

## Zur Mechanik des Kniegelenkes.

Von

**Prof. E. Albert in Innsbruck.**

---

Zu den bekannten Entwicklungen, welche über die Mechanik des Kniegelenkes von den Brüdern Weber, von Langer, Henke und H. Meyer geliefert wurden, füge ich hier einige Messungen hinzu, welche den Erhebungen der genannten Forscher einen schärferen Ausdruck verleihen. Es wird also keine Erweiterung der bisherigen Ansichten, sondern eine nähere Präcisirung derselben mitgetheilt. Während von anderer Seite\*) genauere Messungen über die Krümmung der Kondylen und über die Lage der Drehpunkte geliefert wurden, werde ich hier Daten vorbringen, welche sich auf die Bewegungsform des Gelenkes beziehen. Den Schwerpunkt dieser Untersuchung bildet nur die Methode der Messung. Von gewichtiger Seite wurde über meine in ähnlicher Richtung angestellten Untersuchungen über die Bewegungen im Schultergürtel ein sehr anerkennendes Urtheil ausgesprochen. In der 2. Auflage seiner „Klinik der Gelenkkrankheiten“ sagt Hueter (3. Theil, p. 230): „Durch die Methode Albert's ist der physikalische Weg zu einer exacten Bestimmung der Bewegungsexursion eröffnet.“

So sehr mich ein solches Urtheil erfreut, so muss ich doch auf die noch immer grosse Unvollkommenheit jener Messungsmethode hinweisen, die ich dort anwendete. Besser gesagt, war es die Unvollkommenheit der Werkzeuge, welche meinen Erhebungen in meinen eigenen Augen nur etwa jenen

---

\*) Zur Anatomie des Kniegelenkes, von Dr. Albrecht, aus dem anatomischen Institute von Prof. Aeby in Bern. (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. VII, S. 433.)

Wert gibt, den die Messungen der Zimmerleute haben. Auch bei den jetzt mitzutheilenden Messungen musste ich die Unzulänglichkeit meiner Mittel beklagen, die mir nicht gestattete, mit präcis arbeitenden Instrumenten zu untersuchen; doch halte ich die diesmaligen Messungen für weit genauer und verlässlicher, wie der Leser auch aus der Mittheilung der Methode selbst entnehmen wird.

#### A. Der Rotationswinkel und der Seitenwinkel.

Ueber den Rotationswinkel besitzen wir Angaben von den Brüdern Weber und von H. Meyer. Die ersteren legten das Bein horizontal auf, so dass dasselbe mit der lateralen oder medialen Fläche auflag und nun Beuge- und Streckbewegungen in der Horizontalebene ausgeführt werden konnten; der jeweilige Beugungswinkel wurde dadurch bestimmt, dass man mittels der Magnetnadel den Winkel mass, den die Tibiakante mit dem magnetischen Meridian bildete; der Rotationswinkel wurde an einem Kreise abgelesen, der an ein rechtwinkelig in die Tibia eingeschlagenes Stäbchen angelegt wurde und in seinem Mittelpunkte mit einem Bleilöthe versehen war. „Nach diesen Messungen\*) ergab sich der Umfang der Pronation und Supination am grössten bei einer Beugung des Knies von ungefähr  $145^{\circ}$  und zwar bei vier Leichnamen zu  $25^{\circ}$ ,  $39^{\circ}$ ,  $33^{\circ}$ ,  $44^{\circ}$ , im Mittel zu  $39^{\circ}$ . Dieser grösste Umfang der Pronation und Supination nahm, wenn das Knie von  $145^{\circ}$  allmählig bis auf  $90^{\circ}$ , also bis zur rechtwinkligen Lage, die das Knie beim Sitzen annimmt, gestreckt wurde, nur wenig ab, so dass sie bei jenen Leichnamen immer noch im Mittel  $34^{\circ}$  betrug. Fuhr man aber von hieraus das Bein weiter zu strecken fort, so nahm der Drehungswinkel der Pronation und Supination schnell ab, so dass er bei völliger Streckung ganz verschwunden war und die Pronation und Supination in dieser Lage ganz unmöglich wurde.“

---

\*) Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge p. 172.

Jedenfalls war die Methode der Brüder Weber eine schon ziemlich genaue, aber der Umfang der Untersuchung ist nicht hinreichend, um sich eine genauere Vorstellung von dem Gange der Bewegung zu bilden. — Ebenso unvollständig sind die Angaben von H. Meyer\*), die auf folgende Weise gewonnen wurden. Es wurde die Projection der Mittelebene des Körpers auf einen auf den Fussboden gelegten Papierbogen gezeichnet, durch eine Wickelbinde das Fussgelenk unbeweglich gemacht und zugleich ein breites, flaches Lineal unter die Fusssohle gebunden. Durch Linien, welche an diesem Lineal auf dem Bogen gezogen wurden, wurde dann die jedesmalige Stellung des Fusses bezeichnet und deren Winkel gegen die Mittelebene des Körpers durch directe Winkelmessung bestimmt. Die Beugung im Kniegelenke wurde durch einen angelegten Winkelmesser regulirt. Es ergaben sich folgende Werte:

Bei einer Beugung von $30^{\circ}$	eine Rotation von $32^{\circ}$
$60^{\circ}$	$33^{\circ}$
$90^{\circ}$	$42^{\circ}$
$120^{\circ}$	$52^{\circ}$

Langer\*\*) schätzt das Verhältniss der Excursionsgrösse der Rotation zur Flexion auf  $1:2\frac{1}{2}$ , so dass das rechtwinklig gebogene Knie gleichzeitig eine Rotation von  $45^{\circ}$  machen könnte. Um zu einer etwas genaueren Erhebung zu gelangen, befolgte ich nachstehende Methode.

Man denke sich eine Ebene, die durch den Mittelpunkt des Femurkopfes und die Femoralansätze der Seitenbänder des Kniegelenkes geht; ich nannte diese Ebene in meinem Aufsätze „Zur Mechanik des Hüftgelenkes“ (Med. Jahrbücher 1876, 2. Heft) die Femurebene und habe dort angegeben, wie man diese legen kann. Man denke sich ferner auch durch die Tibia eine Ebene gelegt und zwar so, dass sie in vollkommener Streckung des Kniegelenkes mit der Femur-

\*) Reichert's Archiv, 1853, p. 534.

\*\*) Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. 1858. p. 108.

ebene zusammenfällt; ich kann eine solche an der Tibia durch eine an die letztere fest angebrachte Glastafel markieren; gleiches geschieht mit der Femurebene am Oberschenkelknochen. Wenn nun das Kniegelenk in verschiedene Stellungen gebracht wird, so bilden die zwei Ebenen verschiedene Winkel. Gäbe es im Kniegelenke nur Beugung und Streckung, so müssten sich die beiden Ebenen immer in einer frontal gelegenen Geraden schneiden und ihr Neigungswinkel wäre eben der Beugewinkel selbst\*). Es ist aber bekannt, dass die beiden Ebenen sich in verschiedenen Beuge-lagen des Gelenkes zugleich so stellen, dass ihre Durchschnittslinie nicht frontal liegt, sondern aus der Frontalebene heraustritt. Der Winkel, der hierbei die Unterschenkelebene mit der Frontalebene bildet, heisst der Rotationswinkel. Endlich geht noch eine dritte Bewegung vor sich. Der Unterschenkel verändert nämlich seine Lage auch so, dass irgend ein in der Unterschenkelebene selbst gelegener Punkt sich in dieser selben Ebene bewegt; die Durchschnittslinie der Femurebene und der Unterschenkelebene bewegt sich dabei in der Unterschenkelebene selbst und der Winkel, der dabei zurückgelegt wird, ist der sogenannte Seitenwinkel.

Auf diese Art ist das Problem in genügender Schärfe hingestellt; es lässt sich übrigens in einer noch leichter vorstellbaren Weise folgendermassen formuliren.

Man denke sich bei einem aufrecht stehenden und von vorne betrachteten Menschen durch das linke Femur die quere Knieaxe gezogen; dazu eine parallele Gerade quer durch die Tibia. Wenn der Mensch sein Bein erhebt, so dass das Kniegelenk rechtwinklig gebeugt wird, so liegen die beiden Geraden nun nicht mehr in einer Ebene; auf dem Horizont projicirt sich ein Winkel, den sie bilden, und das ist der Rotationswinkel. Nebstdem projicirt sich auch auf der Frontalebene ein Winkel, d. i. der Seitenwinkel.

---

\*) Hierbei wird nur die Voraussetzung gemacht, dass im Hüftgelenke ein solcher Grad der Pronation vorausgeschickt und constant erhalten wird, dass die Femurebene in der Frontalebene liegt.

Es handelt sich darum, zu finden, in welcher Abhängigkeit beide Winkel von dem Beugewinkel stehen.

Praktisch lässt sich das Problem auf mancherlei Art lösen. Ich habe mir einen Tisch construirt, dessen Platte nach vorne zu weit ausläuft, aber eine Strecke vor dem freien Ende in zwei mittels Charniers gelenkig verbundene Theile gegliedert ist. Die Axe des Charniers verläuft parallel zur Tischkante. Eine Stellvorrichtung erlaubt es, das vordere bewegliche Glied der Platte in allen Winkelstellungen, die das Charnier zulässt, festzustellen. Während die Tischplatte horizontal steht (unter Controlle der Wasserwage eingestellt), kann also das bewegliche Glied derselben horizontal, oder senkrecht nach unten, oder senkrecht nach oben und in allen Zwischenstellungen festgestellt werden. Die Platte ändert ihre Stellung nur in Bezug auf den Horizont; den Winkel, den sie jedesmal mit dem Horizont bildet, lese ich an einem Transporteur ab, der an der schmalen Seitenfläche derselben fest angebracht ist, und in dessen Centrum ein auf einer feinen eingestochenen Nadel frei aufgehängter und beschwerter Faden herunterhängt. Direct lese ich also nur die Veränderung des Winkels zur Vertikalen, woraus sich die Stellung zur Horizontalen sofort ergibt. Ich kann somit die bewegliche Platte auf jeden Neigungswinkel zum Horizont einstellen. Man denke sich nun den Oberschenkel auf die bewegliche Platte so angenagelt, dass die Femurebene mit der Ebene der Platte parallel steht. Nun strecke ich das Kniegelenk ad maximum und bringe in dieser Lage die Unterschenkelebene an, d. h. ich befestige an der Tibia eine Platte unverrückbar so, dass deren Ebene mit der Femurebene zusammenfällt, und somit der beweglichen Tischplatte parallel ist. Lasse ich die Tischplatte senkrecht herab, so steht die Femurebene senkrecht zum Horizont. Dränge ich den Unterschenkel dabei in die äusserste Streckung, so fällt die Unterschenkelebene natürlich in die Femurebene, denn in dieser Lage sind beide eigentlich eine und dieselbe Ebene. Unterlasse ich jedoch das Andrängen, so geht die Unterschenkel-

ebene durchaus nicht von selbst in eine senkrechte Lage zum Horizont. Um dies zu begreifen, beherzige man, dass der Unterschenkel sich dann wie ein aufgehängter Körper verhält. Wenn ich an einem Körper in einer bestimmten Lage desselben eine zum Horizonte senkrechte Ebene anbringe, und den Körper dann frei aufhänge, so kann es Zufall sein, wenn die Ebene nun wieder senkrecht zum Horizont steht; denn beim freien Aufhängen braucht ja nur die Bedingung erfüllt zu werden, dass eine durch den Aufhängepunkt und den Schwerpunkt gezogene Gerade den Mittelpunkt der Erde trifft. Der im Kniegelenke beweglich angebrachte Unterschenkel der Leiche folgt auch den Bedingungen der Schwere und erfüllt sie; aber die an ihm in einer andern bestimmten Stellung angebrachte senkrechte Ebene braucht dabei nicht wieder senkrecht zu fallen. Nur wenn ich die Streckung ad maximum erzeuge, während die Femurebene senkrecht steht, ist auch die Unterschenkelebene senkrecht zum Horizont gestellt. Bewege ich nun die Tischplatte in verschiedene Lagen zum Horizont, so wird der hiebei frei hängende Unterschenkel wiederum nur den Gesetzen der Schwere folgen. Will ich also, dass der Neigungswinkel der Tischplatte gegen den Horizont den Beugewinkel des Gelenks ausdrückt, so muss ich jedesmal den Unterschenkel so äquilibriren, dass die Unterschenkelebene senkrecht zum Horizont fällt. Dann hat die Unterschenkelebene immer dieselbe Stellung zum Horizont und die Femurebene ist es, welche die ihrige verändert. Die Äquilibrirung wird durch ein Laufgewicht besorgt, welches sich an einer sagittal durch die Tibia durchgesteckten Stange bewegt.

Ich kann somit bei dieser Herrichtung von der äussersten Streckung des Gelenkes, als der Ausgangslage der Messung, durch die Verstellung der Tischplatte alle Beugstellungen des Gelenkes nach einander erzeugen. Ich habe mich darauf beschränkt, in der Beugung jedesmal um  $10^0$  vorzurücken und dabei den Rotationswinkel und den Seitenwinkel zu messen.

Dies geschieht auf folgende Art. In der Ausgangslage wird durch die zwei Punkte, wo sich die Seitenbänder am Femur inseriren, durch eine vorher angelegte, beide Punkte verbindende Bohrung eine Stricknadel oder ein anderes gerades Stäbchen durchgesteckt, welches die Richtung der queren Knieaxe repräsentirt und besonders mit dem einen Ende etwa 20 Centim. frei herausragt. Durch eine parallele Bohrung, die die Tibia quer durchsetzt, geht ein zweites gleiches Stäbchen. In der Ausgangslage (äusserste Streckung) gehen also beide Stäbchen parallel und liegen in der Femurebene. Wenn ich nun in die verschiedenen Beugstellungen übergehe, so behält das Stäbchen am Femur immer eine Lage, die zu der ersten parallel ist; das Stäbchen an der Tibia aber wird seine Lage verändern. Die auf den Horizont fallende Projection beider Stäbchen bildet den Rotationswinkel, die auf die Frontalfäche fallende Projection den Seitenwinkel. Wenn ich eine Camera obscura so einstelle, dass die Ebene ihrer Glasplatte zu der Femurebene in der Ausgangslage parallel steht, so wird sich der Seitenwinkel direct projectiren; ich brauche nur die zwei Schattenlinien mit dem Bleistift zu markiren und den Winkel zu messen. Um aber den Rotationswinkel zu erhalten, d. h. um die horizontale Projection beider Stäbchen in eine Camera zu werfen, stelle ich über dem Tische einen grossen Planspiegel auf, der gegen den Horizont um  $45^{\circ}$  geneigt ist und lasse die Strahlen vom Spiegel auf die Glasplatte der Camera reflectiren, markire mit dem Bleistift den Verlauf der beiden Schattenlinien und messe dann den Winkel an der Glasplatte ab.

Da es sich darum handelt, den jeweiligen Umfang der Rotation bei den verschiedenen Beugegraden zu erheben, so genügt es nicht, jenen Rotationswinkel zu messen, der sich bei der frei herabhängenden Lage des Unterschenkels von selbst einstellt. Man muss vielmehr hingehen und die entstandene Rotation ad maximum vermehren. Selbstverständlich darf dabei die senkrechte Lage der Unterschenkelebene zum Horizont nicht verändert werden; es muss also nach

geschehener Maximalrotation visirt werden, ob die Unterschenkelebene senkrecht steht, und in dieser Stellung wird der Unterschenkel während der Ableseung der Winkel fixirt.

Ich habe auf diese Art eine grosse Reihe von Messungen unternommen und theile nun die Zahlen mit.

Vor Allem muss hervorgehoben werden, dass sich die Kniegelenke verschiedener Individuen im Detail der Bewegungsform verschieden verhalten. Wenn man eine grosse Zahl von Messungen zu Stande gebracht hat, und sie vergleicht, so sieht man, dass sich aus den Messungen gewisse Gruppen von näher übereinstimmenden Fällen herausgreifen lassen. Ich lasse nun eine solche Gruppe folgen und bemerke bezüglich der Bezeichnung folgendes. Da ich in der äussersten Streckung, also in jener Lage, wo nach der üblichen Auffassung das Maximum der Rotation des Unterschenkels nach aussen zu sehen ist, die Unterschenkelebene mit der Femurebene zusammenfallen lasse, so erhalte ich hier keinen Rotationswinkel, d. h. die Rotation nach Innen ist = 0; in die Beugelagen übergehend, erhalte ich also immer Rotationswinkel nach Innen, d. h. Winkel, um welche ich aus der äussersten Supination, die in der Strecklage vorhanden sind, in die Pronation zurückgehen kann.

Streckwinkel	Rotationswinkel, der von der extremsten Supination in die Pronation hin möglich ist					
	A	B	C	D	E	F
170 <sup>0</sup>	7	8	8	10	8	8
160 <sup>0</sup>	12	12	13	12	11	12
150 <sup>0</sup>	13	13	15	14	13	17
140 <sup>0</sup>	15	14	17	17	17	17
130 <sup>0</sup>	17	17	19	19	19	19
120 <sup>0</sup>	20	19	20	21	20	20
110 <sup>0</sup>	22	21	23	23	22	23
100 <sup>0</sup>	25	24	25	25	25	24



Streckwinkel	Rotationswinkel, der von der extremsten Supination in die Pronation hin möglich ist					
	A	B	C	D	E	F
90°	26	26	27	26	26	27
80°	27	28	27	26	27	27
70°	28	29	28	27	29	28
60°	30	29	30	29	29	29
50°	34	32	33	31	30	32
40°	37	35	36	33	31	34

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Gruppe, wo die Rotation einen entschieden grösseren absoluten Werth annahm:

Streckwinkel	Rotationswinkel, der von der extremsten Supination in die Pronation hin möglich ist			
	G	H	I	K
170°	8	7	8	8
160°	12	13	13	13
150°	13	13	15	17
140°	14	15	17	18
130°	14	17	19	19
120°	20	22	23	24
110°	25	26	28	27
100°	30	29	31	29
90°	31	33	33	34
80°	32	33	37	37
70°	37	37	38	39
60°	38	39	41	42
50°	40	42	41	41
40°	39	41	41	41

In der nachfolgenden Gruppe ist wiederum in der Tabelle das anfängliche Ansteigen der Rotation nach Innen

(vom anderen Standpunkte die Zunahme der Schlussrotation nach Aussen) weniger rapid.

Streckwinkel	Rotationswinkel, der von der extremsten Supination in die Pronation hin möglich ist			
	L	M	N	O
170°	—	5	3	—
160°	7	7	8	7
150°	11	12	13	11
140°	15	15	17	13
130°	17	18	18	17
120°	19	20	19	19
110°	21	23	22	23
100°	26	25	27	27
90°	29	29	29	29
80°	31	29	30	30
70°	32	31	31	32
60°	32	31	31	32
50°	34	32	32	33
40°	34	34	32	33

Bezüglich des Seitenwinkels kann ich mich ganz kurz fassen. Von 110° bis etwa zu 100° oder 90° bleibt er sich fast ganz gleich und wird dann im Gebiete der stärkeren Beugung etwas grösser. Er ist beispielsweise bei 170° nur 4°, bei 140° bis 110° etwa 5°, steigt bei 100° auf 7° bleibt so bis 60°, wird dann 8° und bleibt so bis zur äussersten Beugung. Als höchsten Wert fand ich in einem Falle 14°.

#### B. Der Umfang der Beugebewegung.

Dieser lässt sich direct dadurch bestimmen, dass man mit der Neigung der Tischplatte so weit geht, als es das Gelenk erlaubt. Ich habe ihn indessen noch auf eine andere Art bestimmt. Ich wollte die Bahn studiren, welche ein bestimmter fester Punkt der Tibia beschreibt, wenn man den Unterschenkel aus der äussersten Streckung in die

Zu Seite 51 und 53.



Fig. 1.

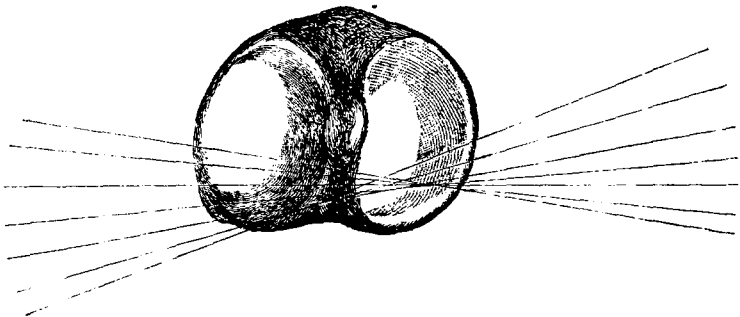
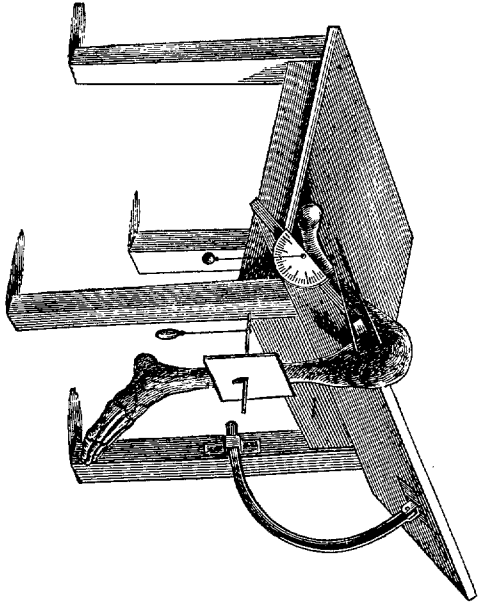
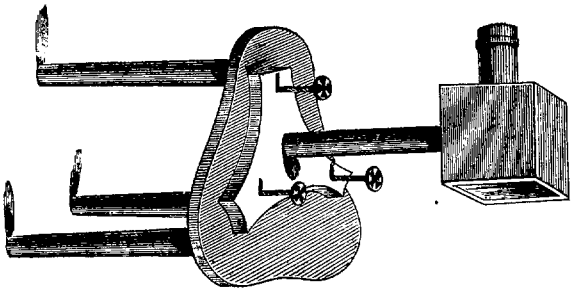


Fig. 2.



*Aufstellung der Messungsvorrichtung mit der  
Dunkelkammer.*



äusserste Beugung übergeht. Zunächst bestimmte ich [die Sagittalprojection dieser Bahn, indem ich die Glasplatte der Camera obscura in sagittaler Richtung aufstellte und nun die Bahn nachzeichnete, welche ein an der Tibia markirter glänzender Punkt entwarf, während ein Gehilfe den Unterschenkel bewegte. Um diese Bewegung gleichmässig und langsam auszuführen, wurde an der Tibia eine lange Schnur befestigt, die über mehrere Rollen lief und dann auf eine dünne Welle aufgerollt wurde. Durch die Aufrollung der Schnur wurde die Tibia bewegt. Als ich die sagittale Projection der Punktbahn aufgezeichnet hatte und besichtigte, sah ich sofort eine mir bekannte Curve. Ich eilte in mein Arbeitszimmer und suchte im 7. Bande der D. Zeitschr. f. Chirurgie die Profilverven, welche Albrecht von den Kondylen aufzeichnet. Als ich meine Curve auf die Zeichnungen von Albrecht legte, passte die meinige ganz genau auf die p. 439 (l. c.) gezeichnete Curve aa; die Vergrösserung, die ich eben anwendete, war zufällig so getroffen, dass die Curven sich vollkommen deckten. Ich machte den Versuch einigemal und zu meiner grössten Freude war das Resultat übereinstimmend. Man kann also sagen, dass die Sagittalprojection der Bahn eines Tibiapunktes ganz congruent ist mit der Profilverve des inneren Condylus femoris. Um den Bewegungsumfang durch ein Kreiswinkelmaass auszudrücken, stellte ich auf die Unterschenkel-ebene einen senkrechten Stift auf und notirte seinen Schatten in der sagittal stehen gebliebenen Camera obscura erstens in der äussersten Streckung, dann in der äussersten Beugung, und mass den eingeschlossenen Winkel (Fig. 1). Es ergab sich nach einer Reihe von Messungen, dass der Bewegungsumfang  $158^{\circ}$ — $160$  betrage.

#### C. Der Gang der queren Knieaxe bei der Rotationsbewegung.

In seiner Abhandlung über das Kniegelenk entwickelt Langer (l. c. p. 105) die Frage, „ob die isolirte rotatorische Bewegung eine drehende oder eine abwickelnde Bewegung

ist, d. h. ob die Schenkelknorren, beziehungsweise ihre Flexionsaxe um eine verticale fixe Rotationsaxe, oder um eine Reihenfolge von Axen sich rotiren, welche an die Peripherie eines verticalen Zapfens einzutragen wären, in welchem Falle dann die Flexionsaxe in der Horizontalen um eine Curve mit fortschreitenden Berührungspunkten sich herumbewegen, d. h. von ihr abwickeln würde.“ Aus der Wahrnehmung, dass der Condyl. int. bei der combinirten Beugung viel weniger auffallend vortritt als er bei der Schlussrotation zur Streckung sich zurückdrängt, schliesst Langer, dass die rotatorische Bewegung im Kniegelenke eine abwickelnde mit veränderlicher Axenstellung und veränderlichem Radius ist.

Mir handelte es sich darum, diese Thatsache direct zu prüfen. Man denke sich den Unterschenkel mit der Wade auf eine horizontale Unterlage gelegt, so dass die *Superficies articularis tibiae* gegen den Beobachter sieht und in einer zur Frontalebene des letzteren parallelen Ebene steht; der Oberschenkel hänge senkrecht herab, so dass die Femurebene zur Frontalebene parallel steht. Bewegungen des Oberschenkels, bei welchen nun irgend ein Punkt derselben in oder parallel zur Frontalebene sich bewegt, sind Rotationsbewegungen. Habe ich die quere Knieaxe durch ein Stäbchen markirt, so kann ich die Lage ihrer Projection bei verschiedenen Graden der Rotation in der *Camera obscura* beobachten und notiren. Ich kann dann durch directe Beobachtung sehen, ob sich die verschiedenen Lagen der Axe in einem Punkt (projectivisch) schneiden, oder ob die Kreuzungspunkte je zweier auf einander folgenden Lagen vorrücken. Es findet das letztere statt. Es ist also eine direct beobachtete Thatsache, dass die Rotation im Kniegelenke eine abwickelnde Bewegung ist und insofern ist Langer's Ableitung bestätigt. Nur hat die Beobachtung gelehrt, dass die Projection der Curve, längs welcher die Durchschnittspunkte vorrücken, über den inneren Abschnitt der Tibiagelenkfläche fällt. Es wurde dies dadurch constatirt, dass — nach ausgeführter Eintragung der verschiedenen Axen-

lagen — die Kapsel und die Bänder des Kniegelenkes sämmtlich durchgetrennt, der Oberschenkel entfernt und nur das projecirte Bild der Superficies articularis eingezeichnet wurde. So erhielt ich das Bild der Fig. 2. In Wirklichkeit rücken also die Durchschnittspunkte je zweier aufeinanderfolgenden Lagen der queren Knieaxe im Condylus internus vor\*).

---

\*) Wenn man das Gelenk in alle extremen Lagen, sowohl im Sinne der Streckung und Beugung, wie auch in jenem der Rotation, nacheinander bringt; so beschreibt die quere Knieaxe eine in sich zurückkehrende Raumfläche; innerhalb des Raumes, der von dieser Fläche eingehüllt wird, sind alle übrigen Kniegelenkslagen möglich. Der Bewegungsumfang des Gelenkes kann also auch durch diese Fläche angegeben werden. Ich konstruirte diese Fläche derart, dass ich an der verlängerten queren Knieaxe zwei feste Punkte wählte und bei verschiedenen extremen Lagen die Coordinaten dieser zwei Punkte in Bezug auf ein rechtwinkliges Ebenensystem notirte.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Albert Eduard

Artikel/Article: [Peter Franco über die Hernien und die Blasensteine. 41-53](#)