ÜBER DEN ANTHEIL

DEN DIE EINZELNEN

GELENKE DES SCHULTERGÜRTELS

AN DER BEWEGLICHKEIT

DES MENSCHLICHEN HUMERUS

HABEN.

VON

W. BRAUNE,
ORD. MITGLIED DER KÖNIGL. SÄURS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

O. FISCHER.

Des XIV. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

Nº VIII.

MIT DREI TAFELN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1888.

OBER DEN ANTHEIL

THEN OUR RIVERSAME.

CELENKE DES SCHULTERGÜRTELS

DES HENSCHLICHEN HENERUS

Von den Verfassern übergeben den 14. Februar 1888. Der Abdruck vollendet den 31. März 1888.

DEXPERIO

ÜBER DEN ANTHEIL

DEN DIE EINZELNEN

GELENKE DES SCHULTERGÜRTELS

AN DER BEWEGLICHKEIT

DES MENSCHLICHEN HUMERUS

HABEN.

VON

W. BRAUNE UND O. FISCHER.

MIT DREI TAFFIN

Der Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Beweglichkeit des menschlichen Humerus.

blim 13 Paris and the property of the paris of the paris

mire to the third party open detection activities required billions.

Der Humerus ist ähnlich wie der Oberschenkel mit seinem Kopfe in eine hohlkuglige Pfanne eingelenkt, er gewinnt aber dadurch eine bedeutend grössere Beweglichkeit als der Oberschenkel, dass in den beweglichen Schultergürtel noch zwei Gelenke eingeschaltet sind, welche dem starren Beckengürtel fehlen.

Im Schultergelenk selbst besitzt der Humerus drei Grade der Freiheit, ebenso wie der Oberschenkel im Huftgelenk. Es fragt sich nun aber, welcher Einfluss auf dieses Verhältniss ausgeübt wird durch das hinzutretende Acromio-Claviculargelenk und das Sterno-Claviculargelenk.

Die Betheiligung des Schlüsselbeingelenkes und Acromialgelenkes bei den Bewegungen des Humerus ist zwar von Henke und Meyer eingehend erörtert worden, jedoch hat man noch nicht den Einfluss der beiden Gelenke auf die Excursionen des Humerus quantitativ bestimmt. Unseres Wissens hat man bisher noch keine Messungen der Humerusbewegungen vorgenommen, mit successiver Ausschaltung der einzelnen Gelenke. Die vorliegende Arbeit will nicht eine kinematische Untersuchung der einzelnen Gelenke liefern, sondern beschäftigt sich mit dem Schultergelenksystem als Ganzes, welches gebildet wird vom Sterno-Claviculargelenk, vom Acromialgelenk und vom Scapulo-Humeralgelenk, und untersucht den Antheil der einzelnen Gelenke an den Flexionsgrössen des Humerus durch successive Ausschaltung der einzelnen Gelenkabschnitte. Wie schon in einer früheren Abhandlung von uns

ausdrücklich bemerkt worden ist, wird unter dem Ausdrück Flexion ganz allgemein verstanden: Die Bewegung des Humerus von einer normirten Ausgangsstellung aus in irgend einer Bewegungsebene, so dass also sogenannte Abduction und Adduction mit unter diesen Begriff fallen. Die Rotation des Humerus um seine Längsaxe (Rollung) ist hierin nicht mit inbegriffen; sie ist nicht Gegenstand unserer Untersuchung 'gewesen.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: Es wurde von einem Leichnam durch einen Querschnitt die obere Hälfte mit den daran befindlichen oberen Extremitäten abgelöst und darauf der Kopf durch einen Querschnitt des Halses abgetrennt. Beide Schnitte wurden oberhalb und unterhalb des Schulterblattes durchgeführt, so dass dasselbe gar nicht frei gelegt ward und völlig intact blieb. Darauf wurden auf beiden Seiten in gleicher Höhe, etwa in der Mitte des Humerus, die Arme amputirt, so dass man in den Humerus wie bei den früheren Versuchen vorn spitz auslaufende Holznadeln fest einfügen konnte. Es wurde dafür gesorgt, dass die Nadeln genau in die Humerusaxe zu liegen kamen und die Spitze der Nadel an beiden Armen ungefähr 200 mm von dem Mittelpunkte des kugligen Gelenkkopfes entfernt war, natürlich soweit dies technisch ausführbar war. Jedenfalls konnte erreicht werden, dass für beide Arme die Entfernung der Nadelspitze vom Mittelpunkte des Humeruskopfes bis zur wünschenswerthen Genauigkeit dieselbe war. Die Weichtheile über den Gelenken mit der darüber liegenden Haut blieben erhalten. Die Haut wurde nur an den Stellen, an denen späterhin Schrauben eingetrieben wurden, entfernt, über den Gelenken selbst blieb sie immer erhalten.

Darauf wurde nach Entfernung der Brusteingeweide der Thoraxraum mit Gyps ausgegossen und das Rumpfstück auf eine dem Querschnitt des Rumpfes angepasste starke Eichenholztafel über der horizontalen Glasplatte unseres Messapparates sicher befestigt, was dadurch
ermöglicht ward, dass die horizontale Glasplatte in der Mitte durchbohrt ist. Durch diese Öffnung liess sich also das vierkantige Eichenholzprisma, welches die Holztafel trug, in einem Statif unter
der Glastafel sicher fixiren. Es musste ferner aber auch darauf
Bedacht genommen werden, die Beweglichkeit des Wirbelsäuleabschnittes auszuschliessen, um nicht Verschiebungen des Humerusende

in unseren Versuch hereinzubringen, die durch die Beweglichkeit der Wirbelsäule erzeugt wurden. Dies wurde dadurch bewerkstelligt, dass an die Holzplatte hinten ein solider Eichenholzstab vertical befestigt wurde, an den sich die einzelnen Wirbel von hinten her sicher anschrauben liessen, und zwar waren die Schrauben so lang, dass sie durch Wirbelbögen und Wirbelkörper noch eine Strecke weit in in den Gypsklotz hereinragten. Das Federn des Eichenholzstabes, der auf dem Querschnitt einem Quadrat von etwa 6 cm Seite entsprach, wurde am oberen Ende durch seitliche Spreizen beseitigt. Damit war allen Anforderungen an Fixirung des Apparats entsprochen.

Bei der Fixirung des Rumpfstückes auf der Holzplatte wurde darauf Bedacht genommen, dass die Mittelpunkte der Humerusköpfe bei senkrecht herabhängenden Armen in gleiche Höhe über der Glasplatte zu liegen kamen, also die sie verbindende Linie eine Horizontale war; und zwar wurde dies dadurch erreicht, dass bei senkrecht herabhängenden Armen die beiden Nadelspitzen in gleiche Höhe über der Glastafel liegen mussten. Auf den Holznadeln wurde in der Entfernung von 100 mm von den Spitzen je ein Punkt markirt, da wegen der Unzugänglichkeit des Humerusmittelpunktes seine Bewegungscurve sich nicht auf die Horizontalebene und Verticalebene projiciren lässt. Wohl aber liessen sich die Nadelspitze und der 400 mm davon entfernte Punkt der Nadel projiciren. Da nun der Punkt 100 mm von der Nadelspitze, und die letztere 200 mm vom Humeruskopfmittelpunkte angebracht war, so lag der Punkt auf der Nadel gerade in der Mitte zwischen Nadelspitze und Centrum des Humeruskopfes, also das Centrum des Humeruskopfes in der Richtung der Verbindungslinie von Nadelspitze und Punkt auf der Nadel gerade in der doppelten Entfernung von der Nadelspitze. Dadurch wird es ermöglicht, die Bewegungscurve des Humerusmittelpunktes zu projiciren. Man hat nur nöthig, die zugehörigen Projectionen der Nadelspitze und des Nadelpunktes durch eine gerade Linie zu verbinden und diese Strecke in derselben Richtung über die Projection des Nadelpunktes hinaus zu verdoppeln. Der Endpunkt dieser doppelten Strecke ist dann die Projection des Mittelpunktes vom Humeruskopf. Die Bewegungen des Humerus wurden durch die Hand des einen Beobachters bis zur jedesmaligen Grenzstellung ausgeführt und die Coordinaten der successiv erreichten

Grenzstellungen gemessen. Es wurden soviel Grenzstellungen benutzt, als nöthig waren, um in den verbindenden Curvenzügen eine möglichst genaue graphische Interpolation für die Zwischenstellungen zu ermöglichen.

Die erste Versuchsreihe wurde an einem Alkoholpräparate vorgenommen, um vor der Hand zu prüfen, ob die Versuche auch praktisch ausführbar waren und brauchbare Resultate lieferten. Der Humerus liess sich in alle Grenzstellungen bringen, und für alle Grenzstellungen liessen sich die Curvenpunkte projiciren; auch zeigten die Curven eine genügende Symmetrie, so dass schon darin ein Beweis für die Verwerthbarkeit der Messungen lag.

Drei Versuchsreihen wurden gemacht. Die erste Versuchsreihe ergab die Flexionsgrössen des Humerus bei Intacthaltung aller drei Gelenke. Bei der zweiten Versuchsreihe war das Sterno-Claviculargelenk ausgeschieden, bei der dritten Versuchsreihe ausserdem noch das Acromialgelenk. Somit ergiebt die erste Curve den Gesammtspielraum für die Bewegungen des Humerus. Die zweite Curve ergiebt den Spielraum für die Bewegungen des Humerus, wenn blos das Scapulo-Humeralgelenk und das Acromialgelenk thätig sind, die dritte Curve den Spielraum im Scapulo-Humeralgelenk allein. Die Differenz der Flexionsgrössen des ersten und zweiten Versuchs ergiebt also den Einfluss, den das Sterno-Claviculargelenk auf die Beweglichkeit des Humerus ausübt, die Differenz der Flexionsgrössen des zweiten und dritten Versuches den Antheil, den das Acromialgelenk an der Beweglichkeit des Humerus hat.

Die Fixirung von Clavikel und später Scapula wurde folgendermassen bewirkt. Die Clavikel wurde durch zwei sehr lange Schrauben (etwa 40 cm lang) in den Gypsblock fest eingeschraubt; dieselben waren möglichst weit von einander, aber doch auch hinreichend entfernt von den Gelenkapparaten angebracht. Bei der Scapula wurden drei Schrauben verwendet. Während der Fixirung wurde in beiden Fällen der Arm in der Normalstellung festgehalten, was deshalb nöthig war, weil alle Flexionsgrössen von der Normalstellung aus gemessen werden sollten. Die Beobachtung der betreffenden Knochen während des Versuchs ergab, dass die Fixirung gelungen war.

Nachdem alles dies an dem Spirituspräparat ausprobirt worden

war, wurde der Versuch an einem ganz frischen, muskelkräftigen männlichen Leichnam (Selbstmörder) angestellt.

Als Ausgangsstellung (Normalstellung) für alle drei Versuchsreihen wurde die genommen, bei welcher der Humerus senkrecht stand, die sich zugleich auch als eine Grenzstellung erwies. Die senkrechte Stellung des Humerus liess sich daran erkennen, dass die Nadelspitze und die Marke auf der Nadel senkrecht übereinander lagen, so dass ihre Horizontalprojectionen zusammenfielen. Von dieser Normalstellung ausgehend wurde der rechte Humerus in seinen Grenzstellungen herumgeführt und dabei von 16 Stellungen die Projectionen der Nadelspitze und der Marke in der bekannten Weise genommen. Dieselben sind in der späteren Tabelle für den rechten Arm und in den zugehörigen Curven auf Tafel I auf der Seite der positiven x-Axe mit den Zahlen 0 bis 16 versehen worden (0 ist die Normalstellung). Der Humerus umschrieb dabei einen geschlossenen Raum, der nur annähernd die Form eines Kegels hatte, weil der Mittelpunkt des Humeruskopfes nicht fest blieb, sondern infolge der gleichzeitigen Bewegung von Scapula und Clavikel seine Lage änderte. Am linken Arm wurden späterhin ausser der Normalstellung 45 Stellungen gemessen, welche auf der Tabelle für den linken Arm und in den Curven auf Tafel I auf der Seite der negativen x-Axe mit den Zahlen 0 bis 45 bezeichnet sind (0 ist die Normalstellung).

Nach Fixirung der Clavikel wurden in gleicher Weise von den Grenzstellungen des Humerus rechts 44 (in der Tabelle und auf Tafel I 47 bis 27) und links 40 (in der Tabelle und auf Tafel I 46 bis 25) zur Projection verwendet. Nachdem ausserdem noch die Scapula fixirt worden war, wurden rechts 40 (28 bis 37) und links 40 (26 bis 35) Grenzstellungen projicirt.

Um die Coordinaten möglichst bequem für die Rechnung zu machen, wurden die gewonnenen Curven, die die Horizontalprojection angaben, so auf ein anderes Millimeterpapier übertragen, dass zunächst die Verbindungslinie der Projectionen der Normalstellungen mit einer stärkeren Linie des Millimeterpapiers zusammenfiel und ferner der Mittelpunkt dieser Verbindungslinie den Kreuzungspunkt dieser einen stärkeren Linie mit einer zweiten zu ihr senkrechten stärkeren Linie des Millimeterpapiers bildete. Die Horizontalprojection wurde für das Coordinatensystem zur xy-Projection und der Kreuzungspunkt

der beiden stärkeren Linien des Millimeterpapiers zum Coordinatenanfang in der xy-Projection gemacht. Als x-Axe wurde die Verbindungslinie der Projectionen der Normalstellungen benutzt und zwar als positive x-Axe der Theil, der vom Coordinatenanfangspunkt aus nach der rechten Extremität und als negative x-Axe infolge dessen der Theil, der vom Coordinatenanfangspunkt nach der linken Extremität zu läuft. Als positive y-Axe wurde die Senkrechte zur x-Axe im Coordinatenanfangspunkt, welche nach vorn gerichtet ist, verwendet. Die xy-Projection andert sich nicht, wenn der Coordinatenanfangspunkt des räumlichen Coordinatensystems in irgend eine andere Höhe senkrecht über den Coordinatenanfang der xy-Projection verlegt wird. Wir haben ihn in die Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden Humerusköpfe selbst verlegt, so dass also jetzt von der Mitte dieser Verbindungslinie, d. h. von unserem Anfangspunkt des räumlichen Coordinatensystems aus nach oben die positive z-Axe, nach unten die negative z-Axe, nach vorn die positive y-Axe, nach hinten die negative y-Axe, nach rechts die positive x-Axe und nach links die negative x-Axe läuft.

Die Beziehung unserer Grenzcurven auf dieses Coordinatensystem liess sich ohne Rechnung durch zweckmässige Übertragung der gewonnenen Projectionscurven auf ein anderes Millimeterpapier auch für die xz-Projection erreichen. Nach dieser Übertragung wurden erst die Coordinaten auf dem Millimeterpapier abgelesen. Sie sind in den folgenden Tabellen niedergelegt und die Curven in der xy-Ebene und xz-Ebene finden sich in der Tafel I aufgezeichnet. In den Tabellen sind die Coordinaten der Nadelspitze mit x, y, z, die der Nadelmarke mit x', y', z' bezeichnet worden, die Zahlen bedeuten Millimeter.

Tabelle Ia und Ib. Coordinaten von Punkten der Grenzeurven, wenn alle drei Gelenke bei der Bewegung des Humerus mitbetheiligt sind. Die zugehörigen Curven für die Nadelspitze sind auf Tafel I für den rechten Arm auf der positiven Seite der x-Axe, für den linken Arm auf der negativen Seite der x-Axe aufgezeichnet worden.

Tabelle Ia.

(Rechter Arm.)

No.	æ	y	3	x'	y'	3'
0	+ 454,5	+ 0	- 200	+ 454,5	+ 0	- 100
1	+ 152,5	+ 50	188	+ 453	+ 28	- 90,5
2	+ 451,5	+ 102	- 466,5	+ 150	+ 58,5	- 79,5
3 4	+ 115,5	+ 158	- 420,5	+ 434,6	+ 85	- 52
4	+ 92,5	+ 177	- 95	+ 119	+ 98	- 42
5	+ 64,5	+488.5	- 67	+ 98	+ 108	- 45
6	+ 44,5	+ 204	+ 30	+ 88,5	+ 414,5	+ 44
5 6 7	+ 92	+ 181	+ 108	+107,5	+ 86	+ 81
8 9	+ 430,5	+ 134.5	+479.5	+121,5	+ 58,5	+ 120
9	+ 155,5	+ 64,5	+ 234	+ 133	+ 12	+ 454,8
10	+ 191,5	+ 22	+234,5	+ 454	- 10,5	+ 453
11	+228,5	_ 9	+ 229,5	+466,5	- 26	+ 452,
12	+ 304,5	- 54,5	+ 142	+ 210	- 45	+ 107
13	+320.5	- 82	+ 89	+222,5	- 64,5	+ 75
14	+ 296	119	- 36	+ 215	- 83,5	+ 7
15	+ 231	- 121	- 437,5	+ 186	- 77,5	- 60
16	+ 481,5	- 73,5	- 488	+ 465	- 39	- 92,

Tabelle Ib. (Linker Arm.)

No.	x	y	2	w'	y'	ž'
0	- 144,5	0	200	- 144,5	0	- 400
4	- 143,5	+ 64	- 200	- 450	+ 32,5	- 100
2	-126,5	+ 138	- 450	- 443,5	+ 71	- 77,5
3	- 111	+ 170	- 95,5	- 435	+ 88,5	- 52
4	- 94	+ 191	- 63,5	- 124	+ 100	- 29,5
5	- 80	+ 199	- 9	- 447,5	+ 406	+ 3,5
6	- 70.5	+ 206,5	+ 25	- 115,5	+ 112	+ 19,5
7	— 79	+ 204,5	+ 75	- 446,5	+112,5	+ 44,5
8	- 93,5	+ 173	+ 120	- 114	+ 81	+ 90
9	108,5	+ 140,5	+ 470,5	- 417,5	+ 58,5	+ 143
10	- 175	+ 65	+ 194	- 143,5	+ 12	+ 116.5
11	- 275,5	+ 20,5	+ 148	- 203	- 43,5	+ 87
12	- 324,5	_ 20,5	+ 62	- 225	- 35,5	+ 36,5
13	- 296,5	- 96	- 57	-208.5	- 68,5	- 16
14	- 192,5	- 117	- 475	- 469,5	- 80	- 85
45	- 460,5	- 51,5	- 494,5	- 455.5	_ 38	- 98

Tabelle IIa und IIb. Coordinaten von Punkten der Grenzcurven, wenn nach Ausschaltung des Sterno-Claviculargelenks nur das Humerus- und Acromialgelenk functioniren. Die zugehörigen Curven finden sich auf Tafel I.

Tabelle II a. (Rechter Arm.)

No.	æ	y	2	x'	y'	z'
17	+ 121,5	+ 171,5	_ 93	+ 134,5	+ 94	_ 38
18	+ 94,5	+ 495,5	- 35	+ 116,5	+ 103	- 6,
19	+ 104,5	+ 208	+ 20,5	+ 122,5	+ 109	+ 23
20	+ 155	+ 195	+ 95	+ 146,5	+ 400,5	+ 64
21	+ 208	+476,5	+ 97	+ 476,5	+ 89	+ 62
22	+278,5	+ 128,5	+ 101	+211.5	+ 65	+ 62
23	+321,5	+ 83	+ 95	+235,5	+ 42,5	+ 62
24	+ 344	+ 40,5	+ 96,5	+ 247	+ 25,5	+ 70
25	+330,5	- 36	- 83	+ 243	- 45,5	- 38
26	+ 240,5	- 84	- 165	+ 196,5	- 40,5	- 83
27	+209,5	- 72,5	- 484,5	+ 478,5	- 34,5	- 93

Tabelle II b.
(Linker Arm.)

No.	x x	y	3	w'	y'	z'
16	140	+ 150,5	- 143,5	- 445	+ 67	— 55
17	- 436	+ 171	- 72	- 444,5	+ 78	- 37
18	- 437,5	+ 185,5	+ 5	- 145	+ 86.5	+ 2,
19	- 147,5	+ 182,5	+ 40	- 148,5	+ 84	+ 25
20	- 169	+ 167	+ 83	459	+ 73,5	+ 45
21	- 253,5	+ 96	+ 129	- 496	+ 42	+ 66
22	- 326	+ 28,5	+ 90	- 236	+ 11,5	+ 50
23	- 325,5	- 33,5	- 95	- 235,5	- 22,5	- 50
24	- 278	- 65	- 450	- 214,5	- 35,5	- 77
25	- 211	- 80	- 187	- 484.5	- 42	- 95

Tabelle IIIa und IIIb. Coordinaten von Punkten der Grenzcurven, wenn nach Ausschaltung des Sterno-Claviculargelenks und Acromialgelenks nur das Humerusgelenk allein functionirt. Die zugehörigen Curven sind ebenfalls auf Tafel I aufgezeichnet worden.

Tabelle IIIa. (Rechter Arm.)

No.	æ	y	5 5	x'	y'	5′
28	+ 151	+ 433	- 440,5	+ 452,5	+ 66	_ 70,
29	+ 450,5	+ 162.5	- 105	+ 152	+ 81,5	- 52,
30	+ 468,5	+ 185	- 55	+ 161	+92,5	- 27,
34	+ 214.5	+ 186	6	+ 184	+ 91	_ 3
32	+ 258	+ 162	+ 20	+205,5	+ 81	+ 40,
33	+ 308	+ 117	+ 33	+230,5	+ 58,5	+ 17
34	+ 348	+ 45	+ 16	+ 251	+ 22,5	+ 8,
35	+ 326	- 26,5	- 94	+ 240	- 43,5	- 47
36	+ 251.5	- 73,5	- 155,5	+202.5	— 37	- 77,
37	+ 211.5	- 57	- 178,5	+ 482,5	- 28,5	- 89

Tabelle III b. (Linker Arm.)

No.	x	y	2	x'	y'	z'
26	- 442,5	+ 145	- 142,5	- 148	+ 72,5	— 71
27	- 458,5	+ 183,5	— 93	- 456,5	+ 92	- 46,
28	- 477,5	+ 194	- 34	- 166	+ 97	- 47
29	223,5	+ 189	+ 44	- 489,5	+ 95,5	+ 5,
30	266	+ 162	+ 39,5	- 240,5	+ 84	+ 49,
34	- 319	+ 105	+ 33	- 237	+ 52	+ 46,
32	- 343,5	+ 23	+ 5	-248,5	+ 11,5	+ 2,
33	- 343	_ 9	- 55,5	-248,5	- 5	- 27,
34	- 279.5	- 48	- 453	- 217	- 24	- 77
35	- 208	- 50,5	191	- 484,5	25	- 95,

Bei den ersten beiden Versuchsreihen blieb der Mittelpunkt des Humeruskopfes nicht an seiner Stelle. Deshalb wird im Allgemeinen die Richtung der Längsaxe des Humerus in irgend einer Grenzstellung die Richtung derselben in der Normalstellung, wie sie oben definirt worden ist, nicht schneiden. Man wird daher von einem Flexionswinkel im gewöhnlichen Sinne, d. h. von dem Winkel, den eine Grenzstellung der Humeruslängsaxe mit der Normalstellung bildet, nicht reden können, da die beiden Lagen der Humerusaxe zu einander windschief sind. Man muss daher als Flexionswinkel

den Winkel ansehen, den diese beiden im Raume gelegenen windschiefen Linien mit einander bilden. Unter dem Winkel zweier windschiefen Geraden versteht man aber den Winkel, den man erhält, wenn man die beiden Geraden parallel mit sich selbst nach einem beliebigen Punkt des Raumes verschiebt. Für die Rechnung gestaltet sich dies besonders einfach, wenn man die Normalstellung und alle gemessenen Grenzstellungen parallel mit sich selbst so lange verschiebt, bis die Marke auf der Nadel in jedem Falle in den Coordinatenanfangspunkt zu liegen kommt. Die Coordinaten der Nadelmarke sind in obigen Tabellen mit x', y', z', die der Nadelspitze mit x, y, z bezeichnet worden. Nach dieser Parallelverschiebung werden die neuen Coordinaten der Nadelmarke immer bezüglich die Werthe 0, 0, 0 haben. Die neuen Coordinaten der Nadelspitze, welche mit ξ, η, ζ bezeichnet werden söllen, gewinnt man nach einem Satze der analytischen Geometrie des Raumes, wenn man die alten Coordinaten x', y', z' der Nadelmarke von den entsprechenden Coordinaten x, y, z der Nadelspitze abzieht, so dass in jedem Falle

$$\xi = x - x'$$
, $\eta = y - y'$ und $\zeta = z - z'$ ist.

Da durch diese Operation die Nadelmarke fixirt ist, so wird sich die Nadelspitze nur noch auf einer Kugeloberfläche bewegen, deren Mittelpunkt mit dem Coordinatenanfang zusammenfällt und deren Radius 400 mm beträgt, weil die Nadelmarke in der Entfernung von 400 mm von der Nadelspitze angebracht wurde.

Folgende Tabellen geben die Werthe der neuen Coordinaten ξ , η , ζ , wie sie aus den 6 Tabellen von pag. 401 bis 403 hervorgehen. Die neuen Tabellen sind der Reihe nach mit Ia', Ib', IIa', IIb', IIIa', IIIb' bezeichnet, so dass also z. B. die Tabelle IIa' aus der früheren Tabelle IIa hervorgegangen ist u. s. w.

Tabelle Ia'.

No.	Ę	η	ζ
0	0	0	-100
1	- 0,5	+ 22	- 97,5
1 2	+ 1,5	+ 43,5	- 87
3	- 16	+ 73	- 68,5
4	- 26,5	+ 79	- 53
5	- 33,5	+ 80,5	- 52
6	- 44	+ 89,5	- 11
7	- 45,5	+ 95	+ 27
8	+ 9	+ 76	+ 59,5
9	+ 22,5	+ 49,5	+79,5
10	+ 37,5	+ 32,5	+ 81,5
11	+ 62	+ 17	+ 77
12	+ 94,5	- 9,5	+ 35
13	+ 98	- 20,5	+ 14
14	+ 81	- 35,5	- 43
15	+ 45	- 43,5	- 77,8
16	+ 16,5	- 34,5	- 95,1

Tabelle Ib'.

No.	ŧ	η	ζ
0	0	0	_100
1	+ 6,5	+ 34,5	-100
2	+ 17	+ 67	- 72,
3	+ 24	+ 81,5	43.
4	+ 30	+ 94	- 34
5	+ 37,5	+ 93	- 12,
6	+ 42	+ 94	+ 5,
7	+ 37,5	+ 92	+ 30,
8	+ 20,5	+ 92	+ 30
9	+ 9	+ 82	+ 57,
10	- 31,5	+ 53	+ 77,
11	- 72,5	+ 34	+ 64
12	- 96	+ 2	+ 25,
43	- 88	- 27,5	- 41
14	- 23	$\begin{bmatrix} -37 \\ -43,5 \end{bmatrix}$	- 90
15	- 5	- 43,5	- 96,

Tabelle IIa'.

No.	ŧ	η	ζ
17	43	+ 80,5	_ 55
18	- 22	+ 92,5	- 28,5
19	- 18	+ 99	- 2,5
20	+ 8,5	+ 94,5	+ 34
21	+ 31,5	+ 87,5	+ 35
22	+ 67	+ 63,5	+ 39
23	+ 86	+ 40,5	+ 33
24	+ 97	+ 15	+ 26,
25	+ 87,5	- 20,5	- 45
26	+ 44	- 43,5	- 82
27	+ 34	- 38	- 88,

Tabelle IIb'.

No.	ŧ	η	ζ
16	+ 5	+ 83,5	- 58,5
17	+ 5,5	+ 93	- 35
18	+ 7,5	+ 99	+ 2,5
19	+ 1	+ 98,5	+ 15
20	10	+ 93,5	+ 38
21	- 57,5	+ 54	+ 63
22	- 90	+ 17	+ 40
23	90	- 44	- 45
24	- 63,5	- 29,5	- 73
25	- 26,5	- 38	- 92

Tabelle III a'.

No.	Ę	η	ζ
28	- 4,5	+ 67	— 70
29	- 1,5	+ 84,5	- 52,5
30	+ 7,5	+ 92,5	- 27,5
34	+ 30,5	+ 95	- 3
32	+ 52,5	+ 81	+ 9,5
33	+ 77,5	+ 58,5	+ 16
34	+ 97	+ 22,5	+ 7,5
35	+ 86	43	- 47
36	+ 49	- 36,5	- 78
37	+ 29	- 28,5	- 89,5

Tabelle III b'.

No.	ŧ	η	5
-			
26	+ 6	+ 72,5	- 71,5
27	- 2	+ 91,5	- 46,5
28	- 44,5	+ 97	- 17
29	- 34	+ 93,5	+ 5,5
30	- 55,5	+ 81	+ 19,5
34	- 82	+ 52,5	+ 46,5
32	- 95	+ 11,5	+ 2,5
33	- 94,5	- 4	- 28
34	- 62,5	- 24	- 76
35	- 26,5	- 25,5	- 95,5

Die zugehörigen Projections-Curven in der $\xi\eta$ -Ebene finden sich auf Tafel II für den rechten Arm und auf Tafel III für den linken Arm aufgezeichnet, und zwar ist der Theil der Curven, welcher auf der oberen Halbkugel liegt gegenüber dem welcher auf der unteren Halbkugel liegt durch andere Strichführung kenntlich gemacht worden.

Aus diesen Curven lassen sich nun auf einfache Weise die Flexionsgrössen, die alle von der Normalstellung aus gerechnet werden sollen, ableiten: Die Projection der Normalstellung, die in beiden Figuren wieder mit 0 bezeichnet ist, ist in den Curven ein Punkt, und zwar der Mittelpunkt des Kreises mit dem Radius 400 mm, innerhalb dessen alle Curven liegen müssen. Die Verbindungslinie a jedes Punktes einer der Curven mit der Projection 0 der Normalstellung (Mittelpunkt des Kreises in Tafel II und III) ist dann eine Kathete in einem rechtwinkligen Dreieck, dessen Hypotenuse die Nadel in der Länge von 100 mm ist, dessen eine Ecke in den Coordinatenanfangspunkt, und dessen andere Kathete in die Richtung der Normalstellung fällt. Der Winkel zwischen Hypotenuse und Normalstellung ist der Flexionswinkel, folglich ist die Verbindungslinie a die dem Flexionswinkel gegenüberliegende Kathete. Der Quotient aus der Länge dieser Verbindungslinie und der Länge der Hypotenuse (100 mm) ist dann der Sinus des Flexionswinkels. Misst man also den Abstand eines Punktes der Curven von dem Mittelpunkt 0 des Kreises in Millimetern und theilt ihn durch 400, so hat man den Sinus des Flexionswinkels. Der Abstand in Decimetern ausgedrückt giebt uns demnach direct den Sinus des Flexionswinkels. Um einen Einblick in die Grössen der Flexionen zu gewinnen, wurden dieselben für alle Flexionsebenen gemessen, die um je 10° zu einander geneigt sind. Die Frontalebene, welche durch die Normalstellungen beider Arme bestimmt wird, diente uns als Ausgangsebene, auf die wir die Richtung aller anderen Flexionsebenen bezogen, und welche Normalebene genannt werden soll. Die Winkel, welche die nach vorn zu gelegenen Flexionsebenen mit dieser Normalebene bildeten, erhielten positive, die Winkel der nach hinten zu liegenden Flexionsebenen negative Werthe. In der $\xi\eta$ -Projection, d. h. auf Tafel II und III, werden alle diese Flexionsebenen, da sie alle durch die betreffende Normalstellung gehen, als gerade Linien durch den Mittelpunkt des Kreises erscheinen.

Die folgenden Tabellen IV aund IV b enthalten die auf diese Weise gewonnenen Sinus der Flexionen und daneben die Flexionsgrössen selbst. Tabelle IV a gehört zu Tafel II, also zum rechten Arm, Tabelle IV b zu Tafel III, also zum linken Arm.

Tabelle IV a. (Rechts.)

Richtung der Flexions- ebene	Sinus der Flexionen zu Tabelle :				Flexionen zu Tabelle:			
	Ia'	IIa'	IIIa'		Ia'	II a'	III a'	
_ 70°	0,345	0,345	0,4		20° 10′	20° 40'	5° 50	
— 60°	0,405	0,405	0,22		23° 50′	23° 50′	12º 40	
- 50°	0,49	0,49	0,32	SI W	290 20'	29° 20'	18° 40	
- 40°	0,675	0,665	0,525		420 30'	44° 40'	31° 40	
— 30°	0,795	0,75	0,675		52° 40'	480 40'	42° 30	
— 20°	0,93	0,835	0,755	tel	68° 30′	56° 40'	490 —	
- 40°	0,995	0,925	0,855	in/	950 40'	670 40'	58° 50	
00	0,86	1	0,95	nsv	120° 40′	90° —	71° 50	
$+ 40^{\circ}$	0,745	0,98	1	Flexionswinkel	134° 20′	404° 30′	90° —	
$+ 20^{\circ}$	0,595	0,96	0,985		443° 30'	106° 20'	100° —	
$+30^{\circ}$	0,525	0,94	0,975	die	148° 20'	110° —	402° 50	
$+40^{\circ}$	0,5	0,925	0,965		450° —	112º 20'	405° 40	
$+50^{\circ}$	0,495	0,915	0,96	Daraus	450° 20'	443° 50'	106° 20	
$+60^{\circ}$	0,52	0,945	0,97	Daı	448° 40'	443° 50′	104° 10	
$+70^{\circ}$	0,58	0,925	1		444° 30′	1120 20'	900 -	
+ 80°	0,725	0.835	0,955		133° 30'	123° 20'	720 40	
+ 90°	0,845	0,96	0,855		1220 20'	106° 20'	58° 50	
+100°	0,965	1	_	35.5	405° 40'	900		
+410°	1		1 1	1	900	THE STATE OF		

Tabelle IVb.

an mu conservation also en (Links.)

Richtung der Flexions- ebene	Sinus der Flexionen zu Tabelle :				Flexionen zu Tabelle:			
	1 b'	II b'	шь/		Ib'	H b'	шь'	
— 70°	0,44	0,14	0,065		8° —	8º —	30 40'	
_ 60°	0,445	0,445	0,435	noh.	24° 30′	24° 30'	70 50'	
— 50°	0,54	0,5	0,28	1000	30° 40′	30° —	16° 20'	
- 40°	0,6	0,57	0.44		36° 50′	34° 50′	24° 10′	
— 30°	0.725	0,65	0,545		46° 30'	40° 30′	33° —	
— 20°	0,875	0,745	0,685	tel	61° —	48° 40'	43° 40'	
— 10°	1	0,855	0,845	vink	90° —	58° 50′	54° 40'	
00			0,985	Flexionswinkel		_	80° —	
+ 10°		BEET PR	0,945	xio	10000000000000000000000000000000000000	188 <u>00</u> 9889	109° —	
+ 20°	-	1121	0,945	Fie			109° —	
$+30^{\circ}$	_		0,965	die			405° 40′	
$+40^{\circ}$			0,97	8			104° —	
$+50^{\circ}$			0,97	ne.	_		104° —	
$+60^{\circ}$	_	_	0,975	Daraus		-	102° 50′	
$+70^{\circ}$	-	_	0,99	00000	_		98° 10′	
+ 80°	RULE		0,99				84° 50′	
+ 900			0,89	NATION AND DESCRIPTION OF THE PARTY OF THE P	_		62° 50′	
+100°		_		2116	-	-	_	
+110°	_	STATE IN	100 Laborate	Sec.				

Die zu den Ebenen mit den Richtungswinkeln 0° bis + 440° gehörenden Flexionen und Sinus der Flexionen, welche sich aus Tabelle 1b' und IIb' berechnen würden, sind nicht angeführt worden, weil für diese durch Anstossen der Scapula an den Stab hinter der Wirbelsäule Ungenauigkeiten sich einstellten. Diese Fehlerquelle liess sich jedoch nicht vermeiden, da vor allen Dingen die Beweglichkeit der Wirbelsäule ausgeschlossen werden musste.

Um nun aus den Beobachtungen zu ersehen, wie gross der Einfluss des Acromial- und des Claviculargelenks auf die Humerusbewegungen ist, oder um wieviel das Humerusgelenk durch die accessorischen Gelenke des Schultergürtels gewinnt, braucht man nur jedesmal in den Tabellen IV erstens von der Gesammtgrösse der Flexionen, die in der zu Tabelle Ia' resp. Ib' gehörenden Rubrik enthalten ist, die Flexion abzuziehen, welche zu Tabelle IIa' resp. II b' gehört (nach Ausscheidung des Claviculargelenks gewonnen); diese Differenz

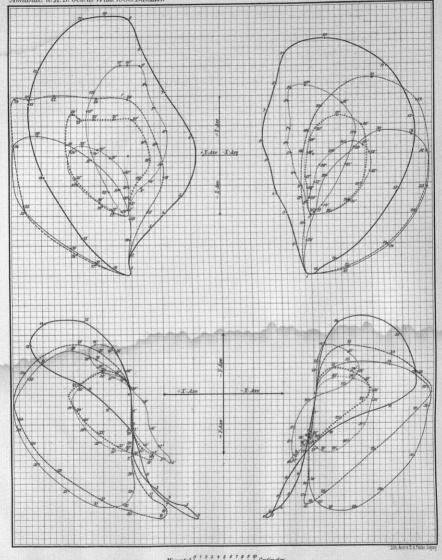
giebt dann den Einfluss des Claviculargelenks. Den Einfluss des Acromialgelenks erhält man, wenn man die zu Tabelle III a' resp. III b' (Humerusgelenk allein) gehörenden Flexionsgrössen von den zu Tabelle II a' resp. II b' gehörenden abzieht. Dies ist ausgeführt worden und in folgender Tabelle niedergelegt.

Tabelle V.
Rechts. Links.

Richtung der Flexions- ebene	Flexionen im Humerus- gelenk allein	Winkel, um welche die Flexionen des Humerus vergrössert werden, wenn die Be- wegungen des Acro- mialgelenks hinzu- kommen	Vergrösse- rung der Flexionen durch den Hinzutritt des Clavicu- largelenks	Richtung der Flexions- ebene	Flexionen im Humerus- gelenk allein	Winkel, um welche die Flexionen des Humerus vergrössert werden, wenn die Be- wegungen des Acro- mialgelenks hinzu- kommen	Vergrösse- rung der Flexionen durch den Hinzutritt des Clavicu- largelenks
— 70°	5º 50'	14° 20'	00	— 70°	3° 40'	40 20'	00
-60°	120 40'	110 10'	00	— 60°	70 50'	46° 40'	00
— 50°	48° 40'	40° 40'	00	— 50°	16° 20'	13° 40'	00 40,
$-40^{\rm o}$	340 40'	10° —	0° 50'	$-40^{\rm o}$	240 40'	100 40'	2º -
$-30^{\rm o}$	42° 30'	6° 40'	4° —	— 30°	33° —	70 30'	6° —
- 20°	49° —	70 40'	44° 50′	— 20°	43° 10'	5° —	12º 50,
-40°	58° 50'	8º 50'	28° —	- 10°	540 40'	40 40'	340 10,
00	71° 50′	18° 10'	30° 40'	00	80° —		-
$+10^{0}$	90° —	11° 30′	32° 50′	+ 40°	109° —		
+ 20°	100° —	6° 20'	370 10'	+ 20°	109° —	_	_
$+30^{\rm o}$	102° 50'	70 10'	38° 20'	$+30^{\circ}$	405° 40'		
$+40^{\circ}$	405° 40'	70 10'	370 40'	$+40^{\rm o}$	104° —	-	_
$+50^{\circ}$	406° 20'	7º 30'	36° 30'	$+50^{\circ}$	404° —	STEE STEE	
$+60^{\circ}$	404° 40'	90 40'	34° 50'	$+60^{\circ}$	102° 50'		-
+ 70°	90° —	220 20'	32º 10'	+ 70°	98° 10'	-	-
+80°	720 40'	50° 40'	40° 40'	$+80^{\circ}$	840 50'	-	_
$+90^{\rm o}$	58° 50'	47° 30′	16° —	$+90^{\circ}$	62° 50'	_	

Aus dieser Tabelle erkennt man die Grösse der Betheiligung der einzelnen Gelenke des Systems an den Flexionen des Armes. Man sieht sofort, dass der Antheil des Acromialgelenks durchaus nicht geringer ist als der des Claviculargelenks (Sterno-Claviculargelenk), wie von Henke in seinem Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke pag. 122 u. ff. behauptet worden ist. Im Gegentheil zeigt das Acromialgelenk eine etwas grössere Betheiligung an den Bewegungen des Armes; jedoch differiren die Antheile von einander je nach den verschiedenen Flexionsebenen. Das Acromial-

gelenk spielt hauptsächlich bei den Bewegungen des Arms, wenn der Arm möglichst weit nach vorn oder rückwärts von der Normalstellung aus gehoben wird. Das Claviculargelenk betheiligt sich am meisten in der Nähe der Frontalebene. Wenn also eins von den beiden Gelenken erkrankt oder sonstwie an der Function gehindert ist, so würde die Functionsstörung durch die Hinderung des Claviculargelenks sich am meisten bemerkbar machen bei den Bewegungen des Armes in der Nähe der Frontalebene. Die Störung aber des Acromialgelenks würde am deutlichsten in die Augen fallen bei den Bewegungen des Armes nahe der Sagittalebene.



Massstab 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Centimeter.

au Tabelle Ia.	an Tabelle 1 b
} zu Tabelle II a.	
} za Tabelle III a.	} zu Tabelle III b

