

Ueber den Einfluss der Dehnung
auf die Erregbarkeit der Nerven.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Facultät zu Königsberg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt und öffentlich vertheidigt

am **Mittwoch den 30. Mai 1883, 12 Uhr Vormittags**

vom Verfasser

Oscar Schubert,

pract. Arzt.

Opponent:

Dr. Lange, pract. Arzt.



Königsberg in Pr.

Druck von R. Leupold.

1883.



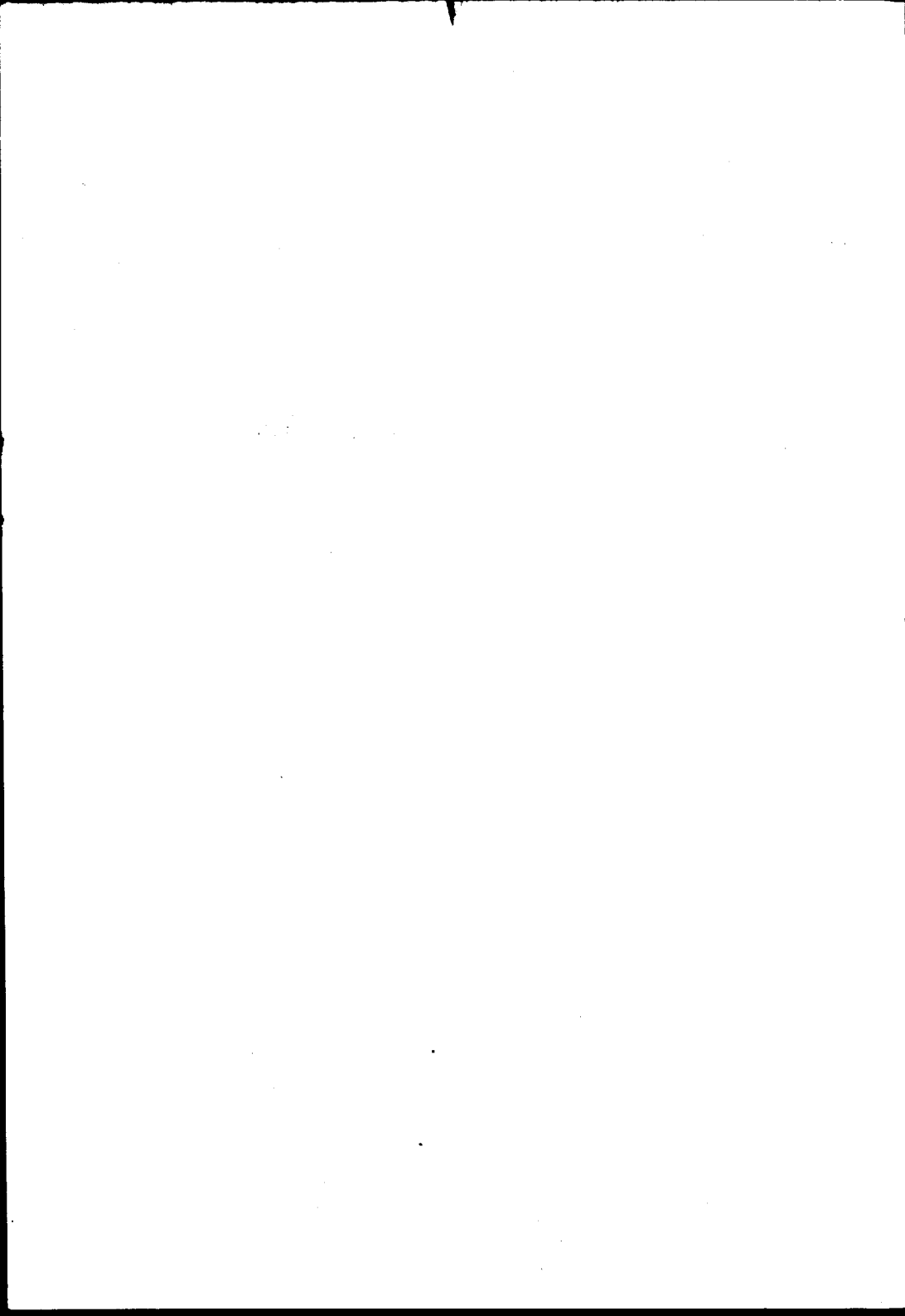
Herrn Geheimrath Prof. Dr. von Wittich

und

Herrn Dr. O. Langendorff

in Dankbarkeit

der Verfasser.



Alle Gewebe, aus denen sich ein Organismus zusammensetzt, wie z. B. die Knochen, die Muskeln, die Blutgefäße, ertragen, wie die tägliche Erfahrung lehrt, vermöge ihrer Elastizität relativ bedeutende Insulte, ohne in ihrer Funktionirung irgend wie beeinträchtigt zu werden. Sie sind alle von Hause aus verhältnissmässig so stark angelegt, dass schon ein recht starker Druck, eine recht intensive Zerrung nothwendig ist, um Reizzustände in ihnen auszulösen. Auch das für so empfindlich gehaltene Nervengewebe macht hierin keine Ausnahme, wenn man auch selbstredend bei Reizung desselben einen andern Maassstab wird anlegen müssen, als bei den übrigen Geweben. Vergewärtigen wir uns z. B. nur einmal die exponirte Lage des Nervus ulnaris beim Menschen zwischen Olecranon und Condylus internus humeri. Wie häufig ist er selbst starken Stößen ausgesetzt und doch funktionirt er nach solchen, abgesehen von dem augenblicklichen Schmerz, tadellos weiter. Denken wir ferner an die Dehnung und den Druck, den Nerven durch umfangreiche Tumoren ohne merkbare Funktionsstörung aushalten können, so wird man wohl zu der Annahme geführt, dass die Empfindlichkeit des Nervengewebes nicht derartig fein ist, als man von vornherein glauben könnte. Daraus erklärt sich auch wohl, dass bei Thierversuchen die Präparation und Loslösung des Nerven aus der Continuität, bei der sich trotz schonendster Behandlung nicht immer eine leichte Zerrung absolut aus-

schliessen lässt, für die spätern Versuche ziemlich irrelevant ist. Doch will ich im Entferntesten nicht behaupten, dass man dabei sich weite Grenzen stecken kann, im Gegentheil bin ich der Ansicht, dass jede irgend wie bedeutendere Dehnung von Einfluss auf die Nervenirregbarkeit ist. Welcher Art derselbe ist, will ich versuchen, in den nachfolgenden Zeilen auseinanderzusetzen.

Bei dem grossen Interesse, welches die Nervendehnung in der Physiologie und etwa in den letzten zehn Jahren auch in der Chirurgie beansprucht, ist die Zahl derjenigen, die den Einfluss der Dehnung der Nerven auf ihre Erregbarkeit durch das physiologische Experiment geprüft haben, keine grosse. In Betracht zu ziehen sind dafür die Arbeiten von Valentin¹⁾, Haber²⁾, Ranke und Cornet³⁾, Schleich⁴⁾, Tutschek⁵⁾, Conrad⁶⁾ und Tigerstedt⁷⁾.

Fast alle diese Forscher sind zu dem Resultate gekommen, dass durch eine jede stärkere Dehnung des Nervenstammes die Erregbarkeit desselben sowohl centripetal, als auch centrifugal herabgesetzt, durch eine gelindere Dehnung aber die Erregbarkeit erhöht wird. Nur aus der Valentin'schen Arbeit ist nichts von erhöhter Erregbarkeit zu entnehmen, wohl weil er bei seinen Versuchen nur Dehnungen stärkeren Grades zur Ausführung brachte. Va-

1) Valentin, Physiologische Pathologie der Nerven. II. S. 236 bis 248. 1864.

2) Haber, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1859. S. 109.

3) Ranke und Cornet in Ranke, die Lebensbedingungen der Nerven. S. 122. 1868.

4) Schleich, Zeitschrift für Biologie. VII. S. 379—394. 1871.

5) Tutschek, Ein Fall von Reflexepilepsie, geheilt durch Nervendehnung. Inaug.-Diss. München 1875.

6) Conrad, Experimentelle Untersuchungen über Nervendehnung. Inaug.-Diss. Greifswald 1876.

7) Tigerstedt, Studien über mechanische Nervenreizung. S. 40 u. folg. Helsingfors 1880.

lentin erklärt übrigens die Wirkung der Nervendehnung analog der Wirkung, welche ein Druck auf einen Nerven hervorbringt. Durch die Dehnung comprimiren, so meint er, die Nervenhäute das weichere Mark von der Seite und dieses wieder pflanzt den Druck auf den Axencylinder weiter fort.

Die Druckeinwirkung auf den Nerven haben Harless, Gruenhagen und neuestens Zederbaum, letzterer unter Leitung H. Kronecker's zum Gegenstand ihrer Forschung gemacht.

Harless kam zu dem Resultate, dass ein constanter Druck die Erregbarkeit des Nerven steigert, was Gruenhagen durch seine Versuche nicht bestätigen konnte. Zederbaum gab bei seinen Experimenten am Nervus ischiadicus des Frosches dem Druck auf den Nerven vor der Dehnung desselben den Vorzug, „weil der normal zur Axe ausgeübte Druck direct auf das Mark und den Axencylinder sich fortsetzt, während bei blosser Dehnung ein unbekannter Antheil der Kräfte vom gespannten Neurilem aufgehoben wird.“ —

Er ist im Grossen und Ganzen zu denselben Resultaten gekommen, die ich auf anderm Wege durch die Dehnung des Nerven gefunden habe.

Zu den Versuchen, die ich mir im Nachfolgenden mitzutheilen erlauben will, benutzte ich Nervmuskelpreparate des Frosches und zwar wurde der freigelegte Ischiadicus möglichst hoch central durchtrennt. Ich hatte dabei folgende Gründe. Einmal wollte ich nur die Wirkung der Dehnung auf die centrifugale Funktion des Nerven prüfen und dazu hatte ich nur den peripheren Nervenstumpf nöthig. Dabei war es mir natürlich erwünscht, alle Reflexcentren auszuschliessen. Durch Decapitation der Versuchsthiere allein, selbst durch Abtragung der Setschenow'schen

Centren ist das nicht zu erreichen; man müsste denn schon die Medulla spinalis zerstören. Thut man nun das letztere, so kommt es schon auf dasselbe heraus, wenn man an dem vorher getödteten Frosch den Ischiadicus hoch oben an seinem Ursprung durchtrennt und sich so ein Muskelpräparat herstellt. Ausserdem habe ich auch am Muskelpräparat, wie ich später auseinandersetzen werde, entschieden eine günstigere Handhabe zur Dehnung, als wenn ich den Nerv in der Continuität einer solchen aussetzen würde.

Von Wichtigkeit und auch die allgemeine Uebersichtlichkeit fördernd dürfte es, glaube ich, sein, wenn ich, bevor ich die Versuche und die daraus hervorgehenden Resultate mittheile, eingehend die Art und Weise schildere, nach welcher ich bei der Nervendehnung verfuhr, um möglichst exakte Resultate zu erzielen. Vor allen Dingen schien es mir von grosser Wichtigkeit zu sein, sämtliche Versuche am Froschmuskelpreparat in einer feuchten Kammer vorzunehmen, um den Einwand, eine etwaige Steigerung der Nervenerregbarkeit auf Austrocknung des Nerven zurückzuführen, von vornherein zu entkräften. Denn tatsächlich wurde eine solche bei Austrocknung des Nerven von Meissner, dann von Harless und Bickner beobachtet. Auch Gruenhagen hat dieselbe Beobachtung gemacht und einer Erklärung unterworfen.

Die feuchte Kammer wurde nach Heidenhains Muster auf einfache Weise folgendermassen construirt. An einem Holzgestell, welches nach Art einer Fussbank hergestellt war, war oben am Rande ringsherum eine breite Blechrinne befestigt. Auf dieses Gestell wurde ein Glaskasten von der Grösse, dass er in die Blechrinne hineinpasste, aufgesetzt. Die Höhe des Kastens war etwa 40 cm, damit auch Apparate von grössern Dimensionen bequem darunter stehen konnten.

Die Platte des hölzernen Gestells war mehrfach durch Längsrinnen unterbrochen, um durch dieselben die Leitungsdrähte zum Nerven von unten hindurchführen zu können, ferner um dem Faden, an welchem die Belastungsgewichte hingen, den Durchtritt nach unten zu gestatten. Um genügende Feuchtigkeit unter dem Glaskasten zu haben, wurde die Blechrinne mit Wasser gefüllt und die Holzplatte mit dicken Lagen in Wasser getränkten Fliesspapiers belegt. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft in der feuchten Kammer war ein derartiger, dass noch nach sieben Tagen das durchtränkte Fliesspapier nicht ausgetrocknet war, wovon ich mich, ehe ich überhaupt mit den Versuchen anfang, überzeugte. Während der Zeit der Versuche wurde zudem noch täglich eine frische Durchfeuchtung des Fliesspapiers vorgenommen, um so ganz sicher das Austrocknen des Nerven während des Versuches ausschliessen zu können.

Von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit und die Versuche unter Umständen entschieden beeinflussend ist auch, wie ich glaube, die Art und Weise, in der die Dehnung des Nerven selbst gehandhabt wird.

Ich habe bei den Versuchen am Froschmuskelpräparat immer besonders darauf geachtet, dass der gedehnte Nerv sich in der geraden Fortsetzung der fixirten Extremität, in welcher die Nervenendigungen verliefen, befand, so dass also der Zug genau in der Richtung der Längsaxe des Nerven wirkte. Zu dem Zwecke wurde das Brettchen, auf dem der Frosch sorgsam befestigt war, oberhalb der Fixationsstelle des Kniegelenkes in der Richtung des fixirten Unterschenkels mit einem Schlitz versehen. In diesem befand sich ein kleines Gestell mit einer Rolle, dass in der Oeffnung des Brettchens hin und her zu schieben war. Die Feststellung des Fusses der Rolle konnte an der entsprechenden Stelle des Schlitzes von untenher durch eine

Schraubenmutter sicher bewirkt werden. Der Einfachheit und leichtern Befestigung wegen habe ich die Extremität nie vom Rumpfe des getödteten Frosches abgetrennt und sie, nachdem der Nerv vom Knie an möglichst hoch hinauf auspräparirt war, durch eine starke Nadel, die ich quer durch das Knie hindurch in das Brettchen stiess, vollkommen sicher festgestellt. Der Ischiadicus wurde hoch oben am Plexus mit feinem, festen Zwirn unterbunden und central davon durchschnitten, der Faden über die Rolle, die sich mit dem Unterschenkel in gleicher Höhe befand, hinübergeleitet und durch den Boden der feuchten Kammer senkrecht hindurch geführt. Unterhalb der feuchten Kammer befand sich am Faden ein feines Häkchen, in welches ein Korkschälchen hineingehängt wurde, zur Aufnahme der kleineren Gewichte. Die Belastung durch den Faden und das Korkschälchen variierte zwischen 0,05 und 0,1 gr, je nach der Stärke und Länge des gebrauchten Fadens, ist also wohl weiter gar nicht in Betracht zu ziehen. Die grössern Gewichte wurden mit Beiseitelassung des Korkschälchens direct mittelst Fadenschlingen in das Häkchen eingehakt. In dieser Weise erfolgte die Dehnung nur in longitudinaler Richtung und damit glaube ich einen Fehler vermieden zu haben, der bei der Dehnung in transversaler Richtung wohl immer vorkommen muss. Lässt man nämlich das Gewicht in einer auf die Längsaxe des Nerven senkrechten Richtung wirken, so scheint mir bei stärkerer Belastung nicht auszuschliessen zu sein, dass eine Abknickung des Nerven an der Stelle erfolgt, wo die Präparation aufhört und der Uebertritt der ppherischen Enden in die Muskeln erfolgt. Dadurch werden natürlich die Versuche stark beeinträchtigt, weil durch die Abknickung leicht sogar vollkommene Leitungsunterbrechung verursacht werden kann. Die Rolle war in einer ihren Mittelpunkt

durchsetzenden Axe leicht beweglich und trug in Folge dessen wohl nur einen nicht merklichen Theil der Belastung.

Die Reizung des Ischiadicus am Froschmuskelpräparat bewirkte ich durch ein Daniell'sches Element in Verbindung mit einem Dubois'schen Schlittenapparat. Vermittelt des während des ganzen Versuchs mit möglichster Gleichmässigkeit spielenden Hammers wurde der Nerv tetanisirt. Als Nebenschliessung zu dem Nerven war in den secundären Kreis ein Dubois-Reymond'scher Schlüssel eingeschaltet. Derselbe wurde zu jeder Prüfung während einiger Secunden geöffnet und zwar war die Dauer, während welcher geöffnet wurde, in allen Einzel-Versuchen möglichst gleichmässig, so dass wesentliche Täuschungen durch Summation der Reize so gut wie ausgeschlossen waren. Die Leitungsdrähte führte ich nicht direct bis zum Nerven hin, weil es unmöglich schien, sie mit ihm beständig in genauer Berührung zu halten, zumal da durch das straffere Anspannen des Nerven während der Dehnung die Lage desselben stets einer geringen Aenderung unterworfen war, der die steifen Drähte nicht folgen konnten. Ich liess daher die Drähte in zwei Klemmschrauben von Messing endigen, die in dem Brettchen befestigt waren, auf dem sich das Präparat befand. Von hier aus wurde die Leitung zum Nerven durch gut gereinigte Baumwollenfäden bewirkt, die mit $\frac{1}{2}$ o/0 Kochsalzlösung getränkt waren. Die andern Enden der Fäden tauchten in zwei sehr kleine, von einander isolirte gläserne Näpfchen, in denen sich gleichfalls $\frac{1}{2}$ o/0 Kochsalzlösung befand. Dadurch wurden sie genügend feucht erhalten, um gut leiten zu können. Die Fäden, welche lose über den Nerv in 1 cm Entfernung gelegt waren, blieben bei jeder Dehnung in genauem Contact mit dem Nerven und folgten auch bei Abnahme der Gewichte

dem sich retrahirenden und entspannenden Nerven durch ihre eigene Schwere.

Da ich, wie schon erwähnt, das Muskelpräparat nicht vom Froschkörper trennte, so legte ich zwischen den hervorgezogenen Nerven und den Oberschenkel des Frosches ein Blättchen von Guttaperchapapier, um die Berührung der Fäden mit der Oberschenkelmuskulatur zu vermeiden, wodurch ich sonst vielleicht Nebenleitungen erhalten hätte.

Schlieslich sei hier noch bemerkt, dass die Genauigkeit der Versuche immer sehr wesentlich von der Constanz der benutzten Elemente abhängt. Ich hatte bei einem Versuche eine Thermosäule angewandt, deren Constanz ja eine sehr grosse ist, doch erschien mir, so weit sich eine Controle des Ganges durch das Gehör ausüben lässt, ein genau in Thätigkeit gesetztes Daniell'sches Element längere Zeit hindurch so gleichmässig zu arbeiten, dass ich in der Folge nur dieses gebrauchte. Die durch den Reiz ausgelöste Zuckung des Gastrocnemius habe ich nur bei einzelnen Versuchen, wo es nöthig schien, durch das Marey'sche Transmissionsmyographion zur Aufzeichnung gebracht; in den meisten Fällen, wo es nur darauf ankam, den grössten Spiralenabstand festzustellen, bei dem noch eine minimale Reaktion des untersuchten Schenkels erfolgte, glaubte ich davon absehen zu können. In allen Fällen vollführte ich zur Prüfung der Empfindlichkeit des Nerven nicht eine einzelne, sondern eine dreimalige Reizung. Zwischen den einzelnen Reizungen jeder Prüfung lagen Pausen von 15—30 Secunden.

Noch habe ich zu erwähnen, dass ich für alle meine Versuche die kräftigsten Frösche anwandte, die mir bei reicher Auswahl im hiesigen physiologischen Institut zu Gebote standen.

Nach dieser Schilderung des Verfahrens, das ich bei meinen Versuchen am Froschmuskelpräparat in Anwendung brachte, sei es mir gestattet, die Versuche selbst anzuführen und die aus ihnen sich ergebenden Schlussfolgerungen zu ziehen.

Es war mir vor allen Dingen von Wichtigkeit, erst festzustellen, ob das Froschmuskelpräparat in Bezug auf seine Erregbarkeit auch die Constanz zeigte, ohne welche überhaupt die Beweiskraft der Versuche eine illusorische sein würde, mit andern Worten, ob zum mindesten eine Stunde hindurch (so lange dauerte längstens ein Versuch) die Reactionsfähigkeit des Präparats ohne weitere Einwirkung auf dasselbe im Wesentlichen die gleiche blieb.

Hierauf bezüglich ergab Versuch Nr. 1., nachdem der Schlittenapparat hier wie bei allen folgenden Versuchen erst einige Zeit ganz constant gearbeitet hatte, bevor er mit dem Muskelpräparat in Verbindung gebracht wurde und nachdem gleichfalls zwanzig Minuten nach der Anfertigung des Präparats verstrichen waren, welche Zeit im Allgemeinen genügte, um den Nerv von den Eingriffen der Operation ausruhen zu lassen, Folgendes:

Zeit des Versuches.	Belastung gr	Spiralenabstand mm		
9 Uhr 10 Minuten	—	143	145	146
9 Uhr 20 Minuten	—	146	146	146
9 Uhr 35 Minuten	—	144 $\frac{1}{2}$	145	145
9 Uhr 50 Minuten	—	143 $\frac{1}{2}$	143	143
10 Uhr 10 Minuten	—	142	142	142

Anmerkung: Die Zahl in der dritten Columne giebt an, wie weit (in mm) die secundäre Rolle von der primären entfernt sein durfte, damit bei einer einige Sekunden dauernden Oeffnung des Schlüssels eine minimale Bewegungsreaction im Schenkel (zumeist an den Zehen) auftrat.



Es bekundet sich bei diesem Versuch eine geringe Neigung zum Sinken der Nervenerregbarkeit, doch sind die kleinen Schwankungen von 4 mm im Verlauf einer Stunde jedenfalls nicht derartig, dass man grössere, durch Belastung erzeugte, die sich zudem noch nach anderer Richtung hinbewegten, anders als eben durch die Dehnung würde erklären können. Aehnliche anderweitige Versuche ergaben das gleiche Resultat.

Versuch 2.

Belastung gr	Spiralenabstand mm			Bemerkungen.	
ohne	156	156	154	Die Versuche wurden immer von 5 zu 5 Minuten ange- stellt. Die inzwischen lie- gende Zeit diente zum Ge- wichtswechsel, resp. zur weitem Einwirkung der angehängten Belastung.	
1	155	155	155		
5	156	156 ^{1/2}	157		
ohne	161	160	160		
10	155	155	156		
15	159	160	165		
ohne	160	159	159		
50	171	173	174		Bei 160 Tetanus.
70	—	—	—		Clonische Zuckungen ohne Schliessung des Stromes.
80	—	—	—		Tetanus ohne Schliessung des Stromes.
ohne	bei 176 Zuckung			Tetanus hörte sofort bei Ab- nahme der Gewichte auf.	
90	—	—	—	Zuerst Tetanus, dann clonische Zuckungen.	
100	—	—	—	Die Zuckungen werden schwä- cher und hören allmähig auf.	

Bei 100 gr Belastung riss der Nerv, sich allmähig aus den Muskeln herausziehend.

Versuch 3.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	122	122	122	<p>Beim Anhängen der Gewichte einmalige Zuckung ohne Schliessung des Stromes.</p> <p>Andauernder Tetanus, allmählich nachlassend, in einzelne Zuckungen, die schliesslich auch verschwinden.</p> <p>Ganz allmähliches Ausreißen des Nerven aus den Muskeln.</p>
1	123	123	123	
5	124	124	124	
10	129	129	129	
ohne	127	127	127	
10	128	128	128	
20	130	130	130	
40	137	137	137	
50	141	142	142	
60	147	146	147	
70	186	187	187	
90	—	—	—	
100	—	—	—	

Versuch 4.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	148	148	148	
1	150	150	150	
2	150	150	151	
3	151	152	152	
4	153	153	153	
5	156	157	157	
ohne	156	156	156	
10	147	147	147	
ohne	157	158	158	
15	160	161	161	

Belastung gr	Spiralenabstand mm			Bemerkungen.
	ohne	152	153	
20	148	149	149	
25	154	155	155	
30	156	156	156	
70	161	161	163	
90	168	168	168	
100	172	215	250	

Bei mehr als 116 gr Belastung, die augenblicklich nur zu Gebote standen, (die Belastung wurde durch andere Gegenstände weiterhin vermehrt) riss der Nerv aus den Muskelbündeln aus. Clonische Zuckungen, Tetanus, dann wieder clonische Zuckungen, Reactionslosigkeit wurden auch hier der Reihe nach bei den höhern Belastungen beobachtet

Versuch 5.

Belastung gr	Spiralenabstand mm			Bemerkungen.
	ohne	167	167	
5	167	167	167	
20	165	165	165	
40	171	172	172	
50	191	193	193	
60	201	205	210	
80	spontane Zuckung			
100	} clonische Zuckungen			
110				
130	Tetanus ohne Stromschluss.			
140	Nachlassen des Tetanus, vereinzelte Zuckungen, allmähiges Reißen des Nerven an den peripheren Endausbreitungen.			

Versuch 6.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	137	138	138	} während des Auflegens der Gewichte leichte Zuckungen. spontane Zuckungen, unter denen der Nerv aus den Muskelbündeln herausriss.
5	141	142	142	
10	143	143	143	
15	144	144	144	
20	144	144	145	
25	145	144	145	
30	143	143	143	
ohne	148	148	148	
30	148	148	148	
35	148	149	149	
40	150	151	151	
50	153	153	154	
60	158	158	159	
65	163	163	163	
65	165	167	167	
75				

Versuch 7.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	193	193 ¹ / ₂	194	
10	186	185	185	
20	187	187	188	
30	188	188	188	
40	188	188	188 ¹ / ₂	
ohne	186 ¹ / ₂	185	184	
50	189	189	190	
60	190	190	191	
70	197	199	199	

Belastung	Spiralenabstand	Bemerkungen.
gr	mm	
80	spontane Zuckung	} ohne Schliessung des Stromes.
90	spontane Zuckung	
100	clonische Zuckungen	
110	clonische Zuckungen	
120	Tetanus	

Der Nerv riss, nachdem er vorher zu reagiren aufgehört hatte, bei 164 gr an der Unterbindungsstelle.

Versuch 8.

Belastung	Spiralenabstand	Bemerkungen.
gr	mm	
ohne	141 141 141	} Bei Schliessung des Stromes treten bei 167 sogleich clo- nische Krämpfe ein. } ohne Schliessung des Stromes.
5	145 145 144	
10	147 147 147	
15	144 144 145	
20	144 144 ^{1/2} 145	
25	145 146 146	
ohne	145 145 145	
30	145 146 146	
40	149 149 149	
50	151 151 151 ^{1/2}	
60	158 164 167	
70	167	
80	} clonische Krämpfe	
90		

Bei längerer Einwirkung von 90 gr zog sich der Nerv allmählig unter Nachlassen der Zuckungen aus den Muskelbündeln heraus.

Versuch 9.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	174	173	173 ¹ / ₂	Besonders kräftiger Frosch.
5	183	183	183	
10	186	188	188	
15	189	190	190	
ohne	185 ¹ / ₂	186	186	
ohne	186	186	186	
20	191	192	192	
25	194	194	194	
30	195	195	195	
40	195	195	195	
50	195 ¹ / ₂	196	196	
60	190	190	190	
70	187 ¹ / ₂	185	185	
90	179	178	178	
110	180	180	180	
130	182 ¹ / ₂	184	184	
170	190 ¹ / ₂	193	193	
180		210		

Zur weitem Prüfung fehlten die Gewichte. Der Nerv reagirte noch gut.

Versuch 10.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	174	174	174	
5	173	173	173 ¹ / ₂	
10	173	171	171	
15	167	167	167 ¹ / ₂	
ohne	170	170	170	
30	168	168	168 ¹ / ₂	

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
40	170	170	170	
50	172	173	173	
70	177	179	179	
80	181	184	184	
100	208	210	211	
110	spontane Zuckungen			
120	clonische Krämpfe, die bei 140 mm Spiralenabstand in Tetanus übergingen.			
140	Bei 160 gr riss der Nerv an der Unterbindungsstelle.			
160				

Versuch II.

Belastung	Spiralenabstand			Bemerkungen.
	gr	mm		
ohne	152	152	152	} ohne Schliessung des Stromes. Der Nerv riss an der Unterbindungsstelle, nachdem vorher das Aufhören jeder Reaction zu constatiren war.
5	160	161	161	
10	165	165	165 ^{1/2}	
15	166	167	167	
20	166	165	165	
30	167	167 ^{1/2}	167 ^{1/2}	
40	168	168	168	
50	168	169	169	
60	170	171	171	
ohne	163	162	162	
70	166	167	167	
90	168	168	168	
110	spontane Zuckung			
120	Tetanus			
130				

Anschliessend an diese Versuche sei es mir gestattet, noch einige andere mitzuthellen, deren Resultate ich gemeinsam mit denen der ersten Gruppe besprechen will.

Auf die oben beschriebene Weise hatte ich mir ein Froschmuskelpräparat hergestellt. Durch Verschiebung des Dubois'schen Schlittens machte ich den Abstand ausfindig, bei welchem sich ein ganz geringer Tetanus nur durch die Wirkung eines Daniell'schen Elements einstellte.

Bei Versuch 12, der an einem recht kräftigen Frosch ausgeführt wurde, trat ein schwacher Tetanus bei 160 mm Spiralenabstand ein. Während der Strom geschlossen blieb, der Tetanus also in geringem Grade fortbestand, schritt ich zur Belastung des Nerven mit 50 gr. Sofort mit eingetretener Belastung wurde der Tetanus ein ganz vollständiger und hielt so lange an, als die Belastung des Nerven dauerte. Bei Abnahme der Gewichte liess auch der Tetanus nach bis etwas unter die ursprüngliche Höhe und schwand vollständig bei Oeffnung des Stromes. An demselben Präparat liess sich das Experiment beliebig oft mit stets demselben Erfolge wiederholen. Mehrfache Versuche dieser Art an andern Froschmuskelpräparaten führten zu ganz denselben Resultaten und zeigten evident eine Verstärkung des bestehenden Tetanus durch die Einwirkung einer stärkern Belastung. Ich habe dieses Resultat auch durch graphische Aufzeichnung fixirt. Der Hebel des Myographiums schrieb den Tetanus vor der Belastung auf das Papier eines langsam rotirenden Cylinders; wurde der Nerv während der Aufzeichnung belastet, so stieg die Tetanuscurve mächtig an, blieb auf dieser Höhe, so lange die Belastung dauerte, um nach Fortfall derselben wieder ihr voriges Niveau nahezu zu erreichen. Nach Oeffnung des Schlüssels ging der Hebel zur Abscisse zurück.

Noch bleibt mir eine dritte Reihe von Versuchen zu erwähnen übrig, die ich anstellte, um die Erregbarkeit der Froschmuskelpreparate mittelst einfacher Schliessungs- und Oeffnungsinductionsschläge zu prüfen.

Zu dem Zweck stellte ich vermittelst der Schraube den Wagner'schen Hammer am Dubois'schen Schlitten-Apparat fest und schaltete in den einen Leitungsdraht vom Daniell'schen Element zum Schlittenapparat ein Quecksilbernäpfchen ein. Durch schnelles Eintauchen und Herausnehmen des einen Drahtendes konnte ich, während das andere in das Quecksilber hineingebogen war und darin beständig ruhte, prompte Unterbrechungen des primären Stromkreises auf einfache Weise leicht herstellen. Es zeigte sich nun zunächst, was ja bekannt ist, dass eine Zuckung beim Oeffnungsinductionsschlag schon bei einem weit grössern Spiralenabstand erfolgte, als beim Schliessungsinductionsschlag; ausserdem aber, dass bei Belastung des Nerven der Spiralenabstand, um eine Reaction auszulösen, ein geringerer zu sein brauchte, als ohne Belastung. Ein Versuch möge von den mehrfach mit denselben Resultaten angestellten dieses illustriren.

Ohne Belastung des Nerven erfolgte eine Zuckung beim Oeffnungsinductionsschlag bei 220 mm. Bei Belastung mit 100 gr erfolgte die Zuckung schon bei 230 mm. Der Schliessungsinductionsschlag lieferte ohne Belastung eine Zuckung erst bei 110 mm; nach Belastung von 100 gr erzeugte er schon bei 120 mm Spiralenabstand eine Zuckung in derselben Stärke.

Es ist eine geringe Modification dieses Versuches, die jedoch die Verhältnisse sehr deutlich zur Anschauung bringt, wenn man, statt jedesmal den Spiralenabstand festzustellen, bei welchem eine minimale Schliessungs- resp. Oeffnungszuckung erfolgt, die Achillessehne des Froschpräparates mit

einem Marey'schen Transmissionsmyographion in Verbindung bringt. Man hat dann nur nöthig, einen beliebigen Spiralenabstand zu wählen und die bei diesen erzeugten Zuckungen ohne Dehnung mit denen, wo die Dehnung einwirkte, zu vergleichen. Man wird dann stets finden, dass die Zuckungscurve während der Dehnung eine weit höhere ist, als die, welche nur durch die Inductionsschläge allein ohne mechanische Einwirkung auf den Nerven hervor gebracht wurde; doch scheint es, dass die Dehnung bei den Versuchen nicht allzu gering sein darf.

Ich verfuhr bei der Aufzeichnung folgendermassen: Ich hatte den Spiralenabstand von 100 mm für Schliessungs-, von 150 mm für Oeffnungsinductionsschläge gewählt und mit 50 gr den Nerven gedehnt. Die unter diesen Verhältnissen ausgelösten Zuckungen zeichnete ich auf eine rotirende Trommel; dann hob ich die Dehnung auf und zeichnete in derselben Grundlinie, ohne den Zeichenhebel zu verstellen neben die ersten Curven die andern. Umständlicher ist es und ohne Hilfe schon weniger leicht ausführbar, wenn man die am Nerv befestigten Gewichte durch die Hand unterstützt und so, also ohne Dehnung, zeichnete. Darauf entfernt man, jedoch nicht zu plötzlich, die stützende Hand, lässt dadurch die Dehnungsgewichte einwirken und bringt so die Zuckungen durch Schliessung resp. Oeffnung des Stromes zur Aufzeichnung.

Der Unterschied der Curven ist hier sehr auffallend; die während der Dehnung gezeichneten sind höher, die andern bedeutend niedriger. Die Hubhöhe der ersteren betrug beispielsweise 9 mm beim Schliessungsschlag, 10 mm beim Oeffnungsschlag, die der letztern dagegen nur 5, resp. 3 mm.

Beim Rückblick auf diese Versuchsprotokolle, glaube ich, aus denselben folgende Schlüsse ziehen zu können.

1. Die Wirkung der Dehnung erstreckt sich nicht nur auf den freiliegenden Theil des Nerven, sondern auch die periphere Endausbreitung ist direct der Dehnung zugänglich.

Man könnte leicht zu der Annahme gelangen, dass der Nerv nur insoweit dehnungsfähig ist, als er frei präparirt vorliegt und dass sich die auf diese Strecke ausgeübte Wirkung nur indirect peripherwärts fortpflanzt, die Einbettung zwischen die Muskeln aber der Dehnung einen grössern Widerstand entgegensetzt. Dem ist jedoch nicht so, da bei den schwächern der benutzten Versuchsthiere durch genügende Belastung die Nervenendigungen aus den Muskelbündeln gewissermassen herausgezogen wurden, nachdem die kräftigen Zuckungen, beziehungsweise der Tetanus vorher in dem Grade geringer geworden waren, als sich die Verbindungen des Nerven mit dem Muskel, oder die feinsten Nervenästchen in ihrer Continuität gelöst hatten. Ich glaube jetzt sogar auch, dass es der Experimentator in der Hand hat, auch bei den kräftigsten Präparaten den Nerven auf diese Art zum Reissen zu bringen, wenn er nur den Unterbindungsfaden haltbar, doch nicht zu fest anlegt, um nicht mit dem an sich scharfen Faden den Nerven an der Stelle zu sehr zu schwächen. Eine genügende Belastung wird das dann wohl immer zu Wege bringen, was ich in einzelnen Fällen (Versuch 2, 3, 4, 5, 6, 8) beobachten konnte. Zu beobachten ist dabei, was ich schon oben erwähnte, dass der Zug in gerader Richtung, wie der Nerv verläuft, ausgeübt werden muss und dass die Fixation der Extremität eine solche ist, dass durch den Zug eine Beugung in den Gelenken, hier beim Ischiadicus des Frosches also besonders im Kniegelenk, vermieden wird, wodurch ein Theil der wirkenden Kraft compensirt würde und eine Abknickung des Nerven mit den daraus folgenden Consequenzen (Zerquetschung der Marksubstanz

und des Axoncyllinders, Leitungsunterbrechung, Schwächung des Nerven an der Unterbindungsstelle und schliesslich Continuitätstrennung daselbst) entstehen könnte.

**2. Starke Dehnung bringt stets ein Steigen der Nerven-
erregbarkeit hervor. Bei geringer Dehnung ist eine Steigerung
der Nerven-erregbarkeit zu beobachten, darauf sinkt dieselbe
bei der Dehnung mittleren Grades bisweilen vorübergehend.**

Als geringe Dehnung kann man bei den von mir benutzten starken Fröschen eine solche bezeichnen, die mit einer Belastung von etwa 10 bis höchstens 15 gr effectuirt wurde. Dabei erfolgt eine Zunahme der Nerven-erregbarkeit, wie hauptsächlich aus Versuch 3, 4, 6, 8, 9, 11 ersichtlich ist. Das Sinken der Erregbarkeit richtet sich, wie es schien, sehr nach der Stärke des zum Präparat verwendeten Frosches. Meist erfolgte es bei einer Dehnungsbelastung von 10—30 gr. In einem Falle bei einem sehr starken Frosch (Versuch 9), wo der Ischiadicus bei 180 gr Belastung noch ganz normal auf Reizung reagierte, erfolgte die Erregbarkeitsherabsetzung erst bei 70—90 gr, um dann bei stärkerer Belastung wieder in Steigerung überzugehen, die sich, wenn auch nicht gerade bei diesem Versuch, der, wie erwähnt, unterbrochen werden musste, so doch bei allen andern schliesslich zur Evidenz durch clonische, dann durch tetanische Zuckungen, endlich sogar durch vollständigen Tetanus documentirte.

Ausserordentlich beweiskräftig dafür, dass die Dehnung und besonders die starke Dehnung die Nerven-erregbarkeit steigert, erscheint mir die Versuchsreihe, in welcher ich mittelst eines Daniell'schen Elements und des Dubois'schen Schlittenapparats einen geringen Tetanus erzeugte. Derselbe wurde durch stärkere Belastung (50 gr durchschnittlich) zu einem ganz vollkommenen, während geringere Dehnung wenig Einfluss auf den Tetanus erkennen liess. Gerade

der regelmässig bei stärkerer Belastung auftretende Tetanus sowohl in dieser, als auch in der ersten Versuchsreihe scheint mir klar zu erweisen, dass bei stärkerer Dehnung keine Herabsetzung der Nervenirregbarkeit zu constatiren ist, wie von anderen Experimentatoren behauptet wird, sondern im Gegentheil eine Steigerung derselben im Nerven hervorgerufen wird. Die Erregbarkeit scheint bei wachsender Belastung so lange zu steigen, bis die Continuität der Nervenfasern an irgend einer Stelle unterbrochen wird.

Auch die Versuchsgruppe, in welcher nur Inductionsschläge auf den Nerven ohne resp. mit Dehnungsbelastung einwirkten, führten genau zu demselben Resultat, einer Erregbarkeitssteigerung durch die Dehnung.

**3. Eine übermässig starke Dehnung bewirkt Lähmung der motorischen Nervenfasern durch Unterbrechung im Faser-
vorlaufe** (Versuch 2—11, Ausnahme Versuch 9, der nicht zu Ende geführt werden konnte).

Wurde die Dehnung durch Gewichte noch nach dem Auftreten des Tetanus weiter forcirt, so trat vor dem Reißen des Nerven an der Unterbindungsstelle, oder seiner Auslösung aus den Muskeln stets vollständige Reactionslosigkeit ein, die doch nur so zu erklären sein dürfte, dass durch die Zerrung die Faser in ihrer Substanz unterbrochen, resp. von ihrem zugehörigen Muskel getrennt wurde, derselbe also auf Reizung des Nerven mit keiner Reaction mehr antworten konnte.

1. Die Einwirkung der Dehnung auf den Nerven ist eine schnelle, aber keine nachhaltige, sofern sich die Dehnung in den Grenzen hält, die zu keiner eingreifenden Verletzung des Nerven führt.

Wie ich schon erwähnte, liess ich stets 5 Minuten von einer Reactionsprüfung bis zur andern verstreichen. Das vorsichtige Aendern der Belastung nahm etwa eine

Minute in Anspruch, so dass für die Einwirkung der Dehnung auf den Nerven immer als Minimum 3 Minuten übrig blieben. Die Zeit genügte stets, wahrnehmbare Veränderungen hervorzubringen, je nachdem eine Steigerung, oder eine Herabsetzung der Erregbarkeit. Die Verminderung der Erregbarkeit nach Abnahme der Belastung würde ja mit der von mir vertretenen Ansicht, dass eine Herabsetzung des Reizes auch eine geringere Reaction hervorrufen soll, von vornherein im Einklang stehen; bisweilen wurde jedoch auch eine Steigerung bei Abnahme der Belastung beobachtet, die ich zu erklären nicht unternehmen will. (Vergleiche für die Abnahme der Erregbarkeit bei Aussetzung der Dehnung Versuch 2, 3, 4, 7, 8, 9 und 11. — Für die Steigerung derselben Versuch 2, 4, 6 und 10).

Wenn bei Punkt 1, 3 und 4 meine Schlussfolgerungen wohl im Wesentlichen nicht von den Ansichten Anderer abweichen, so stehe ich Punkt 2 anlangend wohl den Meisten, welche sich mit mechanischer Nervenreizung beschäftigt haben, gegenüber mit alleiniger Ausnahme, soweit mir bekannt, von Zederbaum, welcher durch Druckeinwirkung auf den Ischiadicus des Frosches Aehnliches beobachtete, als ich bei der Dehnung. Auch er fand bei geringem Druck eine Steigerung, dann bei etwas stärkerm Druck ein vorübergehendes Sinken und schliesslich bei den höchsten zulässigen Druckgraden ein erneutes Steigen der Nervenirregbarkeit. So viel mir bekannt, ist die kurze Mittheilung in der Berliner Physiologischen Gesellschaft das Einzige, was Zederbaum über seine Versuche publicirt hat.

Ausdrücklich wollte ich schliesslich noch bemerken, dass ich die sämmtlichen vorliegenden Untersuchungen nur vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet wissen

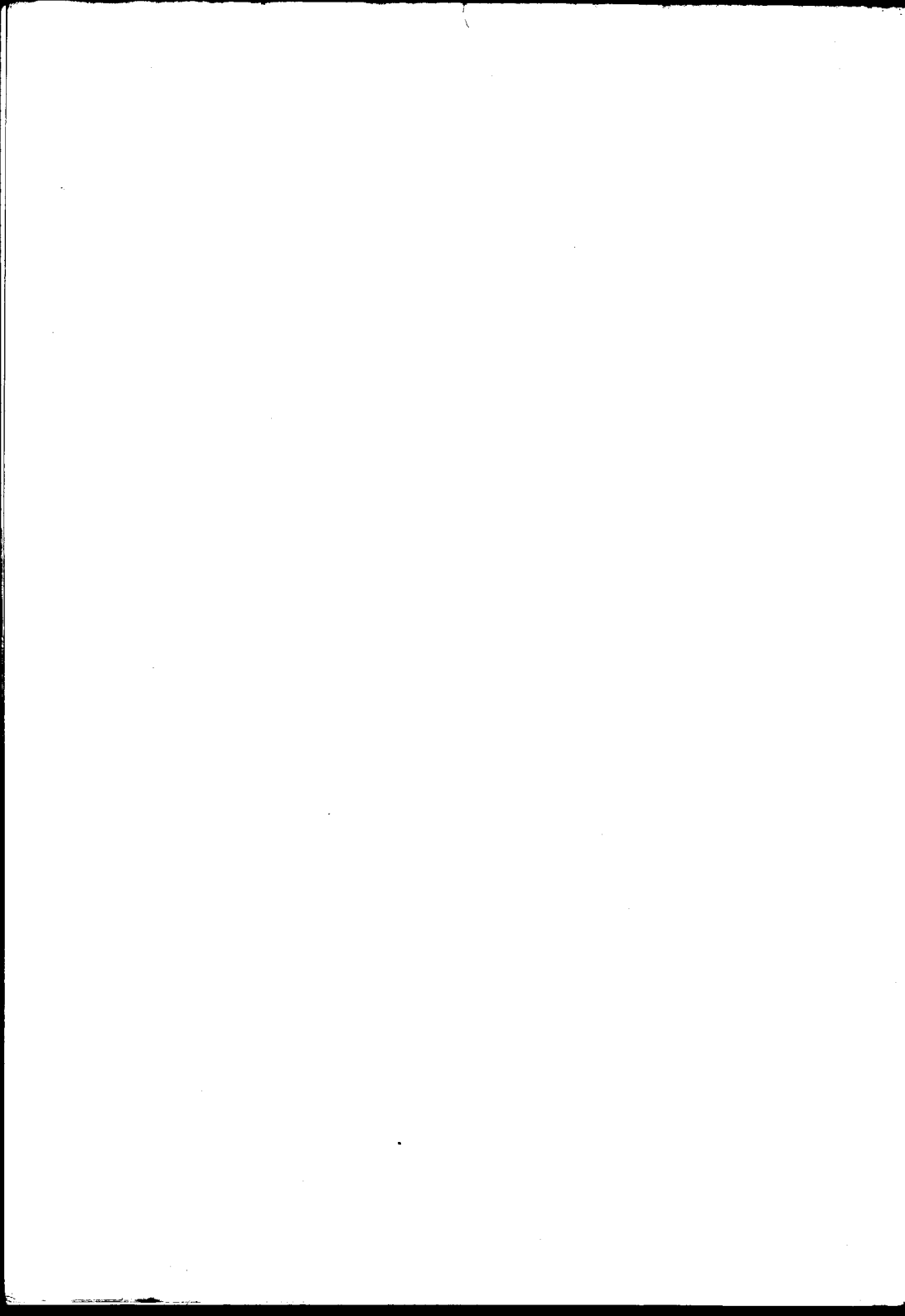
möchte, und dass ich mich einer jeden Uebertragung dieser durch das Experiment gewonnenen Anschauungen auf das Gebiet der Chirurgie enthalte. Schon aus dem Grunde muss ich davon vollständig abstehe, weil ich nur am Nervmuskelpreparat experimentirte und die Reflexcentra geflissentlich ausschloss. In der Chirurgie liegen die Sachen anders. Die Centralorgane sind erhalten und wohl durch Dehnung an den peripheren Nervenstämmen stark in Mitleidenschaft gezogen. Ja es dürfte bislang in manchen Fällen wohl schwer zu entscheiden sein, von wo aus der Erfolg der Dehnung herzuleiten ist, ob von der indirecten Einwirkung auf das Centrum, oder der directen auf die Peripherie.

Wenn ich auch Anfangs vom chirurgischen Interesse geleitet die Arbeit begann und in anderer Weise mehrfache Versuche angestellt habe, so musste ich jedoch bald davon abstehe, weil ich erkannte, dass beim Experiment am Frosch zu viel Fehlerquellen sich herausstellten, deren Vermeidung fast in das Bereich des Unmöglichen gingen.

Entweder sind die Eingriffe zu gewaltsame und den ganzen Organismus zu sehr in Mitleidenschaft ziehende, wie z. B. die Durchtrennung des ganzen Oberschenkels bis auf den Nervus ischiadicus, die mir zur exacten Ausführung einer Dehnung des intacten Nerven durchaus nothwendig erscheint, oder die Dehnung muss senkrecht zur Längsaxe des Nerven erfolgen, wogegen ich schon oben meine Bedenken aussprach. Ausschlag gebend können hier, so glaube ich, nur Experimente an grösseren Thieren sein, besonders wenn man im Interesse der Chirurgie zu arbeiten beabsichtigt.

Zum Schluss meiner Arbeit erlaube ich mir noch, Herrn Dr. O. Langendorff für den Rath und die Unterstützung, die er mir bei meinen Untersuchungen hat zu Theil werden lassen, sowie Herrn Geheimrath v. Wittich für die mir gestattete Benutzung der Apparate und Hilfsmittel des physiologischen Instituts meinen wärmsten Dank zu sagen.





These.

Bei Stirnlagen ist, wenn die Wendung auf einen Fuss oder die Umwandlung der Stirnlage in eine Hinterhaupts- oder Gesichtslage nicht mehr gelingt, die Perforation selbst des lebenden Kindes indicirt.

V I T A.

Ich, Oscar Schaubert, bin am 3. Februar 1849 zu Grünheyde, Kreis Insterburg, geboren. Meine Schulbildung erhielt ich anfangs auf dem Gymnasium zu Insterburg, später auf dem Collegium Friedricianum zu Königsberg, welches ich Michaelis 1867 mit dem Zeugniß der Reife verließ. Dem Studium der Medizin wandte ich mich Ostern 1878 zu. Das Tentamen physicum absolvirte ich im März 1880, die Staatsprüfung im Winter 1882/83, das Examen rigorosum am 24. Mai 1883.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herrn Professoren und Dozenten:

Albrecht, Baumgarten, Benecke, Bohm, Burow, R. Caspary, Gruenhagen, Hildebrandt, Jacobson, Jaffé, Kupffer, Lossen, Münster, Naunyn, Neumann, Pincus, Samuel, Schneider, Schoenborn, Schreiber, Seydel, v. Seydlitz, Stetter, Treitel, v. Wittich.

Allen diesen Herren meinen aufrichtigsten Dank.

15270

