

# Kritisches und Experimentelles

zu

## Herrn W. Preyer's myophysischem Gesetz.

Von

**B. Luchsinger,**

Assistent am physiologischen Laboratorium in Zürich.

Eine nochmalige Kritik der Preyer'schen Leistungen auf dem Gebiete der „Myophysik“, die jetzt gesammelt in seinem Werke „Das myophysische Gesetz“, Jena 1874, vorliegen, bin ich genöthigt, mit einem Hinweis auf dessen Erklärung (dies Archiv Bd. VII, pag. 200) einzuführen. In schroffer Weise bemerkte dort Herr Preyer, er verzichte der Form (!) der frühern Angriffe wegen auf eine Zurückweisung derselben, deren „völlige Unhaltbarkeit“ Jedem einleuchten müsste. Der wahre Sinn dieser Erklärung dürfte jetzt offen zu Tage getreten sein. — Anstatt jene Einwände, von denen er keinen als irrig erwiesen hat, offen anzuerkennen, baut er lieber ein ganz neues Beweissystem und „vertritt von dem Inhalt seiner frühern Artikel nur so viel, als in der neuen Schrift sich reproducirt findet“. (!) Einige Hauptargumente, welche angegriffen waren, bleiben zwar noch bestehen, aber deren Beweiskraft erscheint nunmehr auch Herrn Preyer so schwach, dass er selbst nach neuen Beweisen zu suchen sich veranlasst fühlt. Die neue Beweisführung jedoch aus der beispieldlosen Anordnung der „triftigen“ Argumente herauszufinden, ist nicht gerade leicht.

Beweisen will Herr Preyer die Gleichung  $dh = k \frac{dq}{q}$  (1)

(d. h. das Weber'sche Empfindungsgesetz ins Muskuläre übersetzt), auf welche Beziehung er sich nun einmal wegen der angeblich grossen Analogien zwischen Ganglienzellen und Muskelfaser verhasst hat. Diese Analogien sind jedoch wahrhaft oberflächlich; denn „sie stützen sich vor Allem auf die Thatsache der Schwelle“. „Ebenso wenig wie jeder beliebige noch so kleine Sinnesreiz eine Empfindung, hat jeder beliebige noch so kleine Muskelreiz eine Muskelcontraction zur Folge“, aber wohl auch, ebenso wenig hat jede noch so kleine Erschütterung eines explodiblen Körpers dessen Zersetzung zur Folge. Also auch hier (wie in unzähligen

andern Fällen) die Thatsache der Schwelle; doch gerade dieses Beispiel dürfte entschieden eine Ausnahme der geforderten Beziehung (1) bilden. Warum in aller Welt soll denn, wo immer Schwellen existiren, die Abhängigkeit zwischen Reiz und ausgelöster Arbeit stets nach der gleichen Schablone gefordert werden? Wie oberflächlich zudem Herr Preyer sogar den Begriff der Schwelle fasst, zeigt zur Genüge sein Zweifel an der Existenz der Schwelle „eines nicht mehr unter dem Einfluss der eigenen Schwere stehenden Muskels“ (vgl. pag. 121). Wodurch müsste dann wohl die Schwelle der Ganglienzelle bedingt sein?

Doch statt  $dh = k \frac{dq}{q}$  hätte Herr Preyer ebenso gut  $dp = k \frac{dq}{q}$  als Fundamentalgleichung seiner Speculationen vermuthen können, denn  $h$  so gut wie  $p$  sind Ausdrücke für das, was in Folge der Reizung im Muskel ausgelöst wird. Um alle Beziehung zwischen Last und Hubhöhe ausser Spiel zu lassen, macht man entweder die Last gleich Null, dann ist die freie Hubhöhe ein Maass der Leistung, oder man lässt die Hubhöhen ein bestimmtes Minimum nicht überschreiten, dann kann man die eben noch bewältigte Last  $p$  als Maass der entwickelten Kraft betrachten. Beide Maasse sind offenbar gleich berechtigt, und ein ganz willkürliches, durch Nichts gerechtfertigtes Verfahren muss es genannt werden, von vornherein für das eine eine logarithmische, für das andere eine proportionale Beziehung zum Reiz zu vermuthen. Solche Vorvermuthungen können, und mag ihr „heuristischer Werth“ (pag. 15) noch so gross scheinen, nie nutzbringend sein, denn sie sprechen jeder inductiven Forschung Hohn.

Nach Herrn Preyer ist jedoch  $p$  noch etwas Anderes als ein Maass für die durch die Reizung  $q$  sich entwickelnden Kräfte, „es lässt sich  $p$ , da die Muskelkraft ein Merkmal der vom Reize im Muskel hervorgerufenen, der Zusammenziehung zu Grunde liegenden Bewegung ist, die fortan die „myophysische Bewegung“ heissen soll —, als das genaue Maass dieser Bewegung ansehen“. Diese myophysische Bewegung aber, die nicht mehr Reiz, aber noch nicht Leistung wäre —, ein Vorgang ganz seltsamer Art —, die „Erstwirkung des Reizes“, soll diesem selbst noch so nahe stehen, dass sie ihm in ihren Aenderungen proportional folgt. Woher Herr Preyer diese Beziehung von Reiz zu myo-

physischer Bewegung kennt, braucht er nicht anzugeben, er hat es hier offenbar in seiner Hand, diese Abhängigkeit zu bestimmen, wie er will; aber warum er dann das gänzlich unbekannte Verhältniss der myophysischen Bewegung zu  $p$  als proportionales, zu  $h$  als logarithmisches vermuthet, ist nicht verständlich, wenn man nicht zum voraus für eine logarithmische Beziehung  $h = k \log ap$  (2) eingenommen ist.

Aber abgesehen von diesen Willkürlichkeiten ist die angezogene Beziehung zwischen  $h$  und  $p$  geradezu falsch; denn sie schlägt den classischen Untersuchungen von Helmholtz über den zeitlichen Verlauf der Muskelzuckung direct ins Gesicht. Gerade diese Versuche haben gezeigt, dass nach der Reizung  $p$  zeitlich durchaus proportional  $h$  anwächst, die Curve der sich entwickelnden Muskelkräfte nach Pouillet's Methode bestimmt, vollkommen identisch ist mit der Myographioncurve, der Curve der zeitlichen Veränderungen der Hubhöhen. Dass hiernach auch jedem geringsten  $p$  ein gewisses  $h$  entsprechen muss, entgegen Herrn Preyer's Relation, wonach  $h = 0$ , wenn  $ap = 1$  (vgl. pag. 118), lehrt die einfachste Ueberlegung.

So stehen denn Herrn Preyer's Annahmen keineswegs mit keiner sichern Thatsache in Widerspruch, wohl aber stellt sich seine intuitive Methode in grellen Gegensatz zu den Grundprincipien echter Naturforschung.

Für die Beziehung  $dh = k \frac{dq}{q}$  sieht sich Herr Preyer nun nach verschiedenen Beweisen um.

Erstens will er sie durch die Gültigkeit ihrer Integralgleichung

$$h = k \log \frac{q}{s} \quad (3)$$

beweisen. — Die Gleichung

$$h = k \log ap \quad (2)$$

glaubt er empirisch bewiesen zu haben <sup>1)</sup>, und macht diese mit

(3) identisch, indem er  $ap = \frac{q}{s}$  setzt. Diese Gleichung recht-

---

1) Dem gegenüber halte ich ferner meine frühere Behauptung aufrecht, dass andere Functionen ebenso gut zu den Versuchen stimmen, dass zudem die ermittelte Beziehung einstweilen nur für Maximalreize gelten könnte, während Herr Preyer sie für allgemein gültig nimmt.

fertigt er nun vorläufig durch eine Argumentation (pag. 14), in welcher eben zwei willkürliche Definitionen von Erregbarkeit fälschlich identificirt werden, wie bereits zweimal zwiefach gerügt worden.

$$\varepsilon_1 = \frac{p}{q}, \text{ Preyer's Definition der Erregbarkeit,}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\beta}{s}, \text{ gewöhnliche Definition der Erregbarkeit,}$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2, \text{ falsche Identificirung,}$$

$$p \text{ proportional } \frac{q}{s}, \text{ falsches Resultat.}$$

Freilich fühlt Herr Preyer diesmal, dass hier noch etwas zu beweisen ist und vertröstet deshalb auf einen folgenden Abschnitt.

Später nämlich (pag. 67—85) wird vermeintlich empirisch bewiesen, dass constantem Reizverhältniss constante Hubunterschiede entsprechen, dass also

$$h_1 - h_2 = f\left(\frac{q_1}{q_2}\right)$$

woraus Herr Preyer, indem er die betreffende Fechner'sche Deduction abschreibt (Psychophysik Bd. II, pag. 34 u. flgd.), aber doch Cauchy zu citiren nicht unterlassen kann, ableitet

$$h = k \log \frac{q}{s} \quad (3)^1)$$

was beiläufig bemerkt, der zweite directe Beweis für die Eingangs aufgestellte Hypothese sein soll.

Nimmt man dazu die angeblich früher bewiesene Gleichung

$$h = k \log \alpha p \quad (2),$$

so folgt nach Herrn Preyer sein Anfangs aus ganz verkehrten Gründen abgeleiteter Satz  $\alpha p = \frac{q}{s}$ , wonach also die früher behauptete Abhängigkeit von  $p$  und  $q$  auch auf anderm Wege, „ohne Hypothese ad hoc“ erwiesen wäre.

1) Es ist sehr auffallend, mit wieviel Vorsicht pag. 80 Herr Preyer vorerst den Satz  $h = f\left(\frac{q}{s}\right)$  zu beweisen sucht, während er doch die proportionale Abhängigkeit zwischen  $p$  und  $\frac{q}{s}$  so dreist vorvermuthet (vgl. pag. 12).

Allein in jenen beiden empirisch gewonnenen Gleichungen (2) und (3) spricht Nichts für die Identität der beiden Constanten ( $k$ ); nimmt man sie also verschieden ( $k_{(2)}$  und  $k_{(3)}$ ), so folgt

$$\alpha p = \left(\frac{q}{s}\right)^{\frac{k_{(3)}}{k_{(2)}}},$$

was mit Herrn Preyer's Gleichung nur unter der speciellen Voraussetzung  $k_{(2)} = k_{(3)}$  stimmt. (Die „myophysische Bewegung“ dürfte hienach einstweilen nicht dem Reiz, sondern irgend einer Potenz desselben proportional gesetzt werden!) Doch das Räthsel der Preyer'schen Deduction löst sich pag. 91, wo Herr Preyer einfach die missliebigen Coëfficienten  $k_{(2)}$  und  $k_{(3)}$  in jenen Gleichungen weglässt, also benannte Zahlen direct Logarithmen gleichsetzt, und dann die so vereinfachten Gleichungen zur Ableitung besagter Beziehung benutzt. Wo hat man nun noch nach Oberflächlichkeit zu suchen?

In der That, dieser erste Beweis hat, obschon so entsetzlich mühselig aufgebaut, seine vielen Willkürlichkeiten und Hypothesen ad hoc, zudem hängt ja noch seine Existenz ab von der Gültigkeit eines zweiten Beweises, der das Gewünschte sogar direct zu leisten scheint. Warum, muss man fragen, wurde dann nicht die ganze erste Beweisführung fallen gelassen, nachdem sich bessere Stützen gefunden? oder ob wohl Herr Preyer, was an Beweiskraft seinen Argumenten abging, durch Häufung derselben decken wollte? Denn auch dieser einzige Halt, woran sich noch die Existenz des myophysischen Gesetzes klammert, ist leerer Wahn.

Herr Preyer will untersuchen, ob gleichem Reizverhältniss gleiche Hubunterschiede entsprechen, ob also Weber's Unterscheidungsformel auch für die Auslösungsvorgänge im Muskel Gültigkeit habe.

In 5 von den mitgetheilten 12 Versuchen, Nr. 29, 30, 31, 34, 38, wurden die Reize jedoch stets constant gehalten, die Hubhöhenänderungen waren also nur von Aenderungen der Erregbarkeit bedingt. Diese Versuche können also selbstverständlich Nichts über die Beziehungen zwischen  $h$  und  $q$  aussagen.

In den übrigen 7 mitgetheilten Versuchen erstrebte Herr Preyer wirklich Reizänderung, sie allein sind discussionsfähig.

Jedoch schon die Versuchsergebnisse sind nicht gerade

bestechend. Die angeblich constanten Hubhöhendifferenzen, welche constantem Reizverhältniss entsprechen sollen, zeigen Abweichungen vom Mittel bis zu 40 pCt. Meint vielleicht Herr Preyer, dass solche Differenzen ihrer absoluten Kleinheit wegen weniger zu bedeuten haben? Heisst constante Differenz, wenn deren Grösse pag. 75 (Versuch 36) zwischen 1,00 und 1,90 schwankt? Würde Herrn Preyer eine Schwankung von 100 zu 190 nicht mehr imponiren? Herr Preyer wendet zwar ein, die absoluten Differenzen liegen innerhalb der Fehlergrenzen, allein was bedeuten dann die ganzen Versuche? zudem wenn Herr Preyer sich erlaubt, alle missfallenden Versuche (pag. 74) als verdächtig auszuschliessen.

Nur der exacteste Nachweis der Gültigkeit von

$$h_1 - h_2 = f\left(\frac{q_1}{q_2}\right)$$

dürfte den wichtigen Schluss auf

$$h = k \log \left( \frac{q}{s} \right)$$

erlauben, da noch sehr leicht andere  $f(q_1, q_2)$  sich finden liessen, die den Versuchsergebnissen Herrn Preyer's mindestens so nahe kämen, wie die von ihm gesuchte Beziehung.

Wenn nun schon auf Grund der Versuchsergebnisse seine Schlüsse wenig bindend sein möchten, so wird ihre Beweiskraft vollends zu Nichte, wenn man sich noch die Versuchsmethode näher betrachtet.

Um die Reizgrösse zu ändern, variirt Herr Preyer die Stromstärke im primären Reize mittelst eines Rheochords als Nebenschliessung. Welche Function des Rollenabstandes auch die Stärke des inducirten Stromes sei, so bleibe doch immer auch bei grossen Intensitätsänderungen im primären Kreise, das Verhältniss zweier bestimmten Rollenabständen  $r_1$  und  $r_2$  entsprechenden Reizwerthe  $\frac{q_1}{q_2}$  constant. Hiemit ist also offenbar Reiz-

grösse und Stärke des inducirten Stromes *fidt* identificirt. Bekanntlich kommt es nun aber bei physiologischen Reizversuchen auf die Menge der abgeglichenen Electricität gar nicht an, sondern vielmehr auf ihre Vertheilung in der Zeit, und über die Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufs eines Inductions-

stosses, von der Grösse der Intensitätsschwankung im primären Kreise wissen wir Nichts.

Der Reiz  $q$  ist vielmehr eine noch gänzlich unbekannte Function der Raschheit der Stromesschwankung im primären Kreise und des Rollenabstandes, das Reizverhältniss also

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{f\left(\frac{di}{dt}, r_1\right)}{f\left(\frac{di}{dt}, r_2\right)}$$

Dass dieses Verhältniss aber bei Aenderung der  $i$ , resp.  $\frac{di}{dt}$  stets ein constantes bleiben soll, hat in Anbetracht der Complicirtheit des Processes nicht gerade viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Angesichts dieser theoretischen Bedenken gegen die Richtigkeit der Preyer'schen Methode hielt ich doch eine experimentelle Prüfung ihrer Ergebnisse für thunlich. Ich wollte die Frage wie ändert sich die Grösse der Muskelecontraction mit Aenderung der Intensität im primären Kreise? ganz nach Preyer's Vorgange untersuchen; nur habe ich vermieden, wie dies Herr Preyer that, mit tetanisirenden Strömen zu reizen, sondern wandte einzelne Inductionsschläge als Reiz an, eines Theils der grössern Reinheit des Experiments halber, andern Theils war nur so möglich die Schwelle genügende Zeit constant zu erhalten, wie solches für Versuche, in denen man nur den Reiz variiren will, doch äusserst wünschenswerth ist.

Aus diesen Versuchen ergab sich nun ausnahmslos: Mit Ansteigen der Intensität im primären Kreis, was durch Steigerung des Widerstandes im Rheochord als Nebenschliessung beabsichtigt wurde, steigt plötzlich sehr rasch, innerhalb weniger Rheochordeinheiten die Hubhöhe von Null bis zu einem Maximum, das nicht mehr überschritten wird, mag man die Intensität des primären Reizes noch so sehr steigern, das aber noch beträchtlich übertroffen werden kann, wenn man den Rollenabstand nur um wenige Einheiten verringert.

Das Gesagte wird am besten durch folgenden Doppelversuch demonstrirt.

Der Zungenmuskel wird abwechselnd bei zwei verschiedenen Rollenabständen  $r_1$  und  $r_2$  mit Oeffnungsinductionsschlägen ge-

reizt. Die Batterie besass 3 Daniell, das Schliessen und Oeffnen im primären Kreise geschah mit der Helmholtz'schen Wippe, die ein sehr gleichmässiges Reizen gestattet. Die Schliessungsschläge wurden stets vom Muskel abgeblendet.

Rheochord- widerstand	Hubhöhe in Mm. bei $r_1 = 120$ Mm.	Hubhöhe in Mm. bei $r_2 = 20$ Mm.
500	0,0	2,3
1000	0,6	3,7
1500	0,7	3,4
2000	0,7	3,3
5000	0,6	3,4
7000	0,6	3,3
10000	0,7	3,5
20000	0,6	3,4

Also trotz der stärksten Aenderungen im Rheochordwiderstande bleiben für  $r_1$  und  $r_2$  die Hubhöhen constant, diejenigen für  $r_1$  können aber nicht maximal sein, also müssen wohl auch die Reizwerthe, „die im Muskel zur Wirkung kamen“, constant geblieben sein, da die Erfolge es waren.

So paradox vielleicht dies Resultat auf den ersten Blick scheint, erklärt es sich doch leicht. Nach den Gesetzen der Stromverzweigung ist nämlich, wenn  $\varepsilon$  die electromotorische Kraft,  $I$  und  $W$  Intensität und Widerstand in der Stammleitung,  $i_1$ ,  $w_1$  dasselbe in der Hauptrolle,  $i_2$ ,  $w_2$  ebendasselbe im Rheochordzweige bedeuten,

$$i_1 = \frac{\varepsilon w_2}{W(w_1 + w_2) + w_1 w_2}$$

Wenn  $W$  und  $w_1$  sehr gross im Vergleich zu  $w_2$ , ist eine Reduction der Gleichung zu

$$i_1 = \frac{\varepsilon w_2}{W w_1}$$

erlaubt. Nur dann ist die Intensität in der Hauptrolle  $i_1$  proportional dem Rheochordwiderstande  $w_2$ , was Herrn Preyer vielleicht vorschwebte.

Diese Bedingungen sind aber in unserm Falle nicht erfüllt. Denn  $w_1$ , der Widerstand der Hauptrolle, beträgt an meinem Apparat kaum 160 Rheochordeinheiten, während die Variationen



der  $w_2$ , der Rheochordwiderstände, 1000 bis 20000 Einheiten betragen. Dann aber muss von einem gewissen niedrigen Werthe  $w_2$  ab die Intensität  $i_1$  der Rolle sich durch Variiren von  $w_2$  nur wenig ändern können, der Werth  $i_1$  sich schnell einem Grenzwerte

$$i_1 = \frac{\varepsilon}{W}$$

nähern, der von den Aenderungen im Rheochord völlig unabhängig ist.

Es ergibt sich daraus aber mit Evidenz: Auch in jenen Versuchen mit beabsichtigter Reizänderung ist doch der Reiz nahezu constant geblieben. Nicht einmal jenes kurze Stadium wirklicher Reizänderung ist in Hrn. Preyer's Verfahren zur Geltung gekommen, da gleich viel zu grosse Rheochordwiderstände eingeführt wurden. Es können also auch diese Versuche, und würden die Zahlen noch viel besser stimmen, gar Nichts über eine Beziehung zwischen  $h$  und  $q$  aussagen.

Auch dieser neue Beweis ist also gänzlich leer; aber ebenso nichtssagend ist auch die Hereinziehung der Kronecker'schen Ermüdungsversuche als „zwar indirecte, aber wichtige Bestätigung“ (pag. 82) desselben. Jene Versuche ergeben, dass die  $h$ -Werthe der Zeit proportional abnehmen; mit Zuhülfenahme des myophysischen Gesetzes würde hieraus folgen, dass die Schwellenwerthe  $s$  „geometrisch mit der Zeit wachsen“. Das nennt Herr Preyer eine Bestätigung des myophysischen Gesetzes! Würde das letztere zufällig lauten,  $h$  ist umgekehrt proportional  $s$  (was für einen nicht durch die logarithmische Beziehung Befangenen doch wohl eine ebenso einfache Annahme sein dürfte), so könnte ebenso aus Kronecker's Versuchen folgen, dass die Schwellen proportional der Zeit wachsen, und wiederum wäre nach Herrn Preyer sein Gesetz wahrscheinlich bestätigt. Wie überhaupt Versuche, die nur die Veränderung von  $h$  in der Zeit betreffen, etwas aussagen oder bestätigen können, was die Abhängigkeit zwischen  $h$  und  $s$  betrifft, das scheint nur Herrn Preyer klar zu sein.

Nachdem so die eigentlichen Grundlagen des myophysischen Gesetzes genügend beleuchtet sein möchten, sollen noch einige weitere Punkte kurz skizzirt werden.

Auf pag. 45 flgd. bemüht sich Herr Preyer experimentell zu beweisen, dass jedem  $p$ , wie gross auch Reiz und Schwelle sei, immer ein bestimmtes  $h$  entspricht. Abgesehen davon, dass ich selbst zu entgegengesetztem Resultat gekommen bin (dies Archiv Bd. IV, pag. 203), und zwar nach einer viel sichreren Methode als Herr Preyer sich rühmen kann, wäre dieser Satz, einmal als richtig angenommen, für Herrn Preyer's eigentliche Beweisführung gänzlich irrelevant; er scheint nur meiner entgegenstehenden Behauptung gegenüber urgirt zu werden, ohne dass aber letztere irgend erwähnt würde, was doch in wissenschaftlichen Untersuchungen sonst Sitte ist. Es scheint mir nun nicht gerade ungereimt, bei so grossen Variationen von Reiz und Erregbarkeit auch an Veränderungen der Constanten der Gleichung  $h = k \log ap$  zu denken. Steht man auf dem Boden der Weber'schen Theorie, so ist es nicht gerade wahrscheinlich, dass die Dehnungscurve eines thätigen Muskels von gegebener natürlicher Thätigkeitsform stets dieselbe bleibt, unter was für Umständen auch die Thätigkeitsform erlangt sei, ob bei grosser Erregbarkeit und kleinem Reiz oder bei starkem Reiz und sehr gesunkener Erregbarkeit. Dann aber resultirt, dass gleichen Hubhöhen sehr wohl verschiedene Gewichte absoluter Muskelkraft entsprechen dürften. — Herrn Preyer's Versuchsverfahren erscheint mir übrigens kaum besser als dasjenige Volkmann's. Die grossen Schwellenschwankungen während des Tetanus, deren Folge ein fortwährender Wechsel des  $p$ , die rasch zunehmende Ermüdung während desselben machen eine genaue Bestimmung der einem bestimmten Schwellenwerthe zugehörigen  $h$  und  $p$  nach dessen Verfahren geradezu unmöglich.

Ebenso unhaltbar wie die erste Hülfsleichung  $h = k \log ap$  (2), ist deren Uebertragung auf Dehnungen als Dehnungsmaassformel  $d = c \log \beta p$  (4). Herr Preyer meinte zwar (dies Archiv Bd. VI, pag. 568) in keiner der beiden Kritiken sei sein Dehnungsgesetz angefochten worden, dessen Gültigkeit sei somit anerkannt. Das Folgende möge ihm zeigen, dass nicht Alles, was nicht besonders gerügt wird, deshalb triftig sein muss.

Herr Preyer sagt: Für die Dehnung  $d$  des ruhenden Muskels durch das Gewicht  $p$  lässt sich ein Reiz denken, der diese Dehnung eben annullirt, also ist die Dehnung des ruhenden Muskels als Hubhöhe des belasteten zu betrachten und muss, wenn die

logarithmische Function auch für belastete Muskeln gilt, was zu bezweifeln kein Grund vorhanden, durch ein Gesetz  $d = c \log \beta p$  ausgedrückt werden können.

Was soll man zu einem solchen Sprunge sagen? Herr Preyer scheint nicht zu ahnen, wie stark er sich im Kreise dreht. Es ist klar: sein Argument, es sei kein Grund vorhanden, weshalb die logarithmische Function für Reiz und Hubhöhe, wenn sie für den unbelasteten Muskel gilt, nicht auch für den belasteten gelten sollte, ist falsch; denn es setzt als bereits erwiesen voraus, was eben erst bewiesen werden soll.

Denn es ist doch die Hubhöhe des unbelasteten Muskels  $h_0$  plus der Dehnung des ungereizten  $d_0$  gleich der Hubhöhe des belasteten  $h_1$  plus der Dehnung des gereizten Muskels  $d_1$  (gleiche Reize und Dehngewichte vorausgesetzt), also

$$\begin{aligned} h_0 + d_0 &= h_1 + d_1 \\ h_1 &= h_0 + (d_0 - d_1). \end{aligned}$$

Wenn nun auch das Dehnungsgesetz des ruhenden und contrahirten Muskels identisch sein mag, so sind doch gewiss, das zeigt die Erfahrung, die Constanten verschieden, so dass keinesfalls  $d_0 - d_1 = 0$  zu setzen erlaubt ist; dann aber sind wir durchaus unberechtigt, etwas über die Abhängigkeit der Hubhöhen belasteter Muskeln vom Reiz zu behaupten, bevor wir die Dehnungsgesetze des ruhenden und contrahirten Muskels ebenso gut wie das Hubgesetz des unbelasteten Muskels kennen. Herr Preyer setzt also in seinem Beweismittel: die Hubhöhen belasteter Muskeln werden sich zur Reizgrösse gleich wie diejenigen unbelasteter verhalten, gerade die Kenntniss des Dehnungsgesetzes, ja dessen Identität mit dem Hubgesetz, unbewusst schon als erwiesen voraus, also eben das, was er zu beweisen unternimmt.

Die ganze Stütze jener verführerischen Annahme liegt wohl nur darin, dass so die Dehnungsmaassformel vermuthet werden konnte, die dann auch glücklich zu den Versuchen stimmt. Natürlich! Warum sollte nicht ein roh und ungenau festgestelltes Curvenstück ebenso gut auf eine logarithmische, als wie man bisher angenommen hat, auf eine hyperbolische Gleichung passen? Zu dieser Maassformel muss nun auch noch die Fundamentalformel abgeleitet werden, ja es wird auch „ohne Hypothese ad hoc“ aus ein Paar Versuchen Volkmann's noch die Unterschieds-

formel direct erwiesen aus der angeblichen Relation  $d_1 - d_2 = f\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$ . Freilich wird hier nicht mehr die Thatsache der Schwelle benutzt, um zur logarithmischen Function zu gelangen, wohl kaum aus blosser Lust nach Abwechslung, sondern vielleicht aus geheimer Scheu vor der für ihn unumgänglichen Annahme einer „Dehnschwelle“, wozu er doch durch das Uebertragen des Weber'schen Gesetzes auf die Dehnungen eben schlechterdings gezwungen wird. Ob Herr Preyer die physikalische Absurdität einer solchen Annahme wohl gefühlt hat, wenn er mit bekannter Willkür den Beginn der Curve bei einem bestimmten Werthe von  $p$  (für  $\beta p = 1$ ,  $d = 0$ ) setzt? Freilich ist dies ein Verfahren ganz analog dem, die Gültigkeit der Hubhöhenmaassformel nur auf Werthe von  $ap > 1$  zu beziehen, ein Verfahren, das allerdings der ersten Voraussetzung des § 11, dass die Relation zwischen  $\delta h$  und  $\delta q$  für ein und denselben Muskel allgemein gelte und durch eine Constante vollkommen definirbar sei, direct widerstreitet.

Der Sinn des Satzes: die Dehnungen sind den Logarithmen der „Expansionsbewegung“ proportional, dürfte wohl manchem Physiker dunkel bleiben, würde nicht Herrn Preyer's „myophysische Bewegung“ zum Verständniss jenes neuen, fruchtbaren Begriffes führen.

Die gekünstelten Beziehungen zwischen  $d$  und  $h$  übergehe ich, denn es lohnt sich kaum, allen Consequenzen aus so falschen Grundlagen nachzuspüren. Einst hat Herr Preyer die von Volkmann behauptete, von mir bestrittene Proportionalität zwischen  $d$  und  $h$  mit seinen theoretischen Anschauungen zu vereinigen gewusst. Jetzt bestreitet er sie selbst und vereinigt ein neues, analoges Resultat mit veränderten theoretischen Anschauungen.

Die logischen Ungeheuerlichkeiten der Schrift zeigen sich nicht blos in der Qualität der vorangestellten Annahmen, sondern auch in der ganzen Gruppierung. Von den drei in § 11 gemachten Annahmen ist, wie § 50 angibt, die erste in § 40, die zweite in § 33 experimentell bewiesen, die dritte aber folge aus den beiden ersten. Warum brauchte sie dann noch besonders aufgestellt zu werden?!

So ist nun auch Herrn Preyer's neueste Begründung des myophysischen Gesetzes als eine misslungene zu betrachten. Auch auf diese neuesten Beweisführungen ist Herrn Preyer's

Selbstbekenntniss anwendbar (vgl. pag. 4): „Aus unbewiesenen Sätzen wurden in gänzlich fehlerhafter Weise die Endresultate abgeleitet!“

Wie Inhalt, so lässt auch Darstellung vielem Tadel Raum; wäre selbst das Gesetz, dessen Wichtigkeit durch vierzehn verschiedene Fassungen demonstriert worden ist, richtig, so wäre es am besten gestützt worden, wenn Herr Preyer sich begnügt hätte, einfach die wirklichen Beweise voranzustellen und dann allenfalls hinzuzufügen, dass das Gesetz dem Fechner'schen analog sei. Das weitere Nachsuchen bei Fechner hätte füglich dem Leser überlassen bleiben können, ebenso die Uebertragung der fünf und zwanzig psychophysischen Termini ins Myophysische, die Herr Preyer pag. 131 u. fgd. so gewissenhaft gibt. Freilich, wenn man zum Verständniss der Mitwelt so geringes Vertrauen hegt und eigentlich mehr für eine spätere Zukunft aussäet, (Einleitung pag. VI), so ist es vielleicht ganz richtig, sich wenigstens breit genug auszulassen, um möglichst wenig missverstanden zu werden.

Zürich, Ende December 1873.

---

### Nachschrift.

Nachdem beiden Parteien hinreichende Gelegenheit zur Entwicklung ihrer Ansichten gegeben worden ist, so dass jeder Sachverständige sich ein Urtheil bilden kann, halte ich eine weitere Fortführung des Streites für unersprießlich und erkläre die Discussion in diesem Archive für geschlossen.

Bonn, den 13. Februar 1874.

Pflüger.

---