

Nr. 1123.

1928.
V.

SITZUNGSBERICHTE
DER PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Gesamtsitzung vom 16. Februar.
Mitteilung aus der Sitzung der phys.-math. Klasse vom 31. März 1927.

Bewegungsumfang im Schultergelenk.

Von R. FICK.

Mit drei Tafeln.



Sonderabdruck.

Berlin.
Verlag der Akademie der Wissenschaften.
In Kommission bei Walter de Gruyter u. Co.

(Preis R. M. 2.—)

4.80

V7 218670
XX 002.899,05



F29

Cena ps. 4.32



Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800056297

41 933

Bewegungsumfang im Schultergelenk.

Von R. FICK.

Hierzu Taf. I—III.

BIBLIOTHEK
des Städtischen Institutes
für experimentelle Medizin
und Kriminalistik in Krakau.
Sächsisch. **WILHELM WYCH.** Nr.: 260.
Standort:

Die vorliegende Arbeit bildet die Grundlage zu einer größeren Untersuchung über die Wirkung der Schultermuskeln, die ich noch in Innsbruck mit Unterstützung meines damaligen Assistenten Dr. OTTO P. MAIER ausführte, dem ich auch an dieser Stelle nochmals für seine unermüdliche Hilfe danken möchte.

Der Zweck war vor allem die Ergänzung der von meinem japanischen Schüler K. SHINO¹ (jetzt Prof. der Anat. in Mukden) in meiner Anstalt durchgeführten ähnlichen Arbeit. In SHINOS Untersuchung wurde die äußerste Bewegungsbahn des Armes im Schultergelenk und die dabei mögliche Muskelarbeit festgestellt. Bei der äußersten Armerhebung finden nun aber, wie bei allen Grenzbewegungen in Kugelgelenken, immer gewisse Drehungen des Armes um seine Längsachse, die von mir so genannten »Grenzkreiselungen«, statt. Für die praktische Medizin scheint es mir aber erwünscht, namentlich auch den Umfang der »reinen« Bewegungen, ehe die zwangsmäßige Grenzkreiselung beim letzten Teil der Bewegung eintritt, und die bei diesen »reinen« Bewegungen stattfindende Muskelarbeit kennenzulernen.

Aus diesem Grunde vor allem unternahm ich nochmals die mühsame Untersuchung, die aber auch an und für sich nicht überflüssig sein dürfte, da ja bisher außer der von SHINO eigentlich nur eine einzige genaue Untersuchung der Schulterbewegungen, nämlich die von BRAUNE und FISCHER², vorliegt. Aber auch diese berücksichtigt nur die gezwungene äußerste Grenzbewegung und enthält überdies keine Angaben über die selbständigen Kreiselungsmöglichkeiten, die wir auch berücksichtigten.

Der allgemeine Gang der Untersuchung war der gleiche, wie er sich bei unserer früheren mit SHINO ausgeführten bewährt hatte. Wir befestigten eine von den Eingeweiden befreite, aber noch von Muskeln und Haut bedeckte obere Körperhälfte in dem von mir früher beschriebenen Halbkreisrahmengestell³ so, daß der Schultergelenkmittelpunkt im Mittelpunkt des drehbaren Halbkreisrahmens stand. Das Schulterblatt wurde auch wieder durch ein ausgehöhltes dreieckiges Brettchen (s. Bild I a. f. S.) an der Stützsäule der ganzen Vorrichtung durch ein queres Brett unbeweglich befestigt; ebenso das an ein Brettchen angenagelte Schlüsselbein, so daß nur das Schultergelenk be-

¹ K. SHINO, Über die Bewegungen im Schultergelenk und die Arbeitsleistung der Schultermuskeln. In: His' Archiv 1913.

² W. BRAUNE und O. FISCHER, Abhdlgn. d. k. sächs. Ges. der Wiss. 1888.

³ R. FICK, Handbuch der Gelenk-Muskellehre Bd. II S. 276.

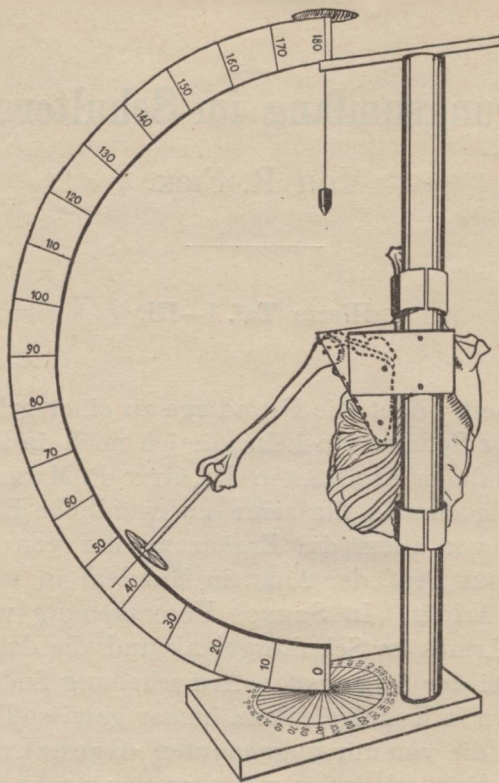


Bild 1. Präparat im Meßrahmengestell; linke Körperseite.

wegt werden konnte. Auch die Wirbelsäule wurde durch eine ihrer Krümmung entsprechend ausgeschweifte hohle Leiste (mit 4 Schrauben, an 2 Hals- und 2 unteren Brustwirbeln) fest mit der Stammsäule des Gestelles verbunden.

Die Schulterblattstellung entsprach der gewöhnlichen Stellung bei aufrechter Haltung der Wirbelsäule und mäßig »zurückgenommener« Schulter. Die Schulterblattebene steht dabei bekanntlich nicht der Stirnebene (»Frontalebene«) des Körpers gleich, sondern das Schulterblatt steht mit seinem seitlichen Rand etwas schräg nach vorn. Die Schulterblattebene macht mit der Stirnebene einen seitlich offenen Winkel von etwa 30° (s. Bild 2).

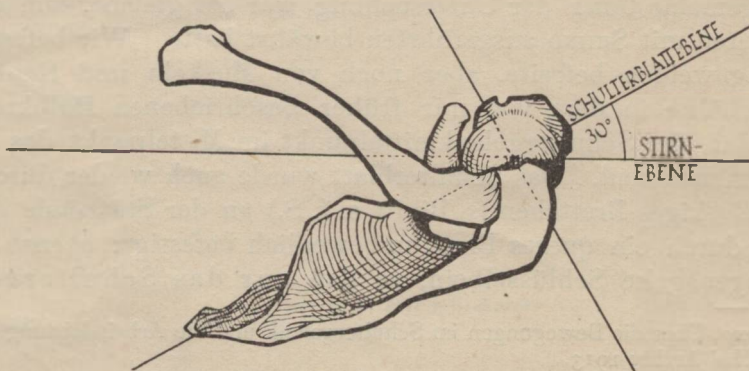


Bild 2. Projektion der Stellung des Schulterblattes in der »Bewegungskugel« auf eine wagrechte Ebene; rechte Körperseite.

Meßart.

Wir untersuchten wieder zuerst die Armhebungen, indem wir den Oberarm bzw. den seiner Seelenaxe entsprechend in ihn eingesteckten Holzstab jeweils an dem Halbkreisrahmen entlang (s. Bild 1) möglichst hoch hin; aufführten. Der Halbkreisrahmen ist oben und unten um einen Zapfen drehbar; die Zapfen entsprechen den Enden des Durchmessers des Halbkreises. Bei der

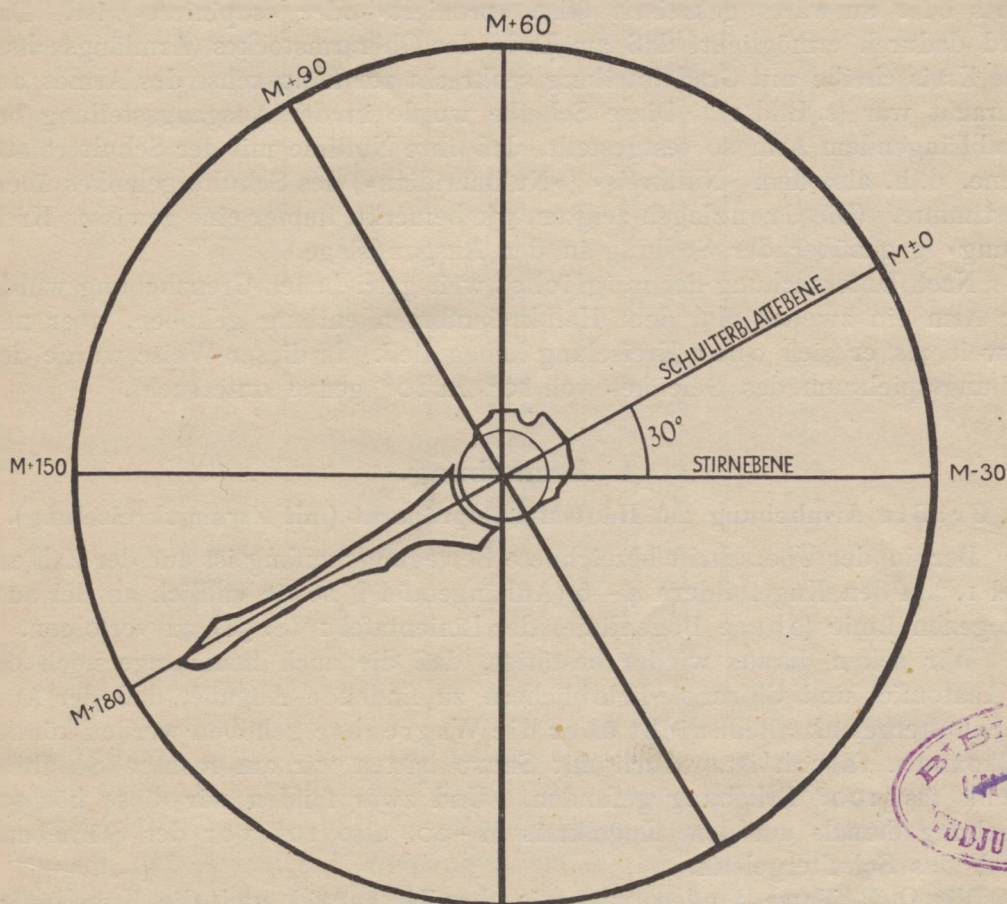


Bild 3. Projektion der Längskreise (»Meridiane«) der Bewegungskugel auf eine wagrechte Ebene; rechte Körperseite.

Umdrehung um diese Achse beschreibt der halbkreisförmige Holzrahmen natürlich eine Kugel im Raum. Der Rahmenrand stellt gewissermaßen einen körperlichen »größten Kugelkreis« (»Meridian«) dieser Kugel dar. Unten und oben sind an den Drehzapfen (s. oben) Blechscheiben mit Gradeinteilung (s. Bild 1) angebracht, so daß man den Betrag der Drehung des Rahmens bequem ablesen kann. Die Gradeinteilung an den Scheiben machten wir wieder so, daß die Nulllinie mit der Schulterblattebene, welche letztere ja im Gestell festgelegt war, zusammenfiel. Die Stirnebene (Frontalebene) durch das Schultergelenk lag also um 30° hinter der Nullebene (s. Bild 3).

Der Halbkreis- (Meridian-) Rahmen wurde zunächst in die Nullstellung gebracht, so daß er also der Schulterblattebene entsprach. Dann wurde an ihm entlang der Oberarmstock (s. oben) möglichst hoch hinaufgehoben. Es mußte nun auch festgestellt werden, welche Stellung dabei die Ellbogenachse (oder die den medialen und lateralen Ellbogenknorren verbindende Querlinie) gegenüber ihrer Stellung in der Ausgangslage einnimmt. D. h. es sollte nun festgestellt werden, ob und wieviel Grade der Oberarm bei der Hebung einwärts oder auswärts gekreiselt (also »proniert« oder »supiniert«) ist. Das wird dadurch ermöglicht, daß am Ende des Oberarmstockes (Armlängsachse) eine Kreisscheibe mit Gradeinteilung senkrecht zur Längsachse des Armes angebracht war (s. Bild 1). Diese Scheibe wurde in der Ausgangsstellung bei herabhängendem Arm so festgestellt, daß ihre Nulllinie mit der Schulterblattebene, d. h. also dem »Nullkreis« (»Nullmeridian«) des Schultergelenkes übereinstimmte. (Die Grenzlagen zeigten, wie bemerkt, immer eine gewisse »Kreiselung« gegenüber der Stellung in der Ausgangslage.)

Nach Untersuchung der möglichst weit getriebenen Grenzhebung wurde der Arm ein zweites Mal dem Halbkreisrahmen entlang gehoben, aber nur so weit, als er sich ohne Kreiselung heben ließ. In dieser Weise wurde der Hebungsspielraum des Gelenkes von 10° zu 10° genau untersucht.

I. Armhebung.

1. Größte Armhebung am Haut-Muskelpräparat (mit Zwangskreiselung).

Der in der Überschrift bezeichnete Bewegungsumfang ist auf der Zahlentafel 1, auf den Kugelbildern 4—6 (Anhängetafel I) sowie endlich an der ausgezogenen Linie (obere Bogenlinie) der Linientafel 1 (S. 58) zu verfolgen.

Wir sehen daraus wieder bestätigt, daß die auch heutzutage noch oft in Anatomie- und Chirurgie-Lehrbüchern zu findende Angabe, daß der Arm im Schultergelenk allein nicht über die Wagrechte gehoben werden könne, vollkommen falsch ist. Auch mit SHINO hatten wir am rechten Schultergelenk fast 100° Erhebung gefunden. Und zwar fanden wir diese höchste Erhebung damals auf dem Kugelkreis M -20, also 10° vor der Stirnebene durch das Schultergelenk.

Mit O. P. MAIER fanden wir, wie die Zahlentafel und die Kugelbilder zeigen, eine Erhebung bis zu 103° und sogar an zwei Stellen, nämlich auf dem Längskreis M +10, d. h. also dicht vor der Schulterblattebene, und auf dem Längskreis M +40, also nicht weit von der Scheitelebene (M +60 = Scheitel Ebene [Sagittalebene (s. Bild 3)]), also beinahe bei »gerader Vorhebung«. Unser neues Präparat verhält sich betreffs der Stelle der höchsten Erhebungsmöglichkeit ähnlich dem von BRAUNE u. FISCHER untersuchten rechten Gelenk, bei dem die Höchsthebung bei M +20 lag, während sie bei ihrem linken Gelenk und bei einem von H. STRASSER untersuchten Gelenk ähnlich wie beim Präparat SHINOS, nämlich bei M -10, lag.

Bei SHINOS Präparat konnte der Arm vom Längskreis M -40 bis M +26 über die Wagrechte erhoben werden, bei unserem jetzigen Präparat vom Längskreis M -50 bis M +70°. Der Spielraum über der Wagrechten er-

Zahlentafel I.
 Armhebungsgrenze mit und ohne Kreiselung am
 Haut-Muskelpräparat.

Auf Längskreis	Hebung mit Kreiselung bis zum Breitekreis	Hebung ohne Kreiselung bis zum Breitekreis	Absolute ¹ Pfeilneigung	Wirkliche ¹ Supination
M -130	P 31	P 29	D +115	-15
M -120	P 37	P 30	D +105	-15
M -110	P 44	P 39	D +95	-15
M -100	P 49	P 42	D +85	-15
M -90	P 55	P 50	D +75	-15
M -80	P 60	P 58	D +55	-25
M -70	P 69	P 61	D +10	-60
M -60	P 80	P 73	D 0	-60
M -50	P 89	P 80	D +20	-30
M -40	P 92	P 87	D +30	-10
M -30	P 96	P 91	D +5	-25
M -20	P 98	P 94	D -45	-65
M -10	P 100	P 90	D -35	-45
M ±0	P 101	P 92	D -50	-50
M +10	P 103	F 97	D -60	-50
M +20	P 101	P 95	D -65	-45
M +30	P 101	P 94	D -65	-35
M +40	P 103	P 94	D -65	-25
M +50	P 100	P 94	D -60	-10
M +60	P 94	P 92	D -65	-5
M +70	P 91	P 80	D -45	+25
M +80	P 80	P 72	D -55	+25
M +90	P 73	P 59	D -55	+35
M +100	P 65	P 51	D -50	+50

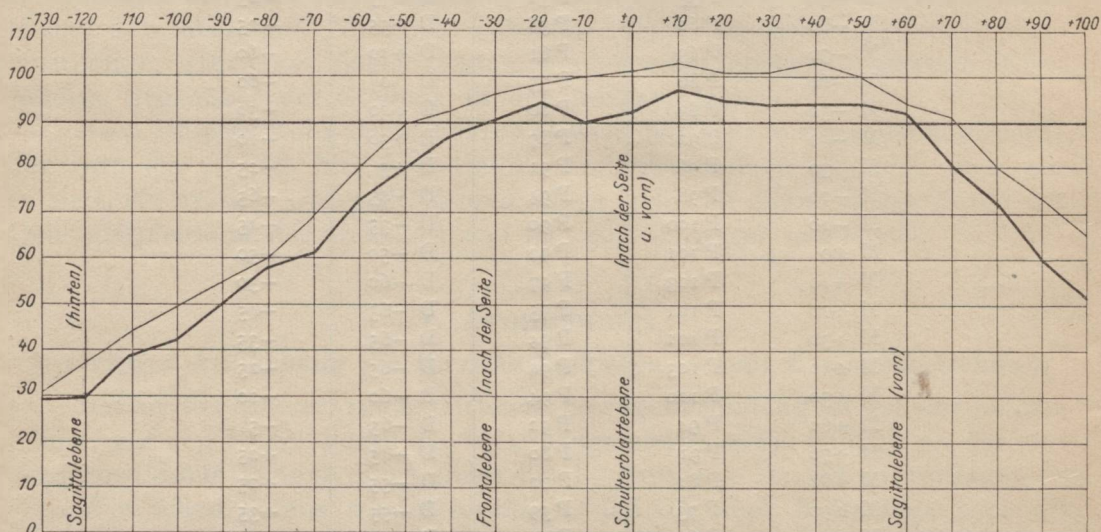
reicht demnach eine recht große Breite: von Ebenen noch 20° hinter der »reinen Seithebung« (M -30 = Ebene der »reinen Seithebung«, d. h. der Stirnebene [Frontalebene] durch das Schultergelenk), bis noch 10° medialwärts von der »geraden Vorhebung«. (M +60 = Ebene der »geraden Vorhebung«, d. h. in der Scheitelebene [Sagittalebene] durch das Schultergelenk) (am anschaulichsten ist es zu sehen an der schwach ausgezogenen Linie des Kugelbildes 5). Vom Längskreis M -50 an nimmt die Erhebungsmöglichkeit auf der Hinterseite der Bewegungskugel ziemlich rasch ab, so daß die schwach ausgezogene Linie auf dem Kugelbild 6 und auf der Tafel I (S. 58) ziemlich steil abwärts verläuft. Den tiefsten Stand erreicht sie auf dem Längskreis M -130, wo der Arm nur noch um 31° erhoben werden kann. Ähnlich rasch nimmt die Erhebungsmöglichkeit auf der Vorderseite des kugelförmigen Bewegungsgebietes von der Stelle aus, wo der Arm gerade noch zur Wagrechten erhoben werden kann (Längskreis M +70) nach medialwärts ab (Kugelbild 4, Tafel I [S. 58]). Schon auf dem nur um 30° weiter medialwärts gerichteten

¹ Erklärung siehe S. 64.

Längskreis (M +100) ist nur noch 65° Erhebungsmöglichkeit. Noch weiter medialwärts stößt der Arm bei der Erhebung an den Brustkorb an. Weiter nach hinten ist dann auch die Tragsäule der Meßvorrichtung im Wege.

Wie beim früheren Präparat lag auch hier wieder der untere Kugelpol beträchtlich innerhalb des Bewegungsgebietes, nicht nahe an der Grenze, so daß der Arm von der gerade herabhängenden Stellung aus, wo er auf den unteren Pol der Kugel zielt, etwa nur noch lateralwärts hätte bewegt werden können, wie das annähernd beim Präparat W. BRAUNE-O. FISCHERS der Fall war.

Hervorzuheben ist übrigens noch, daß die Grenzbewegungslinie auf der »Bewegungs«- oder »Bahnkugel« bei allen bisher untersuchten Präparaten



Armhebungsgrenzen am Präparat mit Haut u. Muskeln
 ————— = mit Grenzkreisung
 - - - - - = ohne Kreisung

Linientafel I. Höchste Armhebung am Haut-Muskelpräparat.

Mit Kreisung = schwach ausgezogene obere Linie. Ohne Kreisung = stark ausgezogene untere Linie.
 (Die Ziffern links [Ordinaten] = Breitekreise, die Ziffern oben [Abszissen] = Längskreise.)

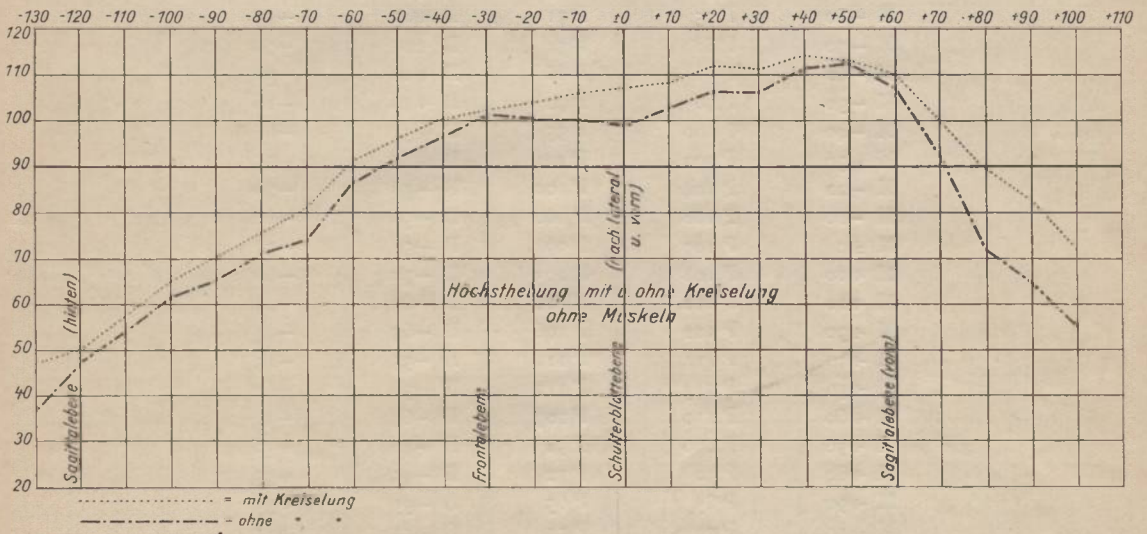
(BRAUNE-FISCHER, STRASSER, SHINO) sehr ähnlich verläuft. Namentlich zeigt sich bei allen Präparaten, daß die Erhebungsfähigkeit auf der lateralen Seite der hinteren Halbkugel langsamer abnimmt als auf der medialen Seite (vgl. Kugelbild 4 gegen 6; Linientafel I linke Bildseite gegen rechte Seite), wo die Grenzlinie besonders rasch abfällt. Bei unserem Präparat beginnt der steile Abfall schon am Längskreis M +60 (Kugelbild 4 u. Tafel I), also »gerade vorn« (ventral) in der Scheitelebene (Sagittalebene) durch das Gelenk. Bei SHINOS Präparat begann der Steilabfall erst auf dem Längskreis M +90, also in der auf der Schulterblattebene senkrechten Ebene.

Die Mitte des ganzen Bewegungsfeldes liegt ungefähr auf dem Nulllängskreis (M \pm 0), in Höhe des Breitekreises P 45. In der »Mittelstellung« steht der Arm also nach vorn lateral. Um diese Stellung kann er

auf einem Kegelmantel herumbewegt werden, dessen Basis durch die Grenzlinie auf der Bahnkugel gebildet wird und dessen Spitze natürlich im Mittelpunkt des Schultergelenkes liegt. (Das Kugelbild 7 ist so aufgenommen, daß man etwa gerade auf die Mitte des Bewegungsfeldes schaut.)

2. Größte Armerhebung am Bänderpräparat.

Der Bewegungsspielraum nach Durchschneidung der Muskeln erfuhr an den meisten Stellen des Bewegungsgebietes, wie der Vergleich der Tafel II auf S. 60 mit der I. von S. 57 und der Vergleich der Kugelbilder 4—6 [punktierte gegen schwach ausgezogene bzw. gestrichelte gegen stark ausgezogene Linie] und der Linientafeln I und II ergibt, eine ziemlich gleichmäßige,



Linientafel II. Höchste Armerhebung am Bänderpräparat.

Mit Kreiselung = punktierte äußere Linie. Ohne Kreiselung = strichpunktierte untere Linie. (Die Ziffern links [Ordinaten] = Breitenkreise, die Ziffern oben [Abszissen] = Längenkreise.)

etwa 6° betragende Erweiterung. Auf den vordersten Teilen der Kugel, vom Längskreis M +10 bis M +65, ist die Erweiterung aber bedeutender. Da beträgt sie etwa 10—12°. SHINO hat seinerzeit sich der sehr großen Mühe unterzogen und das Bewegungsfeld nach Durchschneidung jedes einzelnen Muskels aufs neue untersucht. Er bestätigte dabei zahlenmäßig, was schon die Anschauung ergibt, daß bei der Hemmung der Armerhebung nach vorn lateral natürlich die beiden »runden Muskeln« (m. teretes) mit dem »breitesten Rückenmuskel« und dem »Grätenteil des Dreieckmuskels« (pars spinalis m. deltoidei) hauptsächlich schuld sind.

Nach Abtragung der Muskeln wird, wie ich bereits in meinem Handbuch auseinandersetzte, die Bewegung nach vorn durch die hinteren Kapselteile und die hinteren Teile des Haken-Armbandes (Igt. coracohumerale) gehemmt. Bei Hebung nach hinten spannen sich die oberen und vorderen Kapselteile und die vorderen Teile des Haken-Armbandes. Bei Seithebung stößt schließlich der große Armhöcker an den oberen Pfannenrand, und zu-

Zahlentafel II.
Armhebung mit und ohne Kreiselung am Bänder-
präparat.

Längskreis	Hebung mit Kreiselung bis zum Breitekreis	Hebung ohne Kreiselung bis zum Breitekreis	Absolute Pfeilneigung	Wirkliche Supination
M -130	P 47	P 37	D +120	-10
M -120	P 50	P 47	D +115	-5
M -110	P 57	P 54	D +110	±0
M -100	P 65	P 61	D +95	-5
M -90	P 70	P 65	D +80	-10
M -80	P 75	P 71	D +65	-15
M -70	P 81	P 74	D ±0	-70
M -60	P 91	P 86	D +10	-50
M -50	P 96	P 92	D +40	-10
M -40	P 100	P 95	D +34	-6
M -30	P 102	P 101	D +15	-15
M -20	P 104	P 100	D -50	-70
M -10	P 106	P 100	D -50	-60
M ±0	P 107	P 99	D -51	-51
M +10	P 108	P 103	D -70	-60
M +20	P 112	P 106	D -65	-45
M +30	P 111	P 106	D -63	-33
M +40	P 114	P 111	D -55	-15
M +50	P 113	P 112	D -56	-6
M +60	P 110	P 107	D -63	-3
M +70	P 100	P 92	D -40	+30
M +80	P 90	P 72	D -45	+35
M +90	P 83	P 65	D -55	+35
M +100	P 72	P 55	D -55	+45

gleich spannen sich meist auch die unteren Kapselteile. Die Bewegung nach innen hemmt die Brustwand, wenn diese beseitigt ist, die oberen Kapselteile und das Haken-Armband.

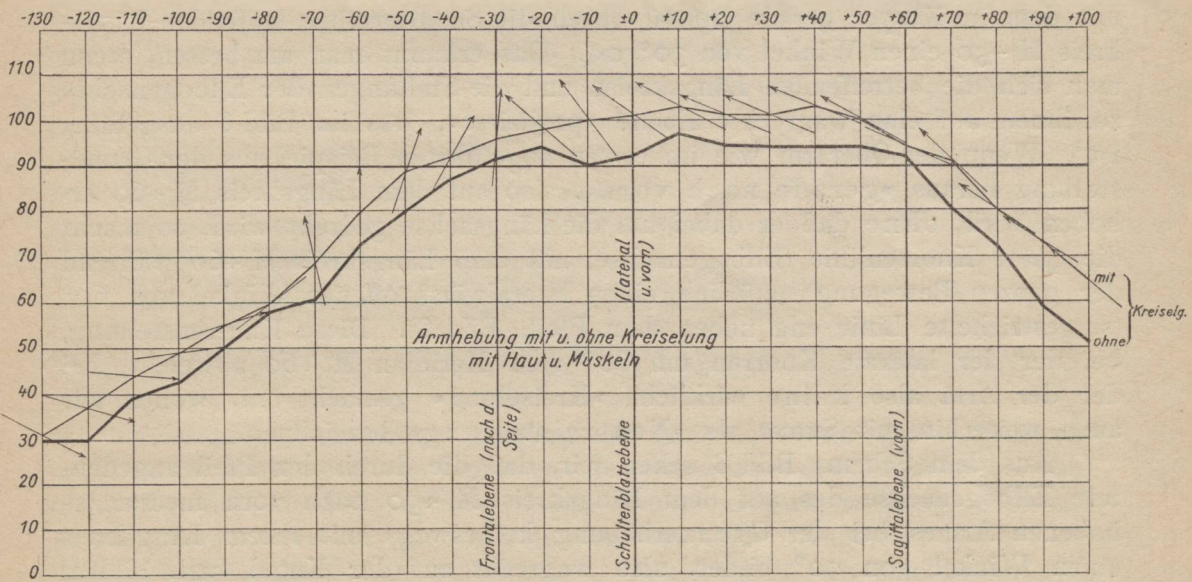
3. Zwangskreiselung bei den größten Armhebungen.

Wie sich schon an SIMON'S Präparat herausgestellt hat und bereits eingangs erwähnt wurde, zeigt sich, daß bei den äußersten Armhebungen die »quere Knorrenlinie« des Ellbogens (oder die quere Ellbogengelenkachse) keineswegs immer die gleiche Lage zu den Hauptebenen des Körpers oder zur Schulterblattebene hat oder daß sie sich bei der höchsten Erhebung etwa jeweils in die betreffende Beugungsebene einstellt, sondern daß sie ganz wechselnd steht. Es wäre ja auch sehr merkwürdig und ist von vornherein sehr unwahrscheinlich, daß der Arm uns bei seinen Grenzhebungen den Gefallen tun sollte, seiner Ellbogenachse eine gleiche, bestimmte Einstellung zu unseren rechnerisch oder für die Beschreibung bequemen Ebenen zu geben. Es ist vielmehr von vornherein klar, daß durch die verschiedenen Spannungsverhältnisse der Muskeln, Bänder und der verschiedenen Teile der Schulter-

kapsel die Erhebungen nach den verschiedenen Richtungen hin, nach vorn oder nach der Seite oder nach hinten, die einen in mehr pronierter, die andern in mehr supinierter Stellung, am weitesten getrieben werden können, weil sich bei der Erhebung auf dem einen Längskreis des Bewegungsgebietes früher durch die betreffenden Spannungen Hemmungen einstellen werden, wenn der Arm supinatorisch eingestellt ist, bei Erhebung auf einen anderen Längskreis aber vielleicht umgekehrt bei pronatorischer Einstellung. Im ersteren Fall, wo sich bei der Erhebung, wenn der Arm in supinatorischer Stellung steht, früher Spannungen in den Weichteilen einstellen, wird die Erhebung also weiter getrieben werden können, wenn wir den Arm mit der Erhebung zugleich pronieren. In diesem Fall finden wir also eine »pronatorische Grenzkreislung«, im umgekehrten Fall eine supinatorische.

Auf den Kugelbildern ist die bei äußerster Erhebung gefundene Stellung der Ellbogenachse jeweils durch einen Pfeil angedeutet, dessen Spitze dem lateralen, dessen »hinteres« freies Ende dem medialen Knorren entspricht.

Man erkennt aus den Kugelbildern 4 und 5 sowie aus der Linientafel III, daß bei den Grenzbewegungen auf der vorderen Halbkugel der laterale Knorren fast immer oben oder lateral vom medialen Knorren bleibt. Bei der Höchst-



Die Pfeile geben die Stellung der queren Knorrenlinie zum betreffenden Längskreis bei äußerster Erhebung an (Spitze = lateraler Knorren).

Linientafel III. Höchste Armhebung am Haut-Muskelpräparat. (Die Ziffern links [Ordinaten] = Breitenkreise, die Ziffern oben [Abszissen] = Längskreise.)

erhebung auf dem Nullkreis (s. Bild 5) weicht auf beiden Grenzhhebungslinien sowohl der am Bänderpräparat (punktierte) als auch der am Muskelpräparat (schwach ausgezogenen) Linie die Pfeilspitze sehr stark, um nicht weniger als 50°, nach hinten vom Längskreis ab (s. auch Linientafel III). In der Grenz-

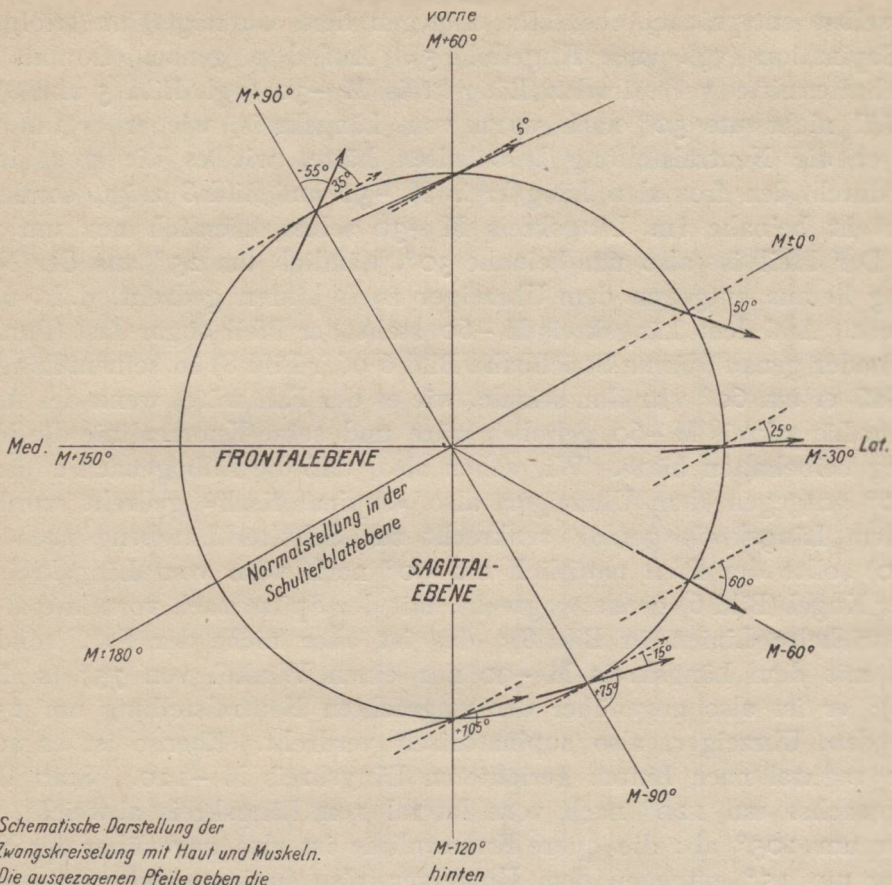
hebung, genau auf dem im Körper gerade nach vorn gerichteten Längskreis (M +60) ist der Pfeil um 65° nach lateral vom Längskreis gedreht (wie Kugelbild 4 und noch deutlicher Tafel III [S. 61] zeigt) usw.

Wie ich schon im Handbuch der Gelenklehre (II. Bd., S. 208 ff.) auseinandergesetzt habe, entsprechen die auf der Kugel abzulesenden Winkel zwischen den Pfeilen und den Längskreisen auf den Grenzlinien des Bewegungsfeldes aber nicht etwa unmittelbar einer wirklichen »Kreiselung« des Armes um seine Längsachse, die er gegenüber der »Grundstellung« bei der Erhebung auf dem betr. Längskreis erfahren hat.

Als »Grundstellung« betrachten wir, wie schon bemerkt, diejenige Stellung, bei der der Arm gerade herunterhängt, so daß seine mechanische Längsachse auf den unteren Pol der Bewegungskugel zielt und die quere Ellbogenachse in der Schulterblattebene, also der Nullkreis- (Nullmeridian-) Ebene eingestellt ist. In der Grundstellung macht die Ellbogenachse natürlich mit dem im Körper gerade nach vorn (»sagittal«) durch die Schultermitte hindurchlaufenden Längskreis (M +60) einen lateralwärts offenen Winkel von 60° , mit dem gerade senkrecht zur Schulterblattebene laufenden Längskreis (M +90) einen Winkel von 90° , mit dem gerade sagittal rückwärts laufenden Längskreis (M -120) einen nach hinten lateral offenen Winkel von 120° , mit dem im Körper gerade frontal durch die Schultermitte laufenden Längskreis M -30 einen Winkel von 30° usf. Das erkennt man am besten, wenn man sich die betreffenden Längskreise und die Stellungen der Ellbogenachse zu ihnen auf eine wagrechte Ebene »projiziert«, was im Bild 8 ausgeführt ist¹. Wenn der Oberarm wie im ersten angeführten Beispiel aus der Grundstellung heraus »gerade nach vorn«, also auf dem Längskreis M +60 erhoben wird, ohne daß er dabei um die Längsachse gedreht wird, so macht die quere Knorrenlinie (Ellbogenachse) mit dem Längskreis M +60 während der ganzen Bewegung natürlich einen lateralwärts offenen Winkel von 60° (s. gestrichelte Linie eng neben dem Pfeil, Bild 8). Diese Knorrenstellung, bei der der laterale Knorren um 60° vom Meridian M +60 abweicht, bei der der Arm also keine wirkliche »Kreiselung« gemacht hat, wollen wir auch weiterhin mit SHINO als »Neutralstellung« bezeichnen.

Aus dem Schema Bild 8 sehen wir, daß die durch den Pfeil angedeutete Ellbogenachse des auf dem Längskreis M +90 nach vorn medial erhobenen Armes bei der Grenzerhebung keineswegs mit ihrem Längskreis einen Winkel von 90° bildet, also wagrecht auf der Kugel (vgl. Bild 4) steht (punktierte und dünn ausgezogene Strichbahn), sondern nur einen Winkel von 55° (vgl. Bild 8). Es hat also nicht nur eine Erhebung des Armes um die auf dem Längskreis M +90 senkrechte Achse durch den Schultermittelpunkt (= Kugelmittelpunkt) stattgefunden, sondern auch eine Drehung,

¹ Ich werde im folgenden die einzelnen Hauptstellungen der queren Knorrenlinie bei den Grenzkreiselungen sehr eingehend beschreiben, da die Gewinnung einer klaren räumlichen Vorstellung dieser Verhältnisse dem mit der Untersuchungsart nicht Vertrauten nicht ganz leicht fällt. Für den mechanisch Geschulten sind die umständlichen Umschreibungen natürlich unnötig. Ich nehme aber gerne das Lächeln der Kundigen in Kauf, wenn ich durch die Ausführlichkeit und die Wiederholungen auch das Verständnis der mechanisch Ungeschulten erringe.



Schematische Darstellung der Zwangskreiselung mit Haut und Muskeln. Die ausgezogenen Pfeile geben die beobachteten Stellungen bei äußerster Erhebung auf dem betreffenden Meridian an, die gestrichelten Linien entsprechen der „Neutralstellung“ der Ellbogenaxe (parallel der Nullmeridianebene).

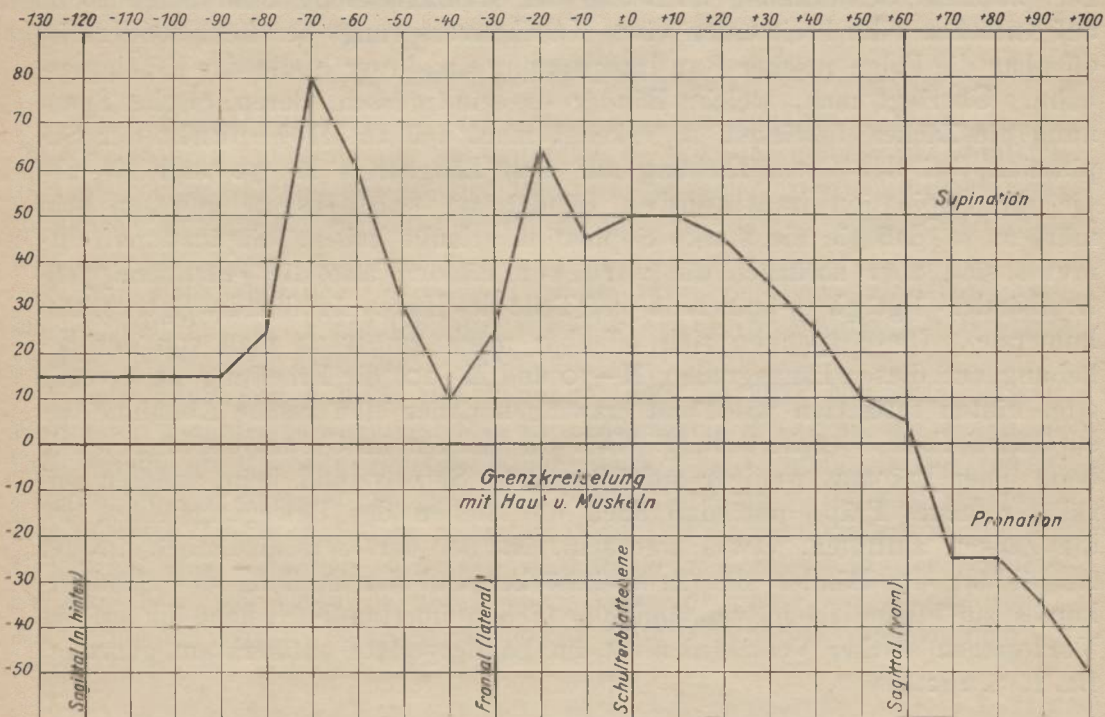
Bild 8. Projektion der Längskreise und der Stellung der queren Knorrenlinie sowie der betreffenden Neutralstellung auf eine wagrechte Ebene am Haut-Muskelpräparat.

eine »Kreiselung«, um seine mechanische Längsachse um $90 - 55 = 35^\circ$ (vgl. Bild 8), und zwar von vorn gesehen im Sinne des Uhrzeigers. Eine solche Drehung ist aber eine »Pronation« (früher »Einwärtsrollung« genannt). Die Pfeile der Punktbahn und der dünnen Strichbahn (Kugelbild 4) oder der Pfeil im Schema Bild 8 am »sagittalen« Längskreis $M + 60$ machen mit ihm einen Winkel von 65° , d. h. demnach um 5° mehr, als wenn die Bewegung nur eine »reine« Vorhebung ohne Kreiselung gewesen wäre. Die Kreiselung ist diesmal aber gegenüber der »Neutralstellung« des Pfeiles, von vorn an der Kugel betrachtet, entgegen dem Uhrzeiger erfolgt, also hat der Arm sich bei der Erhebung zugleich um 5° in Sinne der »Supination« gedreht. Mit dem Nullkreis machen die Pfeile der beiden Bahnen (Bild 4) oder der Pfeil des Schemas 8 einen nach hinten lateral offenen Winkel von 50° . Da hier die »Neutralstellung« mit dem Längskreis zusammenfällt (s. S. 62), beträgt hier die stattgehabte Kreiselung den ganzen unmittelbar ablesbaren Winkel. Und zwar ist hier die Drehung von der »Neutralstellung« aus, die dem Null-

kreis selbst entspräche, ebenfalls entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgt, also eine Supination (vgl. auch Kugelbild 5). Auf dem genau »frontal« durch die Schultermitte verlaufenden Längskreis M -30 (vgl. Bild 5 und 8) steht der Pfeil nicht um 30° nach vorn vom Längskreis, wie er es tun würde, wenn er die Neutralstellung beibehalten hätte, wie es die gestrichelte Linie durch den frontalen Längskreis M -30 auf Bild 8 zeigt, sondern der Pfeil steht beinahe im Längskreis M -30 selbst, nämlich nur um 5° vor ihm. Der Pfeil ist also um beinahe 30° , nämlich um 25° aus der Neutralstellung heraus entgegen dem Uhrzeiger nach hinten gedreht, d. h. um 25° supiniert. Auf dem Längskreis M -60 steht der Pfeil sogar fast (Punktbahn Bild 6) oder genau (dünne Strichbahn Bild 6 oder Bild 8) in seinem Längskreis, statt daß er um 60° vor ihm stünde, wie es der Fall wäre, wenn der Arm nur auf dem Längskreis M -60 gehoben wäre und seine Knorrenlinie die Neutralstellung beibehalten hätte. Wir sehen also, daß die Ellbogenachse (der Pfeil) um 60° entgegen dem Uhrzeiger, also »supinatorisch« gedreht worden ist. Auf dem Längskreis gerade senkrecht zur Schulterblattebene nach hinten (M -90) sollte der Pfeil natürlich um 90° nach vorn vom Längskreis, d. h. auf der Kugel (Bild 6) genau wagrecht, mit der Spitze nach vorn lateral stehen (s. gestrichelte Linien in Bild 8); das ist aber nicht der Fall, sondern er macht mit dem Längskreis M -90 nur einen Winkel von 75° (s. Pfeil in Bild 8); er ist also gegenüber der wagrechten Neutralstellung um 15° entgegen dem Uhrzeiger, also supinatorisch verdreht. Ebenso ist es auf dem gerade sagittal nach hinten gerichteten Längskreis M -120. Statt daß die Ellbogenachse um 120° nach vorn lateral vom Längskreis abweicht, weicht sie nur um 105° ab; die quere Knorrenlinie ist also gegenüber der Neutralstellung um 15° entgegen dem Uhrzeiger, also supinatorisch verdreht.

In der Zahlentafel I (S. 57) sind in der 4. Spalte die unmittelbar gefundenen Winkel zwischen der Ellbogenachse und dem betreffenden Längskreis mit D (= Deklination) bezeichnet. Das + Zeichen vor der Winkelzahl bedeutet Abweichung des Pfeiles vom betreffenden Längskreis im Sinne des Uhrzeigers, wenn man die Kugel­fläche, auf der sich die Bewegungen abspielen, von außen her betrachtet; das - Zeichen bedeutet Abweichung des Pfeiles vom Längskreis entgegen dem Uhrzeiger. Wie aus der ausführlichen vorstehenden Beschreibung der stattgehabten Grenzkreis­elung an den »Hauptstellen« des Bewegungsfeldes folgt, erhält man aus diesen unmittelbar an der Kreis­elungsscheibe (vgl. Bild 1 Beschreibung S. 56) ablesbaren Winkelzahl den wahren Kreis­elungsbetrag gegenüber der »Neutralstellung«, wenn man sie zu der betreffenden Längskreis­zahl hinzuzählt. Erhält man dabei eine negative Zahl, so ist die wahre Kreis­elung entgegen dem Uhrzeiger, also supinatorisch erfolgt, erhält man eine positive Zahl, so ist die wahre Kreis­elung im Sinne des Uhrzeigers erfolgt (vgl. Handbuch Bd. II, S. 209). Die 5. Spalte der ersten Zahlentafel enthält diese Winkelzahlen. Wir beobachteten z. B. auf Längskreis M -110 eine Winkelstellung von $+95^\circ$ im Sinne des Uhrzeigers. »Die wahre Kreis­elung« ist daher $+95 - 110 = -15^\circ$, d. h. demnach eine Drehung entgegen dem Uhrzeiger, also eine Supination.

Auf der Linientafel IV sind die » wahren Kreiselungen « bei der Grenzhebung auf den einzelnen Längskreisen in einer fortlaufenden Linie aufgezeichnet. Die dortige Linie zeigt 2 ganz auffällige Zacken, d. h. Höchstwerte supinatorischer Kreiselung im Betrag von 80° bei der Höchsthebung auf dem Längskreis M -70 , also bei Hebung nach lateral-hinten, und im Betrag von 65° bei der Höchsthebung auf dem Längskreis M -20 , also bei Hebung

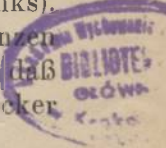


Linientafel IV. Grenzkreiselungsbetrag beim Haut-Muskelpreparat.
 (Die Ziffern links geben den Betrag der Supination [über der Nulllinie] bzw. den der Pronation [unter der Nulllinie], die Ziffern oben die Längskreise an.)

beinahe gerade nach der Seite (genaue Seithebung = Hebung auf Längskreis M -30).

Diese Zacken, die sich schon am Muskelpräparat zeigten, kamen mir so auffällig vor, daß ich zunächst an einen Fehler dachte; aber eine Nachprüfung ergab mir und ganz unabhängig Hrn. Kollegen O. P. MAIER, daß tatsächlich auf diesen Strecken die Hebung durch rasch ansteigende Supination gesteigert wird. Da auch das Bänderpräparat, von uns beiden wieder unabhängig voneinander untersucht, dasselbe ergab, so war selbstverständlich ein Fehler in der Aufschreibung ausgeschlossen. Der Vergleich mit dem Präparat SHINOS ergibt nun überdies ebenfalls die eine Zacke, fast in gleicher Schroffheit, freilich um $30-40^\circ$ weiter vorn als bei unserem neuen Präparat, nämlich auf dem Längskreis M -40 (rechts) bzw. M -30 (links). Wenn die steilen Zacken sich auch in der Linie der Erhebungsgrenzen mit Kreiselung fänden (Tafel I S. 58), würde man daran denken können, bis zu einem gewissen Punkt der Grenzbewegung der große Armbeinhöcker

Die wahre Zwangskreiselung bei maximaler Bewegung



vielleicht am Haken-Schultereckband (lgt. coraco-acromiale) einen Widerstand gefunden hätte und durch eine andere Kreiselstellung plötzlich unter die Schulterecke (Akromion) hinunterschlüpfen konnte und dadurch plötzlich sich viel weiter erheben ließ. Das ist aber offenbar nicht der Fall, denn die Erhebungsbahn (s. Tafel I S. 58) mit Kreiselung zeigt an der entsprechenden Stelle keine scharfe Anstiegszacke gegenüber der Erhebung ohne Kreiselung. Die plötzliche Schwankung im Betrag der Grenzkreiselung kann daher nicht auf Anstoßen oder Freiwerden eines Knochenvorsprungs beruhen, sondern ist offenbar die Folge rascher Bandanspannung an dieser Stelle der Erhebungsbahn. Überlegt man, welche Bänder es sein müssen, deren rasche Spannung die Zacken bewirken, so erkennt man, daß am Höhepunkt der Supination (bei der Grenzerhebung auf dem Längskreis $M - 70$ und $M - 20$) die die Supination hemmenden Bänder am schlaffsten gewesen sein müssen, so daß sie die starke Supination erlaubt haben. Supinationshemmend sind aber natürlich die vorderen Bänder, also die »Pfannenlippen-Armbänder« (lgt. gleno-humeralia und Teile des Haken-Armbandes (lgt. coraco-humerale). Diese spannen sich offenbar rasch an, wenn man von der Erhebung auf diesen Längsgraden ($M - 70$ und $M - 20$) die Erhebung nach vorne oder hinten fortsetzen will, und erzwingen daher eine rasche Abnahme der supinatorischen Grenzkreiselung. Daß die Zacken im Grenzkreiselungsbetrag beim einen Präparat weniger auffällig (Präp. SHUNOS) und beim anderen auffälliger (neues Präp.) und daß auch die Stellen des Bewegungsfeldes, wo die Zacken auftreten, etwas wechseln, ist bei der Verschiedenheit in der Ausbildung der Bänder, der Armbeinhöcker und der Stellung des Schulterkopfes zur Pfanne leicht verständlich. (Schon im Handbuch habe ich auf das Vorkommen starker Verschiedenheit im Bänderverlauf aufmerksam gemacht, Bd. I, S. 262.)

4. Armhebung ohne (Grenz-) Kreiselung.

Wie oben bemerkt, richteten wir bei dieser erneuten Schultergelenkuntersuchung besonderes Augenmerk darauf, wie hoch der Arm auf den verschiedenen Längskreisen seines kugelförmigen Bewegungsgebietes erhoben werden konnte, ohne daß er um seine Längsachse gekreiselt wurde. Bei diesen Erhebungen blieb die Ellbogenachse also immer parallel ihrer Stellung, die sie in der »Grundstellung« zeigte, also parallel der Schulterblattebene (»Nullmeridianebene«).

a. Am Haut-Muskelpräparat.

Auf den Kugelbildern 4—7 ist der Umfang dieser »reinen« Erhebungen am Haut-Muskelpräparat durch die dick ausgezogene, innerste Linie bezeichnet. Die »reinen« Erhebungen am Bänderpräparat sind durch die gestrichelte Linie wiedergegeben.

Aus der Zahlentafel I (S. 57) oder aus dem Vergleich der beiden Linien auf Linientafel I (S. 58) und der dick und der dünn ausgezogenen Linie auf den Kugelbildern ergibt sich, daß in der Mitte des Bewegungsfeldes des Haut-Muskelpräparates (Bild 5), d. h. also bei der Seithebung des Armes, die beiden

Linien bis zu etwa 10° voneinander abstehen. Der Zuwachs, den die Erhebungsfähigkeit des Armes durch entsprechende (Grenz-) Kreiselung erfahren kann, beträgt etwa 10° . Auf dem vorderen Teil der Bewegungsbahn (Kugelbild 4) ist der Unterschied eher etwas größer, im hinteren Teil (Bild 6) ist der Unterschied weniger als 10° . Der Unterschied ist, wie man sieht, etwas größer als der zwischen dem Haut-Muskelpräparat und dem Bänderpräparat bei den äußersten oder »Grenz«erhebungen mit Kreiselung (vgl. S. 59f.).

b. Am Bänderpräparat.

Beim Bänderpräparat ist der Unterschied im Hebungsumfang mit oder ohne Kreiselung außer aus der Zahlentafel II (S. 60) auch auf der Linientafel II (S. 59) aus dem Abstand der gestrichelten und der punktierten (äußersten) Linie zu sehen; an den Kugelbildern ergibt er sich aus dem Abstand der Punktlinie von der gestrichelten Linie.

Man sieht, daß der Unterschied in der Mitte des Bewegungsfeldes und im hinteren Teil sehr ähnlich, nur etwas kleiner, im vorderen Teil etwas größer ist als beim Haut-Muskelpräparat.

Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, daß auf dem Nullkreis und im vordersten Teil des Bewegungsfeldes vom Längskreis M $+70$ an die »reinen« Erhebungen am Bänderpräparat weniger hoch hinauf gehen als die Grenzerhebungen mit Kreiselungen beim Haut-Muskelpräparat! Bei der »reinen« Hebung des Armes auf dem vorderen Teil des Bewegungsfeldes liegt die Hemmung eben offenbar nicht in den Muskeln, sondern in der Bänderinrichtung bzw. im Anstoßen des kleinen Armbeinhöckers am Hakenfortsatz, die vermieden wird, wenn der Arm nicht einfach gehoben, sondern auch um seine Längsachse gekreiselt wird.

II. Selbständige Kreiselung (Pro-Supination).

Außer dem Grenzkreiselungsbetrag haben wir auch diesmal den Umfang der selbständigen Kreiselung (Pro-Supination) in verschiedenen Stellungen untersucht, und zwar zunächst in der Grundstellung, dann auch in gehobenen Stellungen, und zwar bei 30° , bei 60° und 90° Erhebung. Die Ergebnisse sind in der folgenden Zahlentafel III und den verschiedenen schematischen Zeichnungen wiedergegeben. Der Kreiselungsumfang in den mittleren Teilen des Bewegungsfeldes ist durch je 2 Pfeile (= Pro- bzw. Supinationsstellung) der Kugelbilder Nr. 4—7 dargestellt.

1. Kreiselungen in der Grundstellung.

a. Mit Haut und Muskeln.

Wenn der Arm senkrecht herabhing, so daß seine Längsachse auf den unteren Pol der Kugel zielte, so konnte die quere Knorrenlinie (quere Ellbogenachse) aus der Einstellung in die Schulterblattebene um 55° nach vorn gedreht, also proniert und um 65° nach hinten gedreht, also supiniert werden (s. Schemabild 9). Der Gesamtkreiselungsumfang war also $55+65=120^\circ$.

Zahlentafel III. Selbständige Kreiselungen.

Auf dem Längskreis	Bei Hebung bis zum Polkreis	Am Haut-Muskelpräparat			Am Bänderpräparat		
		Pronation	Supination	Gesamtkreiselung	Pronation	Supination	Gesamtkreiselung
-120	30	15°	65°	80°	20°	70°	90°
-90	30	40°	90°	130°	40°	100°	140°
-90	60	—	—	—	15°	45°	60°
-60	30	55°	85°	140°	60°	110°	170°
-60	60	25°	90°	115°	40°	100°	140°
-30	30	65°	85°	150°	65°	110°	175°
-30	60	45°	95°	140°	55°	110°	165°
-30	90	5°	95°	100°	15°	110°	125°
±0	0	70°	85°	155°	80°	105°	185°
±0	30	55°	65°	120°	60°	90°	150°
±0	60	65°	95°	160°	75°	110°	185°
±0	90	25°	85°	110°	30°	110°	140°
+30	30	70°	75°	145°	85°	90°	175°
+30	60	65°	80°	145°	60°	95°	155°
+30	90	30°	65°	95°	45°	90°	135°
+60	30	65°	60°	125°	70°	80°	150°
+60	60	65°	55°	120°	70°	70°	140°
+60	90	40°	—	40°	55°	65°	120°
+90	30	60°	45°	105°	70°	60°	130°
+90	60	60°	30°	90°	65°	45°	110°

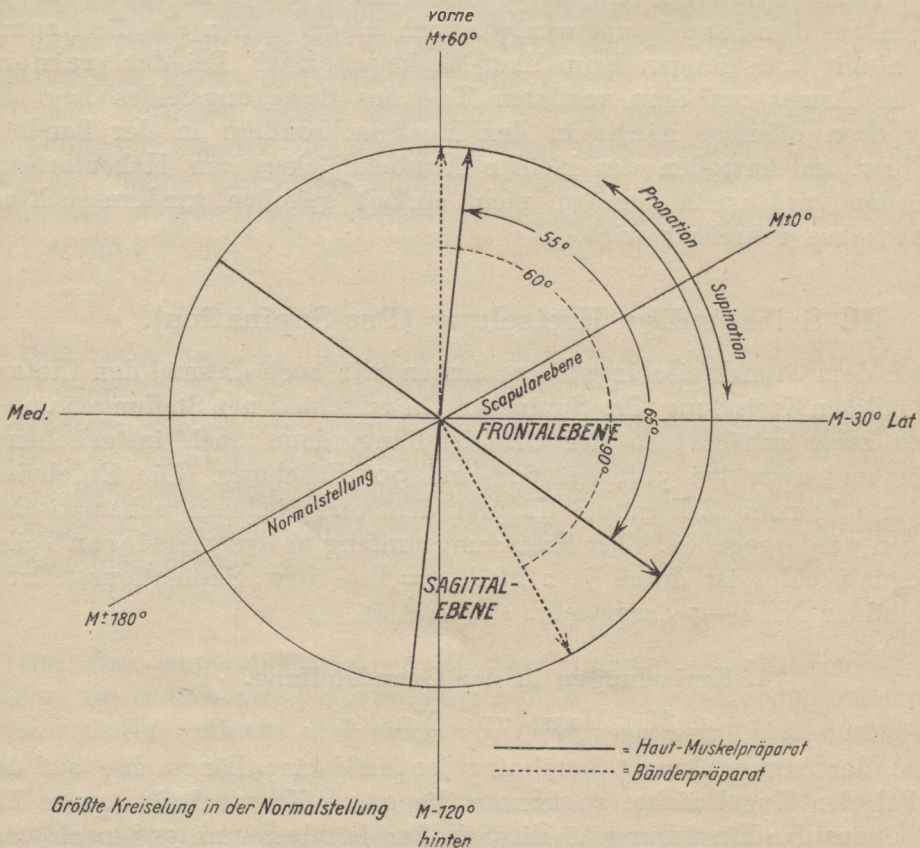


Bild 9. Projektion der Hauptlängskreise und der Stellung der queren Knorrenlinie auf eine wagrechte Ebene bei äußerster selbständiger Pro- bzw. Supination des Armes aus der Grundstellung.

Ausgezogene gerade lange Durchmesser-Pfeile = am Haut-Muskelpräparat.
Punktierte gerade kurze Halbmesser-Pfeile = am Gelenkpräparat.

b. Am Bänderpräparat.

Nach Abtrennung von Haut und Muskeln stieg der Pronationsumfang auf 60° , der der Supination auf 90° , der Gesamtkreislungsumfang auf 150° (s. Bild 9 d. vor. S.).

Unser neues Präparat zeigt merkwürdigerweise die umgekehrten Verhältnisse wie das Präparat SHINOS. Bei letzterem fanden wir sowohl am ganzen, als beim Bänderpräparat die Pronation in der Grundstellung ausgedehnter, hier aber, namentlich am Bänderpräparat, die Supination bei weitem umfangreicher.

2. Kreislung bei Erhebung des Armes um 30° .

a. Mit Haut und Muskeln.

Wenn der Arm um 30° erhoben war, d. h. seine Längsachse auf den Breitenkreis P 30 zielte, so zeigte sich auf den »Haupt«-Längskreisen folgender Kreislungsumfang (vgl. auch Schemabild 10 und Linientafel V und VI (auf Anhängetafel II) sowie Kugelbild 4—7).

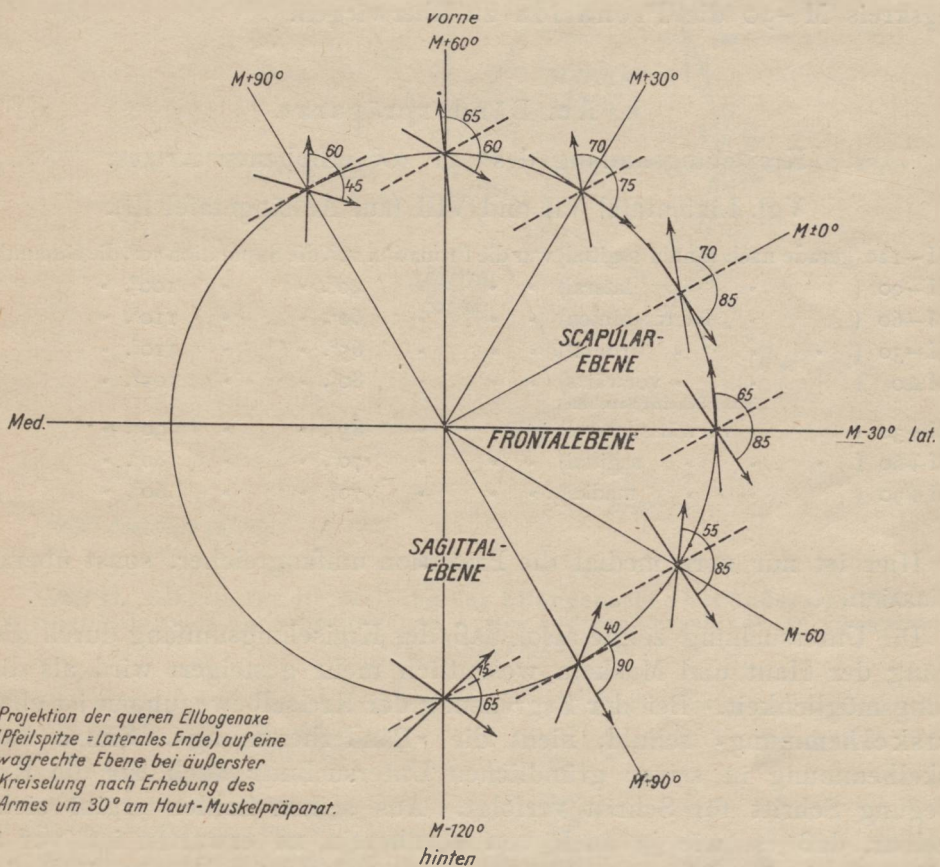


Bild 10. Schema für die Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Pro- bzw. Supination des um 30° erhobenen Armes auf den verschiedenen Längskreisen am Haut-Muskelpräparat.

Auf Kreis M-120	(gerade hinten sagittal)	war die Pronation	15°,	die Supination	65°,	die Gesamtkreisung	80°
" "	M-90 (hinten lateral)	" "	" 40°,	" "	90°,	" "	130°
" "	M-60 (lateral hinten)	" "	" 55°,	" "	85°,	" "	140°
" "	M-30 (" frontal)	" "	" 65°,	" "	85°,	" "	150°
" "	M±0 (" vorwärts)	" "	" 70°,	" "	85°,	" "	155°
	(in der Schulterblattebene)						
" "	M+30 (vorwärts lateral)	" "	" 70°,	" "	75°,	" "	145°
" "	M+60 (gerade vorwärts sagittal)	" "	" 65°,	" "	60°,	" "	125°
" "	M+90 (vorwärts medial)	" "	" 60°,	" "	45°,	" "	105°

Gerade vorn (auf M+60) und vorn medial (auf M+90) ist demnach bei dem um 30° erhobenen Arm die Pronation umfangreicher als die Supination, auf allen anderen Längskreisen hingegen umgekehrt. Das ist keineswegs immer der Fall; es bestehen offenbar persönliche Unterschiede, ja sogar auf beiden Körperseiten derselben Person. So fanden wir an SHIMOS Präparat links überall die Pronation größer, allerdings war vorn das Überwiegen der Pronation auch am ausgesprochensten. Auf der rechten Körperseite war aber, ähnlich wie beim jetzigen Präparat, hinten die Supination umfangreicher. Freilich begann auch bei diesem Präparat schon auf dem Längskreis M-90 die Pronation zu überwiegen.

b. Am Bänderpräparat.

Kreislungsumfang des um 30° erhobenen Armes.

Vgl. Linientafel VII und VIII (auf Anhängetafel III).

Auf Kreis M-120	(gerade nach hinten sagittal)	war die Pronation	20°,	die Supination	70°,	die Gesamtkreisung	90°
" "	M-90 (" " lateral)	" "	" 40°,	" "	100°,	" "	140°
" "	M-60 (" lateral hinten)	" "	" 60°,	" "	110°,	" "	170°
" "	M-30 (" " frontal)	" "	" 65°,	" "	110°,	" "	175°
" "	M±0 (" " vorwärts)	" "	" 80°,	" "	105°,	" "	185°
	(in der Schulterblattebene)						
" "	M+30 (" " vorwärts lateral)	" "	" 85°,	" "	90°,	" "	175°
" "	M+60 (" " sagittal)	" "	" 70°,	" "	80°,	" "	150°
" "	M+90 (" " medial)	" "	" 70°,	" "	60°,	" "	130°

Hier ist nur vorn medial die Pronation umfangreicher, sonst überall die Supination.

Die Untersuchung zeigte also, daß der Kreislungsumfang durch die Abtragung der Haut und Muskeln wesentlich mehr gesteigert wird als die Erhebungsmöglichkeit. Bei der Begrenzung der Kreisbewegungen ist eben die »Muskelhemmung« schuld, nicht die »Bänderhemmung«. SHIMO hat die Muskelhemmung in seiner gründlichen Untersuchung auch für die Kreisbewegung Schritt für Schritt verfolgt. Aus seinen Zahlen ergibt sich unmittelbar, daß es, wie ja auch von vornherein zu erwarten ist, vor allem der Unterschulterblattmuskel (m. subscapularis) ist, der den Kreislungsumfang beeinflusst. Nach seiner Durchschneidung schnellte der Supinationsumfang um 20—31° empor.

3. Kreiselungsumfang bei Erhebung um 60°.

a. Am Haut-Muskelpreparat.

Wurde der Arm um 60° erhoben, so daß seine Längsachse auf den Breitenkreis P 60 zielte, so zeigte sich an den verschiedenen Stellen des kugelförmigen Bewegungsgebietes, und zwar in den Hauptlängskreisen, folgender Kreiselungsumfang (vgl. auch Kugelbild 4—7, Schemabild 11 und Linientafeln V und VI auf Anhängertafel II).

Auf den Längskreisen M -120, d. h. gerade nach hinten, und auf M -90 konnte der Arm am Haut-Muskelpreparat nicht bis zu 60° erhoben werden (s. Kugelbild 6).

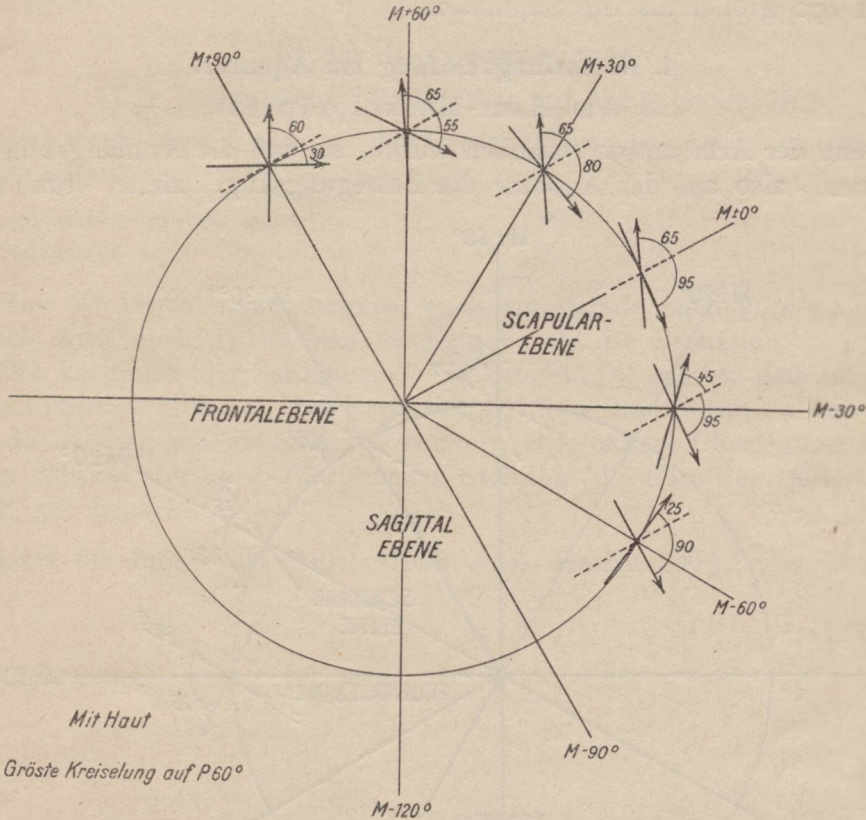


Bild 11. Schema für die Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Pro- bzw. Supination des um 60° erhobenen Armes auf den verschiedenen Längskreisen am Haut-Muskelpreparat.

Auf Kreis M-60 (schräg lateral hinten)	war die Pronation 25°, die Supination 90°, die Gesamtkreiselung 115°
" " M-30 (gerade " frontal)	" " " 45°, " " 95°, " " 140°
" " M±0 (" vorwärts)	" " " 65°, " " 95°, " " 160°
(in der Schulterblattebene)	
" " M+30 (vorwärts lateral)	" " " 65°, " " 80°, " " 145°
" " M+60 (gerade vorwärts sagittal)	" " " 65°, " " 55°, " " 120°
" " M+90 (" medial)	" " " 60°, " " 30°, " " 90°

Auch hier ist der Pronationsumfang nur vorn größer als der Supinationsumfang.

b. Am Bänderpräparat.

(Vgl. Linientafeln VII und VIII auf Anhängetafel III.)

Auf Kreis	M -90	(schräg hinten lateral)	war die Pronation	15°	die Supination	45°	die Gesamtkreiselung	65°
" "	M -60	(lateral hinten)	" " "	40°	" "	100°	" "	140°
" "	M -30	(gerade lateral frontal)	" " "	55°	" "	110°	" "	165°
" "	M ±0	(schräg " vorwärts) (in der Schulterblattebene)	" " "	75°	" "	110°	" "	185°
" "	M +30	(schräg vorwärts lateral)	" " "	60°	" "	95°	" "	155°
" "	M +60	(gerade vorwärts sagittal)	" " "	70°	" "	76°	" "	146°
" "	M +90	(schräg vorn medial)	" " "	65°	" "	45°	" "	110°

(unsicher wegen Anstoßens)

Hier ist der Pronationsumfang wieder nur auf dem vorn medial liegenden Kreis M +90 größer als die Supination.

4. Kreiselungsumfang am Äquator.

a. Am Haut-Muskelpräparat.

Wenn der Arm um 90° erhoben wurde, so daß die Armlängsachse waagrecht stand, also auf den Äquator der Bewegungskugel zielte, ergab sich an

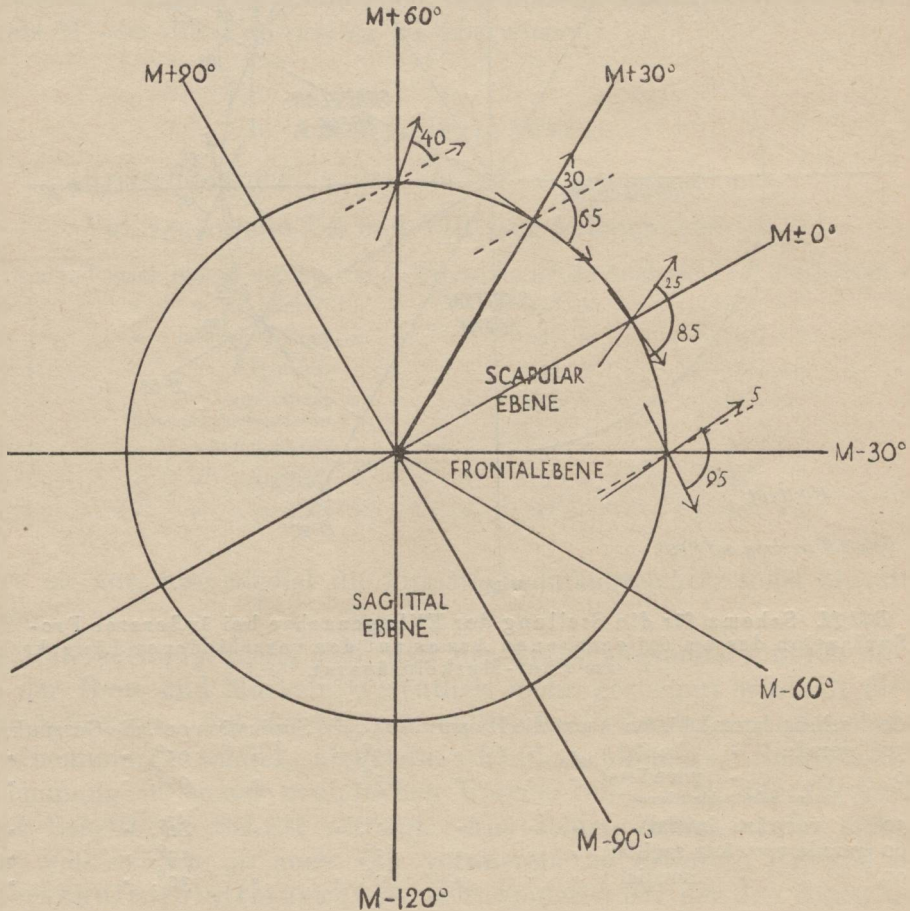


Bild 12. Schema für die Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Pro- bzw. Supination des um 90° erhobenen Armes auf den verschiedenen Längskreisen am Haut-Muskelpräparat.

den verschiedenen Stellen folgender Kreiselungsumfang (vgl. auch Kugelbild 4—7, Schemabild 12 und Linientafel V und VI auf Anhängetafel II).

Auf Kreis	M—30	(gerade lateral frontal)	war die Pronation	5°	, die Supination	95°	, die Gesamtkreiselung	100°
"	"	M ± 0 (schräg " vorwärts)	"	"	"	25°	"	85°
		(in der Schulterblattebene)						110°
"	"	M +30 (schräg vorwärts lateral)	"	"	"	30°	"	65°
"	"	M +60 (gerade vorwärts sagittal)	"	"	"	40°	"	0°
								95°
								40°

Die Zusammenstellung zeigt, daß der wagrecht gerade nach vorn gehobene Arm nur noch proniert, nicht mehr supiniert werden kann; das ist wohl auch bei den meisten Lebenden der Fall.

b. Am Bänderpräparat.

(Vgl. Linientafeln VII und VIII auf Anhängetafel III.)

Auf Kreis	M—30	(gerade lateral frontal)	war die Pronation	15°	, die Supination	110°	, die Gesamtkreiselung	125°
"	"	M ± 0 (schräg " vorwärts)	"	"	"	30°	"	110°
		(in der Schulterblattebene)						140°
"	"	M +30 (schräg vorwärts lateral)	"	"	"	45°	"	90°
"	"	M +60 (gerade " sagittal)	"	"	"	55°	"	65°
								135°
								120°

Hier ist beachtenswerterweise auch am gerade nach vorn wagrecht gehobenen Arm die Supination ausgiebiger als die Pronation.

Der Vergleich der Zahlen- und Linientafeln (5) ergibt, daß in dem jetzt von uns untersuchten Fall der Kreiselungsumfang keineswegs etwa in der Grundstellung am größten ist, sondern, wie nähere Überlegung schon erwarten läßt, in der um 60° erhobenen Stellung, die eben der »Mittelstellung« (vgl. S. 58) benachbart ist.

Lans bei Innsbruck (Ansitz Heimkehr), Herbst 1927.

Ausgegeben am 5. Mai.





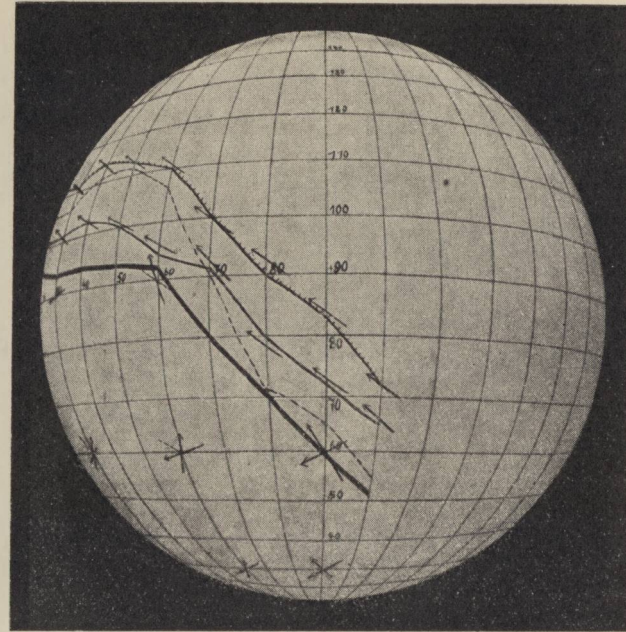


Bild 4. Vorderansicht der Erhebungsbahn des Armes.
 Ausgezogene Linien = Haut-Muskelpräparat. Punktirierte Linien = Bänderpräparat.
 Pfeile = Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Hebung.

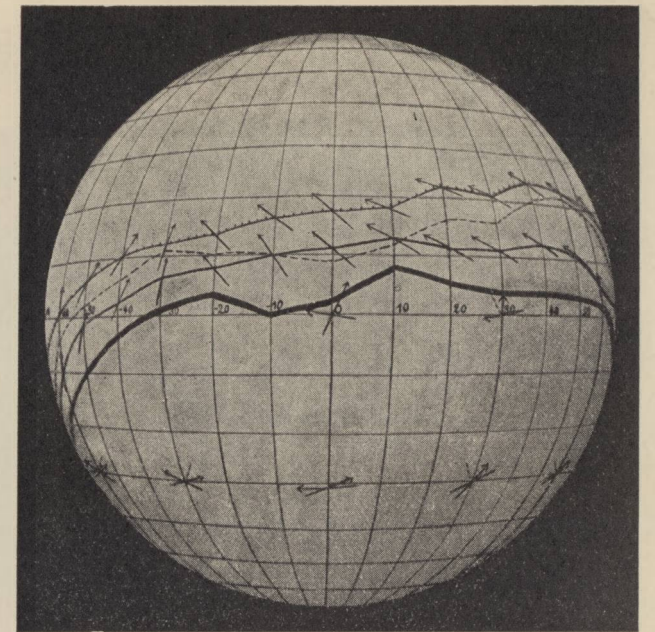


Bild 5. Seitenansicht der Erhebungsbahn des Armes.
 Ausgezogene Linien = Haut-Muskelpräparat. Punktirierte Linien = Bänderpräparat.
 Pfeile = Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Hebung.

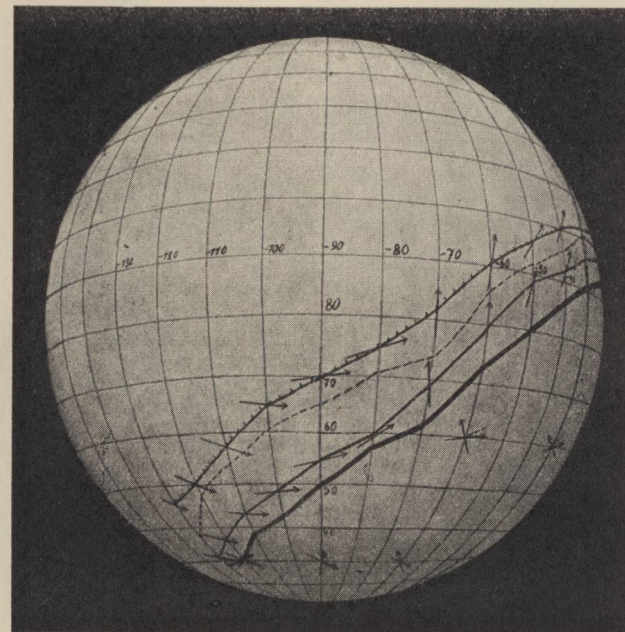


Bild 6. Rückansicht der Erhebungsbahn des Armes.
 Ausgezogene Linien = Haut-Muskelpräparat. Punktirierte Linien = Bänderpräparat.
 Pfeile = Stellung der Ellbogenachse bei äußerster Hebung.

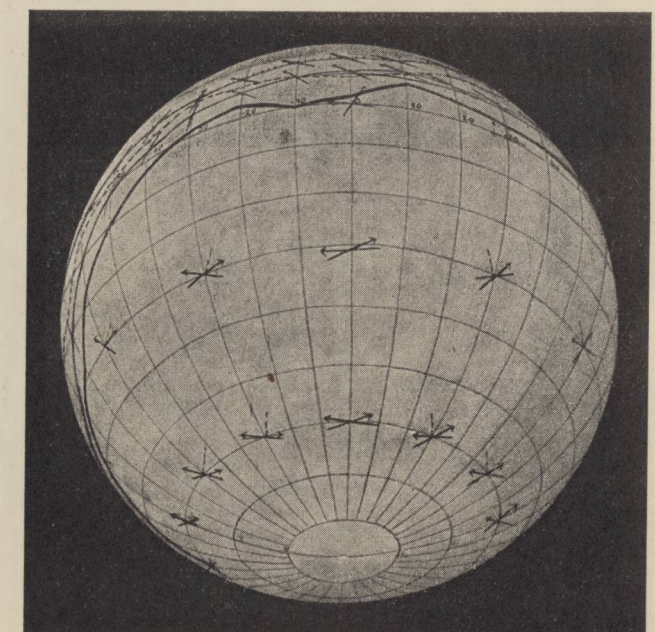
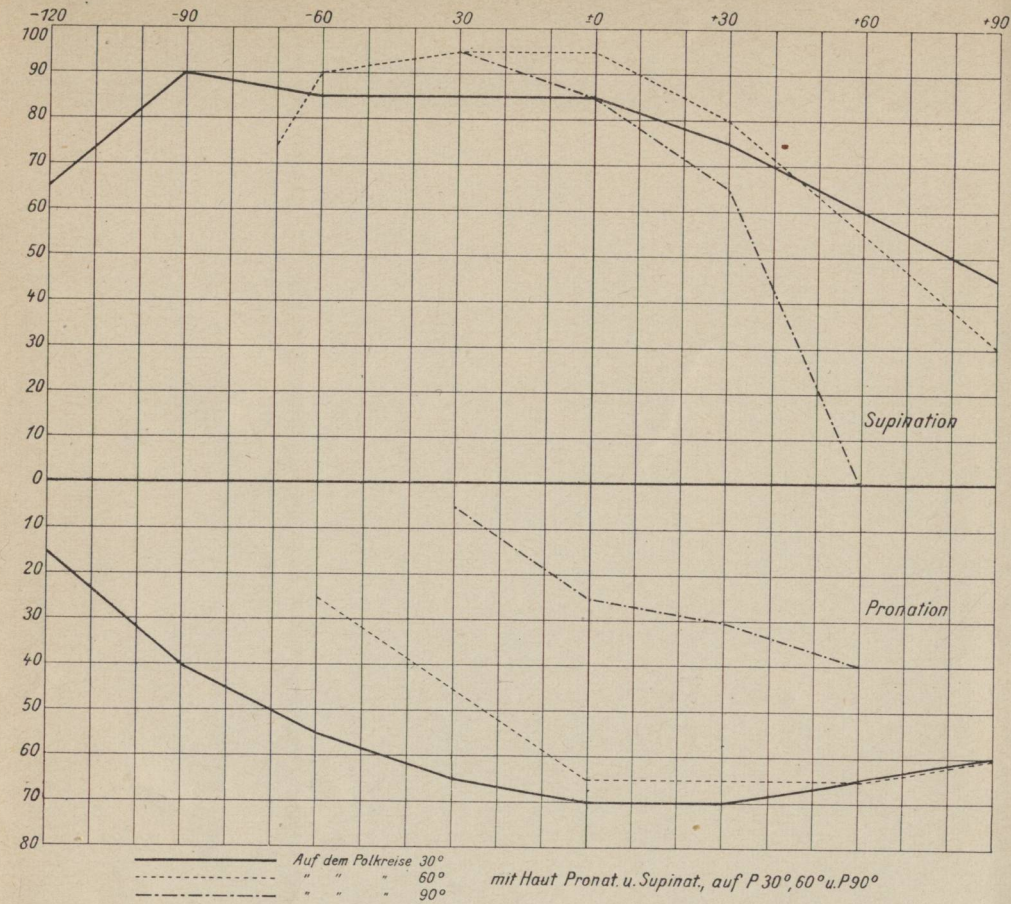


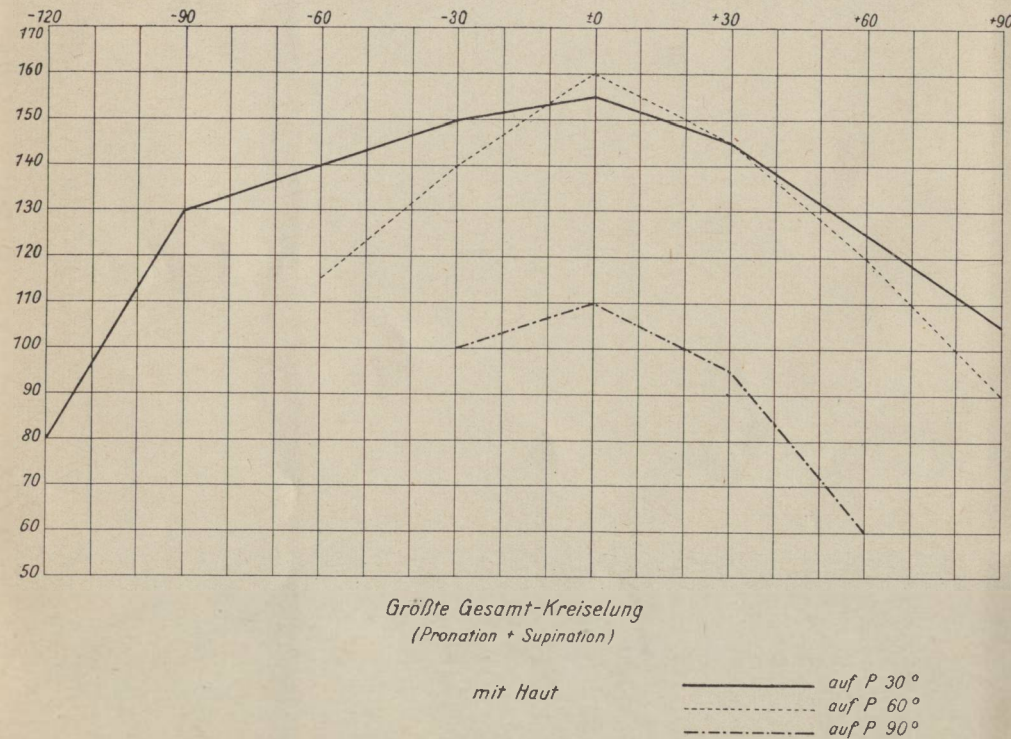
Bild 7. Darstellung des Umfangs der selbständigen Kreiselungen in den mittleren Teilen des Bewegungsfeldes des Armes.
 Blick auf die »Bewegungskugel« von lateral und unten.
 Die Doppelpfeile auf dem 30., 60. und 90. Breitenkreis entsprechen der äußersten Pro- bzw. Supinationsstellung der queren Ellbogenachse des Oberarmes.

Tafel I.



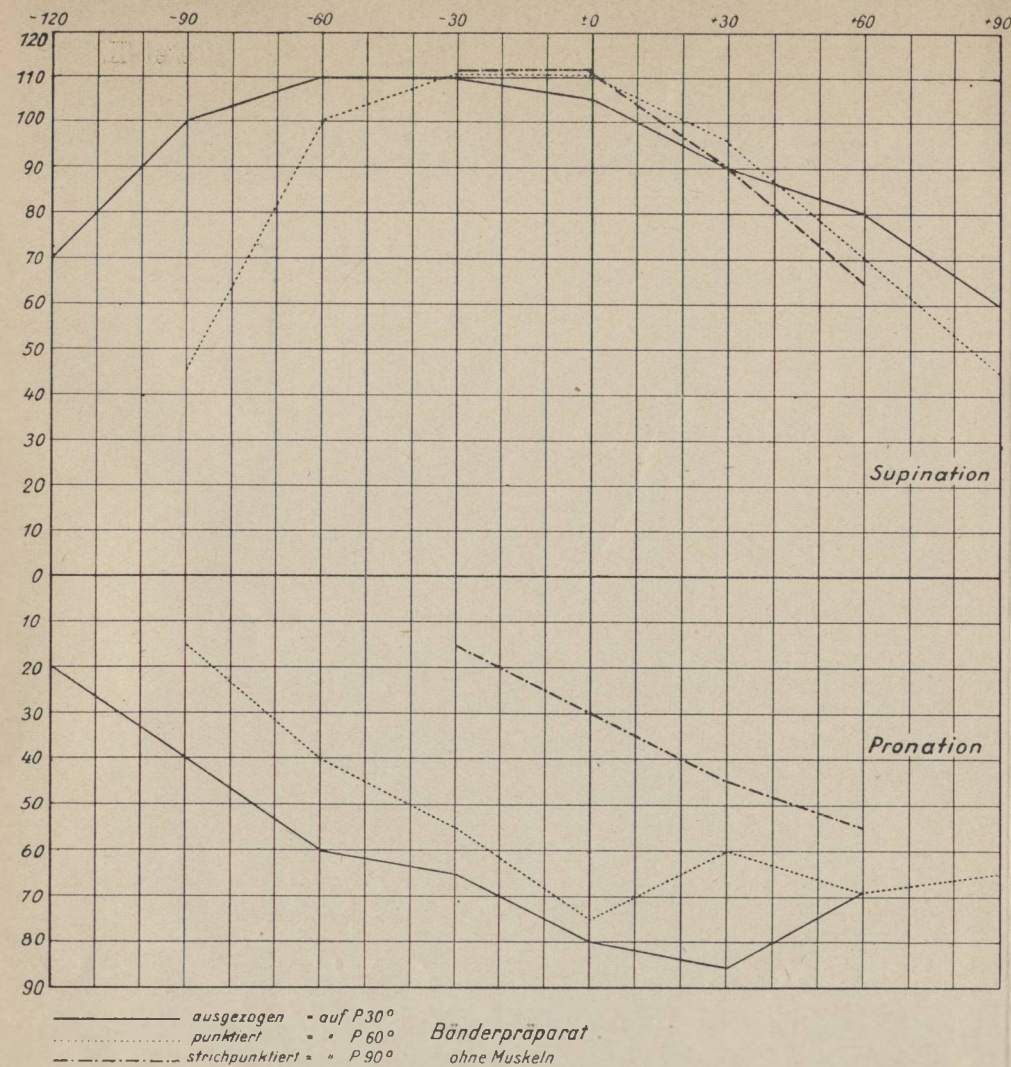


Linientafel V.
 Betrag der selbständigen Pro- und Supination
 am Haut-Muskelpräparat.
 Ausgezogene Linie = um 30° erhobener Arm
 Gestrichelte Linie = um 60° " "
 Strichpunktierte Linie = um 90° " "
 Über der Nulllinie = Supination
 Unter " " = Pronation.
 Ziffern links = Gradzahlen des Kreiselungsbetrages
 Ziffern oben = Längsgrade, auf denen die selbständige Kreiselung untersucht wurde.



Linientafel VI.
 Gesamtbetrag der selbständigen Kreiselung
 am Haut-Muskelpräparat.
 Ausgezogene Linie = um 30° erhobener Arm
 Gestrichelte Linie = um 60° " "
 Strichpunktierte Linie = um 90° " "
 Ziffern links = Gradzahlen des Gesamt-Kreiselungs-
 betrages
 Ziffern oben = Längsgrade, auf denen die selbständige Kreiselung untersucht wurde.

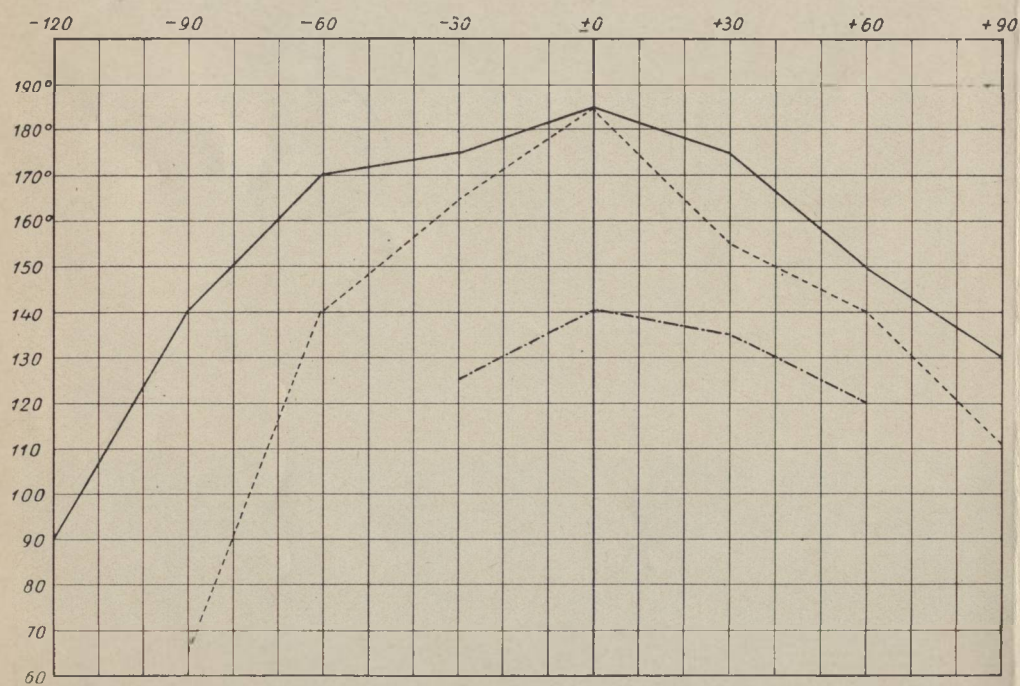
Tafel II.



Linientafel VII.

Betrag der selbständigen Kreiselung am Bänderpräparat.

- Ausgezogene Linie = um 30° erhobener Arm
- Gestrichelte Linie = um 60° " "
- Strichpunktierte Linie = um 90° " "
- Ziffern über der Nulllinie = Supination
- " unter " " = Pronation.



Linientafel VIII.

Gesamtbeitrag der selbständigen Kreiselung am Bänderpräparat.

- Ausgezogene Linie = um 30° erhobener Arm
- Gestrichelte Linie = um 60° " "
- Strichpunktierte Linie = um 90° " "
- Ziffern links = Gradzahlen des Gesamt-Kreiselungsbetrages
- Ziffern oben = Längsgrade, auf denen die selbständige Kreiselung untersucht wurde.

FICK: Bewegungsumfang im Schultergelenk.



BIBLIOTEKA
UNIW. WAGIELL.
JUM WYCH. WZ. U.J.

Sonderabdrucke

Ver
In K
Phy



A
729

R. LADENBURG, H. KOPFERMANN u. A. CARST: Anomale Dispersion angeregter Gase (1 Taf.)	R.M 2.—
P. GUTHNICK und R. PRAGER: Kurzbreitweitige photograph. Objektiv in der Astronomie	• 1.—
BIEBERBACH: Über TCHERNICHEFSche Netze auf Flächen negativer Krümmung	• 2.—
JOHNSEN: Form und Brillanz der Brillanten	• 1.—
EINSTEIN: Über die Interferenzeigenschaften des durch Kanalstrahlen emittierten Lichtes	} • 2.—
E. RUPP: Über die Interferenzeigenschaften des Kanalstrahllichtes	
STUDY: Vereinfachte Begründung von LIES Kugelgeometrie. I	} • 2.—
E. A. WEISS: Zusatz zu dieser Abhandlung	
RUBNER: Beziehung zwischen Nahrungsaufwand u. körperlichen Leistungen des Menschen	• 2.—
R. BRAUER: Arithmetische und invariantentheoretische Eigenschaften	• 1.—
FICK: Obere Gliedmaßen des Menschen und Gliedmaßen der Menschenaffen	• 2.50
PLANCK: Über die Begründung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik	• 1.—
LANDAU: Der PICARD-SCHOTTKYSche Satz und die BLOCHSche Konstante	• 1.—
F. SIMON: Thermisch erregte Quantensprünge in festen Körpern	• 1.—
SCHUR: Zur additiven Zahlentheorie	• 1.—
EINSTEIN und J. GROMMER: Allgemeine Relativitätstheorie und Bewegungsgesetz	• 1.—
SCHLENK: Über die Bedeutung der Radikale für die organische Chemie	• 1.—
LANDAU: Über die Nullstellen DIRICHLETScher Reihen. Zweite Abhandlung	• 1.—
EINSTEIN: Zu KALUZAS Theorie des Zusammenhanges von Gravitation und Elektrizität. I	} • 1.—
EINSTEIN: Zu KALUZAS Theorie des Zusammenhanges von Gravitation und Elektrizität. II	
HABERLANDT: Zur Zytologie und Physiologie des weiblichen Gametophyten von <i>Oenothera</i>	• 1.—
SCHUR: Über die rationalen Darstellungen der allgemeinen linearen Gruppe	• 2.—
J. v. NEUMANN: Zur Theorie der Darstellungen kontinuierlicher Gruppen	• 1.—
W. KOLITÖRSTER und G. von SALIS: Die tägliche Periode der Höhenstrahlung (1 Taf.)	• 1.—
GUTHNICK: Helligkeit der vier hellen Jupitersatelliten.	• 2.—
NERNST und W. ORTHMANN: Die Verdünnungswärme von Salzen. II	• 1.—
E. HOPF: Elementare Bemerkungen über die Lösungen partieller Differentialgleichungen	• 1.—
KOEBE: RIEMANNSche Mannigfaltigkeiten und nichteuklidische Raumformen. I	• 2.50
PASCHEN: Die Lichtanregung durch den metastabilen Zustand der Edelgasatome (1 Taf.)	• 1.—
H. SEIFERT: Die Symmetrie von Kristallen des Pentaerythrit	• 1.—
R. BRAUER u. E. NOETHER: Über minimale Zerfallungskörper irreduzibler Darstellungen	} • 1.—
H. HASSE: Existenz gewisser algebraischer Zahlkörper	
EINSTEIN: Allgemeine Relativitätstheorie und Bewegungsgesetz	• 1.—
v. FICKER: Das meteorologische System von WILHELM BLASIUS	• 2.—
W. CAUER: Über die Variabeln eines passiven Vierpols	• 1.—
HAHN: Das Protactinium als radioaktives und als chemisches Element.	• 1.—
NERNST: Berechnung der elektrolytischen Dissoziation aus der elektrischen Leitfähigkeit	• 1.—
A. BRAUER: Über Sequenzen von Potenzresten	• 1.—
K. REINHARDT: Über die Zerlegung der euklidischen Ebene in kongruente Bereiche	• 2.—
L. E. J. BROUWER: Intuitionistische Betrachtungen über den Formalismus	• 1.—
FICK: Bewegungsumfang im Schultergelenk (3 Tafeln)	• 2.—
PENCK: Die Ursachen der Eiszeit	• 1.—
G. PÓLYA: Über die Funktionalgleichung der Exponentialfunktion im Matrizenkalkül	} • 2.—
SCHUR: Über die stetigen Darstellungen der allgemeinen linearen Gruppe	

Biblioteka Gł. AWF w Krakowie

smark.



1800056297

KOLEKCJA
SWF UJ

729