 thor. und 4 lumb. Wirbeln) im Mittel =	132,1 mm

Summe der vorderen Höhen der 20. bis 24. Wirbel

(bei 12 thor. und 5 lumb. Wirbeln) im Mittel = 132,1 mm

Die Übereinstimmung in der Länge der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte bei dieser Festsetzung der Thoraco-lumbal-Grenze ist zu auffallend, als dass wir wegen eines Rudiments einer dreizehnten Rippe die untere Thoraxgrenze sklavisch mit ihr verknüpfen wollten, um so mehr als wir nicht wissen, ob in diesem Fall das Kaudalende der vertebralen Grenzlinie der Pleura-Säcke mit der dreizehnten Rippe zusammenfällt.

Ruge (1910, S. 2 und 20) zeigte uns, dass die kaudalen Enden der sternalen und vertebralen Grenzlinie der Pleuren dem grössten Wechsel unterworfen sind, dass (S. 30) Störungen vorliegen „in der Wechselbeziehung zwischen Verminderung praesacraler Wirbel und Verlagerung der Pleura-Säcke in kranialer Richtung“. Die Ursache dieser Unbeständigkeit sieht er in der Wechselwirkung verschiedener Faktoren, die aber alle beherrscht sind von der Forderung auf die Schaffung eines bestimmten Volumens an Raum. „Verschieben sich die Pleura-Säcke vor der Wirbelsäule in kranialer Richtung unter dem Einfluss der metameren Rumpferkürzung, ohne dass eine ergänzende Verlängerung der einzelnen Wirbel stattfindet, so muss der Thorax durch Zunahme an Umfang für die Lungen anderweitig Raum schaffen. Bleibt eine derartige Umformung am Thorax aus, trotzdem praesacrale Wirbel ausgeschaltet werden, so werden die Pleura-Säcke sich nicht kranialwärts verschieben können, und damit ist die Kongruenz der Wechselbeziehungen gestört.“

So wie für die Pleura-Säcke gewisse Freiheiten zuerkannt werden müssen, die ein Abweichen von der gegebenen Richtung verständlich machen, so dürfen wir die Höhe des Brustkorbes überhaupt nur bis zu einem gewissen Grad in der phylogenetischen Entwicklungsreihe mit dem Umformungsprozess in Korrelation befindlich erwarten.

Zusammenfassung.

Überblickt man die Reihe der Merkmale, welche den Umformungsprozess des menschlichen Thorax kennzeichnen, so fällt das grosse Abhängigkeitsverhältnis auf, das zwischen ihnen besteht: Jede Veränderung ist bedingt durch eine andere, und sie selbst fordert wieder zur Umformung auf. Eine eng gegliederte Kette von Erscheinungen charakterisiert den ganzen Vorgang, das ursächliche Moment für dieselben ist die phylogenetische Entwicklung, die aus ihr resultierenden Einzelercheinungen liegen meist in der direkten

Entwicklungsreihe der Vorgänge bei den Affen, zum Teil werden sie modifiziert durch neu sich einstellende Forderungen.

Unsere Darstellung ist lange nicht erschöpfend, wichtige Merkmale blieben unberücksichtigt, andere bedürfen noch ausgedehnterer Untersuchung, um abschliessend urteilen zu können; es soll vorerst nur eine Anregung sein, den Umformungsprozess bei Angehörigen verschiedener Rassen zu verfolgen; im weitern soll damit ein Ausschnitt gegeben werden aus dem grossen Gebiet des ganzen Umformungsprozesses, der sich durch die Tierreiche an Wirbelsäule und Brustkorb verfolgen lässt, und wie er im Speziellen am menschlichen Brustkorb sich äussert. Eventuelle Beziehungen verschiedener Phasen desselben zur Lage des Herzens, zur Ausdehnung der Pleura-Säcke zu ermitteln, wäre eine weitere Aufgabe, die zu lösen uns hier versagt ist. Der Einfluss auf das Muskelsystem wurde nicht erschöpfend behandelt. So sind Lage und Grösse des Trigonum lumbale (Petiti) teilweise abhängig von der Ausdehnung des *M. obliquus abdominis externus* nach hinten, und diese wiederum kann sehr verschieden sein infolge ungleicher Länge der letzten Rippen. Ruge (1908, 207) hat auf die Variabilität der Ausbildung des *M. serratus post. inf.* hingewiesen, die auf derselben Ursache beruht.

Neben diesen mögen vielleicht noch andere Merkmale anzuführen sein, welche als Momente des Umformungsprozesses in die Erscheinung treten. Aber schon unsere auf bestimmte Punkte beschränkte Untersuchung zeigt, dass jeder Zustand nur eine Etappe ist in dem sich langsam vollziehenden Vorgang phylogenetischer Entwicklung, dem sich rücksichtslos unterordnen muss, was in seiner Bahn liegt. Ausgangspunkt ist die Verkürzung der Wirbelsäule, die sich in der Reihe der Halbaffen (Ruge 1892) in ausgedehntem Masse geltend macht, sich fortsetzt durch die ganze Primatenreihe, beim Menschen den Abschluss noch nicht erreicht hat, oder ihn, wie wir anzunehmen geneigt sind, durch eine neue Umformung zu nehmen sucht. Die Verschiebung der lumbo-sacralen Grenze anlässlich des Sacralisationsprozesses ruft eine Verschiebung der thoraco-lumbalen durch eine allmähliche Reduktion der letzten Rippe (13. bzw. 12.) bis zum völligen Schwund derselben hervor. Unendlich viele Stadien liegen zwischen beiden Extremen, dem Zustand mit einer wohlausgebildeten dreizehnten und dem mit nur elf Rippen. Verschiedene Länge der auf dem Aussterbeetat stehenden letzten Rippe, ungleiche Ausbildung ihrer Teile charakterisieren ihren labilen Charakter. Mit der segmentalen Verkürzung der hintern Thoraxwand geht eine Umformung der seitlichen, teilweise auch der vorderen Wandung einher, so dass

der ganze untere Rand des Brustkorbes in einer unendlich langsamen, aber nicht zu verkennenden Bewegung begriffen sich darstellt. Die Schnelligkeit, mit der sich dieser Vorgang vollzieht, nimmt vom dorso-kaudalen Abschnitt des untern Thoraxrandes gegen den ventro-kranialen hin ab, um, am Sternum angelangt, einen scheinbar unüberwindlichen Widerstand zu finden, der wohl durch die Nachbarschaft von Herz und Lungen einerseits, der Leber anderseits bedingt ist. Die Zusammensetzung des Rippenbogens, der mit der letzten Rippe den Thorax nach unten begrenzt, zeigt die Phase an, in der sich das betreffende Objekt gegenüber dem ganzen Umformungsprozess befindet. Die vorderen Rippenendpunkte der achten (bezw. siebenten) bis dreizehnten Rippe unterliegen einer allmählichen Verschiebung durch Verkürzung der einzelnen Rippen. Die zurückhaltende Tendenz, die sich bei diesem Rückbildungsprozess gegen die vordere Wand des Brustkorbes hin geltend macht, ist besonders deutlich auf der rechten Seite, so dass wir diese als die konservativere der progressiven linken Seite gegenüberstellen konnten. So treffen wir, wenn beidseitig nicht gleiche Zustände vorliegen, links weniger sternale Rippen als rechts. Ferner sind die ventralen Enden der Rippen links häufiger weiter dorsal gelegen, und die Loslösung bestimmter Rippen aus dem engern Verband des Rippenbogens setzt links früher ein als rechts.

Die verschiedenen Merkmale stehen als Teilerscheinungen eines grossen Prozesses in vielfacher korrelativer Beziehung einander gegenüber, aber wie auf beiden Seiten an gewissen Stellen der dem Prozess entgegentretende Widerstand ein verschiedener sein kann und dadurch ungleiche Phasen der Entwicklung erzeugt werden, so zeichnen sich bestimmte Gebiete selbst durch lebhaftere Teilnahme an derselben aus. Eine grössere Variationsbreite ist das äussere Kennzeichen solcher Erscheinungen. Wir finden es in der sehr variablen Länge der zwölften Rippe, in der verschiedenen Beteiligung der zehnten am Rippenbogen, während sich umgekehrt die elfte Rippe durch konstanteren Charakter als momentan weniger beteiligt kennzeichnet. Einmal ist ihre Beziehung zum Rippenbogen gleichartig: sie hat als freie Rippe durchweg ihre mittelbare Verbindung mit dem Sternum eingebüsst, während die zehnte noch mitten in diesem Kampfe steht; ferner ist sie weniger variabel als die zwölfte, da letztere um die Behauptung ihrer Existenz kämpft.

Als unmittelbare Folgen der Rippenrückbildungen finden sich gelegentlich *Inscriptiones tendineae* im schiefen, inneren Bauchmuskel in der Richtung der direkten Fortsetzung der zehnten

bezw. elften (oder zwölften) Rippe gelegen; zuweilen enthalten sie Knorpel­einlagen. Diese Überbleibsel früher längerer Rippen treten auf der konservativen rechten Seite doppelt so häufig auf als links; hat der betreffende Brustkorb einen progressiven Charakter, so stammen diese Gebilde von der zehnten, sonst vorzugsweise von der elften Rippe.

Mit der Verkürzung und dem schliesslichen Schwund der kaudalen Rippen verliert der *Latissimus dorsi* einen festen Ansatzpunkt, eine Verminderung der Kostalursprünge ist die Folge. Den Zusammenhang mit der zwölften Rippe hat der Muskel in 39% der Fälle aufgegeben, meist entspringt die letzte Zacke an der elften, in wenigen Fällen sogar an der zehnten und neunten Rippe; das Verhältnis scheint bei den Zürichern ein konstantes zu sein. Ob sich mit dem Verlust kaudaler Zacken kompensatorisch an höhern Rippen neue Ursprungszacken ausbilden, bleibt eine offene Frage.

Das Ursprungsgebiet des *M. rectus abdominis* erleidet mit der Umformung der vorderen Thoraxwand eine Einbusse an Platz. Um das nötige Minimum an Ursprungsfläche zu gewinnen, kann bei stark reduzierten, also progressiven Brustkörben der für den Muskel primitive Zustand mit Ursprung von der vierten Rippe gepaart sein, während umgekehrt auf der konservativen rechten Seite der Muskel der ihm innewohnenden Tendenz eher Genüge leisten kann und die erste Ursprungszacke auf die sechste Rippe verlegt, ein für ihn progressiven Zustand. Eine innere Beziehung zwischen Thoraxrückbildung und Auftreten der Zwischensehnen des *Rectus abdominis* konnte nicht festgestellt werden.

Mit der Umformung des Thorax verändern sich auch die Verhältnisse für die ventralen Ursprungszacken des Zwerchfells. Es können abgesprengte Zacken, ihres skeletogenen Ursprungs verlustig geworden, in die vordere Bauchwand ausstrahlen, oft bis einige Zentimeter kaudal vom *Proc. xiphoides*; sie sind anzusprechen als Zeugen der in der Phylogenie sich vollziehenden Verkürzung der vorderen Thoraxwand und finden sich deshalb nicht nur regelmässig bei progressiven Thoraxformen, sondern auch sehr häufig (56%) bei primitiven Zuständen. Eine Folge der sich dann beim Menschen einstellenden Umformung des Thorax ist die weitere Tatsache, dass diese abgesprengten Muskelzacken, je nach dem phylogenetischen Stand des betreffenden Brustkorbes, tieferen oder höheren Segmenten angehören, von der neunten bis zur sechsten Rippe abgespalten sein können, ohne dass damit eine Verschiedenheit im absoluten Höhenstand des Zwerchfells verbunden wäre.

Unbeeinflusst vom Umformungsprozess bleibt das Brustbein. Ob ein Brustkorb primitiven oder progressiven Charakter aufweist, die Länge des Sternums zeigt nach keiner Seite hin eine Veränderung. Da ferner seine Länge selbst bei beträchtlicher Verschiedenheit der Rumpflänge kaum vom Mittel abweicht, ist zu vermuten, dass seine Nachbarbeziehungen zu Herz und Lungen es zu konstantem Verhalten veranlassen.

Geringe Rumpflänge vergesellt sich also mit relativ sehr langem Sternum, nach unserer Untersuchung durchschnittlich auch mit einer grössern Anzahl fluktuierender Rippen. Ob der letztere Umstand eine kompensatorische Wirkung gegenüber dem ersteren, zwecks vermehrter Beweglichkeit, ausüben soll, ist möglich, aber noch nicht erwiesen.

Ebenso wie die Höhe der vorderen Brustwand (Sternum) verschiedenen phylogenetischen Entwicklungsstufen gegenüber sich indifferent zeigt, ebenso bleiben die absolute Höhe des Brustkorbes sowie der Breiten-Höhen-Index desselben unverändert, ja auch die absolute Höhe der Thoracalregion scheint durchaus konstant zu sein. Diese Tatsache findet vielleicht ihre Erklärung beim Vergleich unserer beiden extremsten Befunde: Der thoracale Abschnitt einer Wirbelsäule mit dreizehn und derjenige einer solchen mit elf Brustwirbeln haben gleiche Länge, die Verminderung der Zahl der Segmente hat somit eine kompensatorische Vergrösserung der Höhe der einzelnen Wirbel zur Folge. Dass diese Kompensation immer oder in ähnlicher Deutlichkeit zutage tritt, ist wohl ausgeschlossen; aber auch weniger stark ausgeprägt würde das Inkrafttreten einer kompensatorischen Zunahme der Wirbelhöhen die erwähnte auffallende Indifferenz, die bei allen Brustkörben zwischen äusserer Thoraxform einerseits, verschiedenen phylogenetischen Entwicklungsstufen andererseits bestand, verständlich machen. Während in der Reihe der Primaten mit der Segmentverminderung eine Verkürzung von Wirbelsäule und Thorax verknüpft ist, die durch Breitenzunahme des Thorax kompensiert wird, muss beim Menschen ein anderes Moment den Verlust an Volumen ersetzen, der durch weitere Einbusse von Segmenten eintreten würde, und dieses Moment scheint in der Höhenzunahme der einzelnen Wirbel zu liegen. Demgemäss dürfen wir beim menschlichen Brustkorb, vielleicht überhaupt bei der menschlichen Wirbelsäule, nicht von einer Verkürzung, sondern besser von einer Umformung sprechen, die allerdings aus einem Verkürzungsprozess niederer Formen hervorgegangen ist. Die einzelnen Merkmale, die den Vorgang charakterisieren, erscheinen hauptsächlich

morphologisch bedeutsam, funktionell haben sie kaum Geltung, da praktische Forderungen phylogenetisch höhere Stufen in besondere Bahnen lenken.

Praktische Forderungen, das Streben nach vermehrter Festigkeit des Brustkorbes, sind es wohl auch gewesen, welche dem menschlichen Thorax eine Einrichtung verliehen haben, die wenigen Affen, und denen nur vereinzelt zukommt: es sind die *Articulationes interchondrales*. Auf einer Seite können sie in der Ein- bis Vierzahl auftreten. Zwischen sechster und siebenter, sowie zwischen siebenter und achter Rippe kommen sie fast regelmässig vor, rechts bei den kranialen, links bei den kaudalen Segmenten etwas häufiger. Primitive Thoraxformen, so solche mit acht Sternalrippen, tragen durchschnittlich doppelt so viel Zwischenknorpelverbindungen als progressive Brustkörbe mit sechs sternalen Rippen; eine Abnahme ihrer Zahl mit der Abnahme der zum Sternum tretenden Rippen ist sichergestellt. Wie ihr Auftreten in der phylogenetischen Reihe durch besondere Umstände gefordert war, so treten sie seltener in Erscheinung, sobald sie entbehrlicher werden. Mit der Höhenzunahme der einzelnen Wirbel werden auch die dazu gehörigen Rippen kräftiger, verlaufen in grösseren Abständen voneinander, die Notwendigkeit ihrer Ausbildung verringert sich.

Wir sehen im Ganzen wie im Speziellen ein Fortschreiten in der Entwicklung, nirgends ein Stillstand in dem in gleichsam flüssigem Zustand befindlichen Gebiet. In frühester Embryonalzeit legen sich die differenten Zustände an und charakterisieren dort schon den bedeutsamen Prozess. Unzählige Momente verketteten sich in ihm, um in ihrer Wechselwirkung zur Fragestellung aufzufordern; diese endgültig zu beantworten, wird weitere, andauernde Untersuchung erheischen.

Benutzte Literatur.

- Adolph, H. 1905. Über die Variationen des Brustkorbes und der Wirbelsäule. Morph. Jahrb., Bd. 33, Heft 1, p. 39. 1905.
- 1912. Über die Cervicothoracalgrenze der menschlichen Wirbelsäule. Morph. Jahrb., Bd. 44, Heft 3, p. 519—534.
- 1915. Über die Wirbelsäule und den Brustkorb zweier Finnen. Morph. Jahrb., Bd. 49, Heft 2, p. 221—228.
- Bardeen, Ch. R. 1900. Costo-vertebral variation in man. Anat. Anz., Bd. 18, 1900, p. 377—382.
- 1904. Numerical vertebral Variation in the human adult and embryo. Anat. Anz., Bd. 25, 1904, p. 497—517.
- v. Bardeleben, K. 1885. Über die anatom. Verhältnisse der vordern Brustwand und die Lage des Herzens. Jenaische Zeitschr., 19. Bd., Suppl. p. 104.
- 1898. Über Verbindungen zwischen dem 5. und 6., sowie zwischen dem 6. und 7. Rippenknorpel. Anat. Anz., Bd. 15, Heft 2/3, p. 33. 1898.
- 1916. „Ergebnisse“ XXII. Anat. Hefte II. Abt. 1916. Referat über: Valenti, Guilio 1913. „Sulla origine delle coste nel *Gongilus ocellatus*.“ Accad. Sc. d. Instit. di Bologna. Cl. di Sc. fis. Sc. di Med. e Chir. Ser. 6, T. 10. 1912—13, p. 193—204.
- Chudzinski, M. 1880. Sur l'intersection du petit oblique de l'abdomen. Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, Bd. III, p. 440.
- Disse, J. 1896. Wirbelsäule, Thorax. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie. 1. Lieferung. Skelettehre. Abt. I. Jena 1896.
- Eisler, P. 1912. Die Muskeln des Stammes. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie. 21. Lieferung. Jena 1912.
- Fawcett, Ed. 1898. The Articulation between the 5th and 6th Costal Cartilages in man. Anatom. Anz., Bd. 15, Heft 2/3, p. 30. 1898.
- Fick, R. 1904. Anatomie der Gelenke. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie; 11. Lieferung. Jena 1904, p. 136.
- Fischel, A. 1906. Untersuchungen über die Wirbelsäule und den Brustkorb des Menschen. Anat. Hefte, Bd. 31, Heft 3. 1906.
- Frey, H. 1918. Zur Entwicklung der menschlichen Unterzungenbeinmuskeln und der mit ihnen verbundenen Skeletteile (Scapula, Thorax, Kehlkopf). Morph. Jahrb., Bd. 50. Heft 4. 1917.
- Gegenbaur, C. 1898. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. I. Leipzig 1898.
- 1903. Lehrbuch der Anatomie. Leipzig 1903.
- Hasebe, K. 1912. Die Wirbelsäule der Japaner. Zeitschrift für Morph. und Anthrop. Bd. 15. Heft 2. p. 259—380.
- Henle, J. 1871. Handbuch der Anatomie I. Braunschweig 1871.
- Hensen, K. 1914. Die Chirurgie der Brustwand I. Angeborene Missbildungen der Brustwand. Handbuch der praktischen Chirurgie. II. Bd. 4. Aufl.
- Keibel und Mall. 1910. Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen I. Leipzig 1910, p. 490.
- Le Double, A. F. 1897. Traité des variations du système musculaire de l'homme. T. I. Paris 1897.
- Loth, E. 1912. Beiträge zur Anthropologie der Negerweichteile (Muskelsystem). Aus: Studien und Forschungen zur Menschen- und Völkerkunde IX. Stuttgart 1912.
- Martin, R. 1914. Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1914.
- Müller, Ch. 1906. Zur Entwicklung des menschlichen Brustkorbes. Morph. Jahrb. Bd. 35. Heft 4, p. 3—108.
- Popowsky, J. 1899. Zur Frage der Rippenspaltung. Anat. Anzeiger, Bd. 15, Heft 14/15, p. 284. 1899.

Rauber-Kopsch. 1914. Lehrbuch der Anatomie Bd. II. 10. Auflage. Leipzig 1914.

Rosenberg, E. 1899. Über eine primitive Form der Wirbelsäule des Menschen. Morph. Jahrb. Bd. 27, Heft 1, p. 1—118.

— 1912. Über die Wirbelsäule des Menschen als Objekt wissenschaftlicher Arbeit im Präpariersaal. Verhandl. der anat. Gesellschaft. 26. Versammlung, München. Anat. Anz., Ergänzungsheft zum 41. Bd. 1912.

Ruge, G. 1880. Über die Entwicklungsvorgänge am Brustbeine und an der Sternoclavicularverbindung des Menschen. Morph. Jahrb. Bd. 6, Heft 3, p. 363—412. 1880.

— 1892 a. Der Verkürzungsprozess am Rumpfe von Halbaffen. Morph. Jahrb. Bd. 18, Heft 2, p. 215. 1892.

— 1892 b. Die Grenzlinien der Pleurasäcke und die Lagerung des Herzens bei Primaten, insbesondere bei den Anthropoiden. Morph. Jahrb. Bd. 19, Heft 2, p. 149—251.

— 1892 c. Zeugnis für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugetieren. Der M. rectus thoraco-abdominalis der Primaten. Morph. Jahrb. Bd. 19, Heft 3, p. 403. 1892.

— 1908. Präparierübungen I. Leipzig 1908.

— 1910. Grenzen der Pleurasäcke der Affen und des Menschen. Morph. Jahrb. Bd. 41. Hefte 1 und 2, p. 1—109.

Schück, A. 1913. Beiträge zur Myologie der Primaten II. Morph. Jahrb. Bd. 45, Heft 2.

Sieglbaur, F. 1915. Eine an primitive Verhältnisse anklingende Varietät der menschlichen Wirbelsäule. Morph. Jahrb. Bd. 49, Heft 4, p. 537—566.

Tschaussow, M. 1891. Zur Frage über die Sternocostalgelenke und den Respirations-typus. Anat. Anzeiger Bd. VI, Nr. 18. 1891.

Wiedersheim, R. 1908. Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. Tübingen 1908.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	34
Totale Rippenzahl	36
Sternale Rippen; Rippenspaltung	40
Articulationes interchondrales	43
Zusammensetzung des Rippenbogens	46
Gesetzmässigkeit der Verteilung. — Ungleiches Verhalten rechts und links. — Zwölfte Rippe.	
Fluktuierende Rippen	57
Inscriptiones tendineae im M. obliquus abdominis internus	60
Costaler Ursprung des M. latissimus dorsi	63
M. rectus abdominis: Ursprung und Inscriptiones tendineae	70
Einfluss der Thoraxumformung auf den Ursprung des Zwerchfells	73
Äussere Form des Thorax	77
Sternum. — Breite und Höhe des Thorax. — Infrasternalwinkel.	
Thoraco-lumbal-Wirbelsäule	82
Typen der praesacralen Wirbelsäule. — Kompensation des Verlustes von Segmenten durch Höhenzunahme derselben. — Konstanz der Thoraxhöhe.	
Zusammenfassung	91
Literatur	97