

# Versuche mit Mosso's Sphygmomanometer über die durch psychische Erregungen hervorgerufenen Veränderungen des Blutdrucks beim Menschen.

Von

**Friedrich Kiesow.**

Mit 10 Figuren im Text.

---

Während eines Aufenthaltes im physiologischen Institute zu Turin im März und April des verflossenen Jahres wurde ich gemeinsam mit meinem Freunde Dr. med. August Hoch aus Boston von Herrn Prof. Dr. Angelo Mosso aufgefordert, mittelst des von ihm neu erfundenen und als Sphygmomanometer bezeichneten Apparates die Veränderungen zu bestimmen, die der Blutdruck am Menschen bei psychischen Erregungen erleide, sowie die gewonnenen Resultate mit den von Mosso am Plethysmographen erhaltenen zu vergleichen. Wir unterzogen uns dieser Aufgabe um so lieber, als uns im Turiner Institute in der immerhin mit einigen Schwierigkeiten verbundenen Versuchsanordnung mit dankenswerther Freundlichkeit die bereitwilligste Hülfe zu theil ward. Soweit die Versuche in Turin angestellt sind, gebührt Herrn Dr. Hoch in der Ausführung derselben der gleiche Antheil wie mir. Nach Leipzig zurückgekehrt, habe ich die Untersuchung im hiesigen psychologischen Laboratorium während des Sommersemesters und eines Theiles der großen Ferien unter etwas veränderten Versuchsbedingungen fortgesetzt. Die zu beantwortende Frage präcisirt sich folgendermaßen: Werden die aus den Versuchen resultirenden Veränderungen des Blutdrucks durch eine rein intellectuelle Thätigkeit oder durch die aus Sinnes-

erregungen hervorgehenden Empfindungen als solche verursacht, oder sind diese Veränderungen lediglich als Wirkungen der Affecte und des die Empfindungen begleitenden Gefühlstones aufzufassen? Ich schicke im allgemeinen voraus, dass ich die aufgeworfene Frage nach dem mir zu Gebote stehenden Versuchsmaterial in letzterem Sinne beantworten zu müssen glaube.

Nach dem Vorstehenden braucht kaum noch hervorgehoben zu werden, dass die in Rede stehende Untersuchung psychologischer Natur ist und dass dieselbe auf das physiologische Gebiet übertragen einen wesentlich anderen Charakter annehmen würde.

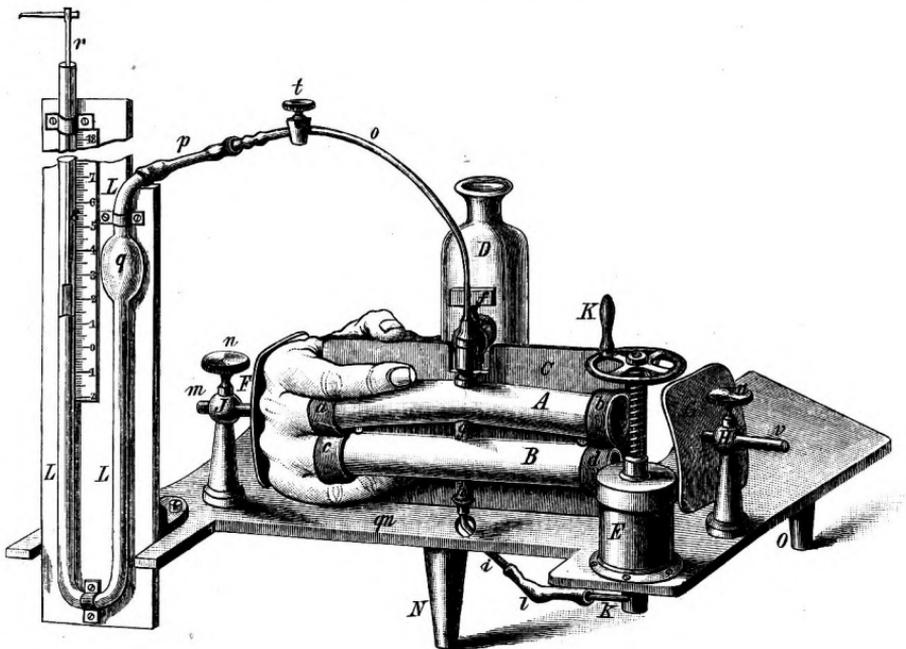


Fig. 1.

Da der erwähnte Apparat bisher nur eine sehr kurze Beschreibung erfuhr<sup>1)</sup>, so benutze ich gleichzeitig die Gelegenheit, einem von Herrn Prof. Dr. Mosso an mich ergangenen Wunsche zu genügen, indem ich eine solche an der Hand des beigegebenen Holzschnittes (Fig. 1) der nachfolgenden Darstellung voranstelle.

<sup>1)</sup> A. Mosso, Appareil pour mesurer la pression du sang chez l'homme. Ber. des X. intern. med. Congr. Bd. II, S. 53. Berlin 1893.

In jeder der beiden Metallröhren *A* und *B*, welche eine Länge von etwa 16 cm und einen Durchmesser von  $2\frac{1}{2}$  cm besitzen, befinden sich zwei aus Gummi gefertigte Fingerlinge. Dieselben sind zur Aufnahme der beiden Mittelfinger jeder Hand den Enden der Röhren *a b c d* von außen aufgebunden und dann in das Innere derselben umgestülpt. Die obere Röhre ist etwas nach oben ausgebogen, um den betreffenden Fingern eine bequemere Lage zu geben. Diese Röhren sind an eine hölzerne Rückwand *C* von 14 cm Höhe und 21 cm Länge durch Schrauben befestigt. Auf der entgegengesetzten Seite dieser Rückwand befindet sich auf einem ebenfalls an dieselbe befestigten Stativ eine kleine Glasflasche *D*, welche von zwei nach oben gebogenen rechteckigen Zapfen von etwa 1 cm Höhe und  $\frac{1}{2}$  cm Breite gehalten wird. Um dieselbe bequem herausnehmen zu können, kann das durch eine Schraube fixirbare Stativ in einer Schiene nach hinten verschoben werden. An der dem Apparat zugekehrten Seite dieser im Sinne eines Irrigators wirkenden Flasche befindet sich unten eine Öffnung *e*, in welche ein mittelst des Hahnes *f* verschließbares wagerechtes Rohr von 6 cm Länge wasserdicht hineingeschoben werden kann. Durch dieses Rohr ergießt die Flasche bei geöffnetem Hahne ihren Inhalt in die erwähnten Metallröhren *A* und *B* so, dass die Fingerlinge, welche die Mittelfinger eingeschlossen halten, von demselben umspült werden. Gleichzeitig ergießt sich das Wasser aus der Flasche weiter in das mit der Druckpumpe *E* communicirende Rohr *g h i k*. Um die Auseinandernahme des Apparates zu erleichtern, ist das Rohr durch ein Stückchen dickwandigen Gummischlauches *l* unterbrochen. Sind die Finger in den Apparat eingeführt, so werden die beiden Handrücken mittelst zweier Metallplatten von  $7\frac{1}{2}$  cm Länge und  $4\frac{1}{2}$  cm Breite, *F* und *G*, welche durch die Metallstiele *m* und *v* in den Stativen *H* und *I* verschiebbar sind und mittelst einer Schraube *n* in denselben fixirt werden können, an den Apparat gedrückt, damit die Hände während des Versuches nicht aus demselben entweichen können. In Figur 1 ist dies an der rechten Hand anschaulich dargestellt, die linke Hand ist der besseren Uebersicht wegen nicht in den Apparat gezeichnet worden. Die beiden Metallplatten sind außerdem in der Richtung von oben nach unten gekrümmt und an der Innenseite gepolstert. Vor jedem Versuche ist die Schraube *K* der Druckpumpe wie in der Zeichnung bis zum obersten Ende

emporzuwinden, so dass sich diese völlig mit Wasser füllen kann. Setzt man dieselbe nach vorherigem Verschluss des Hahnes *f* sodann in Function, so wird das in dem Apparate befindliche Wasser in das gebogene Rohr *o* und von hier in das mit demselben durch einen etwa 5 cm langen ebenfalls dickwandigen Gummischlauch *p* verbundene Quecksilbermanometer *L* bis zur Oberfläche der Quecksilbersäule getrieben. Das Manometer besitzt an seinem rechten Schenkel die Ampulle *q* zur Aufnahme größerer Flüssigkeitsmengen. An der Seite des linken Manometerschenkels, der den Schwimmer *r* mit dem Schreibhebel trägt, wird die jedesmalige Höhe des Quecksilberstandes an einer nach mm eingetheilten Scala *s* abgelesen. Dieselbe ist in einen Metallstreifen eingeschliffen, der an der Holzwand des Manometerrohres befestigt ist. Die Scala umfasst die Reihe von —0,2 bis 19 cm. Befindet sich Luft zwischen dem Wasserstande des Rohres *o* und dem rechten Manometerschenkel, so kann man diese durch Oeffnen der Schraube *t* zum Entweichen bringen. Das Manometer, die Druckpumpe und die beiden Stative *H* und *J* sind wie die Rückwand durch Schrauben auf einer wagerechten gusseisernen Platte *M* von 38 cm Länge befestigt. Zur Haltung der beiden Vorderarme bis zum Ellenbogengelenk läuft dieselbe nach hinten jederseits in einen 10,5 cm breiten Schenkel aus. Der ganze Apparat ruht auf drei 6½ cm hohen Füßen, von denen auf der Zeichnung nur die beiden *N* und *O* sichtbar sind. Für Hände mit stärkeren Fingern können die beiden Röhren *A* und *B* durch solche von grösserem Umfang ersetzt werden.

Sind beide Hände fest in den Apparat geschlossen, so steht die Quecksilbersäule beiderseits auf dem Punkt 0. Durch den Druck der Schraube wird der linke Schenkel gehoben. Auf einen gewissen Punkt angelangt, spürt man die Pulsation des Blutes in den Fingern, aber die Excursionen sind noch minimaler Art. Bei steter Zunahme des äußeren Drucks der Schraube und des Wassers vermehrt sich der innere, die Pulsamplituden werden mit jeder Stufe höher. Von einem gewissen Punkte an nimmt die Pulshöhe in umgekehrter Folge wieder ab, der äußere Druck überwindet den innern. Auf einem letzten Punkte sind die Ausschläge wiederum gleich 0. Man kann in dieser Weise in Stufen von 2 zu 2 oder von 5 zu 5 mm aufwärts und ebenso wieder abwärts gehen. Verweilt man auf jeder

Stufe etwa mit zehn Pulsschlägen, so gewahrt man am Ende auf der neben dem Schreiber rotirenden Kymographiontrommel das Bild einer Treppe, in welcher man in aufsteigender wie in absteigender Folge ein Maximum der Pulsausschläge bemerkt. Auf diesem Punkte der größten Pulsamplituden ist nach Mosso der innere Druck dem äußeren gleich und der so gefundene Werth wird von ihm für den des Blutdrucks eingesetzt. Wegen der Schwere des Quecksilbers zeigt die Pulswelle nur zwei geradlinige Schenkel, die secundären Erhebungen des Pulsbildes gehen in Folge dessen verloren.

Für die in Turin angestellten Versuche war die Anordnung die folgende. In einem ruhig gelegenen Zimmer des Institutes war auf einem hinreichend langen Tische mittelst einer Matratze ein Ruhebett hergerichtet. Auf diesem lag die Versuchsperson bei allen Versuchen bequem ausgestreckt. Das Kopfende des Bettes konnte je nach Wunsch erhöht oder erniedrigt werden. Auf dem Ruhebette war ein verschiebbares Tischchen von der Höhe der Arm-lage angebracht, auf welchem sich das Sphygmomanometer und ein mit demselben verbundenes Baltzar'sches Kymographion befanden. Auf diese Weise konnte der gesammte Apparat dem oberen Körperende der Versuchsperson so nahe gerückt werden, dass die beiden Arme derselben vom Ellenbogengelenke ab bequem auf dem Tischchen ruhen und die betreffenden Finger leicht in die Hülsen des Apparates geführt werden konnten. Während der Versuche hing zwischen dem Apparate und dem Gesichte der Versuchsperson ein Vorhang aus schwarzem Tuche, damit die letztere nicht durch einen Blick auf den Apparat und die rotirende Trommel gestört werden konnte. Vor jedem Versuche wurde außerdem das Zimmer verdunkelt, ein schwaches Kerzenlicht auf der dem Experimentator zugekehrten Seite des Vorhangs genügte diesem zur Bedienung des Apparates und zum Ablesen der auf der Trommel entstehenden Curven. Durch diese Versuchsanordnung war es möglich gemacht, dass die Versuchsperson während des Experimentes einschlafen und die psychische Erregung dementsprechend sogleich nach dem Erwecken aus der tiefsten Ruhe geschehen konnte. Das durch die Rotation der Kymographiontrommel verursachte monotone Geräusch war dem Einschlafen nicht hinderlich. Die Trommel rotirte mit der langsamsten Geschwindigkeit. In Folge dessen wurden die Pulsausschläge eng aneinander gereiht.

Zur Feststellung des Blutdrucks ließen wir das Manometer in der bereits angegebenen Weise eine Treppe schreiben, die Stufen folgten in jeder Reihe anfangs in Abständen von 5 zu 5, später in in solchen von 2 zu 2 mm aufeinander. Hierbei ergab sich, dass bei fast allen aufgenommenen Curven der Druckwerth der aufsteigenden Treppe von dem der absteigenden um wenig differirte. Lag beispielsweise der erste Werth bei einem Manometerstande von 40 mm, so fand sich der zweite oft bei einem solchen von 45. Diese Abweichung wird sich aus den für beide Reihen verschiedenen Bedingungen erklären. In der aufsteigenden Reihe nimmt nämlich der äußere Druck allmählich zu und überwindet auf diese Weise nach und nach den inneren, bei der absteigenden dagegen ist der erstere anfangs maximal und wird in der Folge bei stufenmäßiger Verringerung von dem letzteren überholt. Es ist anzunehmen, dass sich die durch den anwachsenden äußeren Druck comprimierten Gewebe nicht wieder proportional der Abnahme desselben lockern, sondern dass die Wiederherstellung des normalen Zustandes derselben langsamer erfolgt. Hieraus würde dann der scheinbar erhöhte Druckwerth im zweiten Falle resultiren. Bei der Berechnung der betreffenden Druckwerthe habe ich aus diesem Grunde ausschließlich den ersten Werth, also den der ansteigenden Treppencurve, benutzt.

Außer diesem oben hervorgehobenen Momente ist noch die plethysmographische Wirkung des neuen Apparates in Betracht zu ziehen. Bleibt dieselbe unberücksichtigt, so kann dieser Umstand leicht der Anlass zu weiteren Fehlerquellen werden. Das Plethysmogramm zeigt bekanntlich eine Aenderung in dem Volumen des Vorderarmes, bez. des Fußes oder irgend eines Extremitätengliedes, sobald die betreffende Versuchsperson psychisch beeinflusst wird. Dieselbe Erscheinung äußert sich der Natur des Apparates zufolge auch am Sphygmomanometrogramm in der Größe der Pulsamplitude. Hieraus aber kann für die Bestimmung des Blutdrucks noch keine Folgerung gezogen werden. Der Druckwerth ergibt sich eben, wie bereits bemerkt, stets aus dem relativ größten Ausschlage innerhalb einer Treppencurve. Doch wirken hier beide Momente fast immer zusammen. Man kann den Plethysmographen in verschiedenen Formen verwenden. Ist der mit Wasser gefüllte Cylinder, in dem das zu untersuchende Körperglied eingeschlossen ist, durch ein

Röhrensystem mit einer in Alkohol schwimmenden Epruvette verbunden, welche mittelst einer über einer sehr empfindlichen Rolle laufenden Schnur die Schreibvorrichtung in Bewegung setzt, so erhält man in einer fortlaufenden Linie direct und nur die Volumschwankungen des betreffenden Gliedes. Nach einer anderen Anordnung kann der genannte Cylinder mit einer manometrischen Vorrichtung, die einen Schwimmer als Schreibapparat enthält, oder wenn man Luftübertragung vorzieht, mit einer Marey'schen Trommel in Verbindung gesetzt werden. In diesem Falle kommt die Volumänderung an wirklichen Pulsbildern zum Vorscheine. Die erste Art dieser zweiten Form ist das Princip, welches dem neuen Mosso'schen Apparate zu Grunde liegt. Will man nun den plethysmographischen Antheil an dem jedesmaligen Sphygmomanometrogramm genauer bestimmen, so kann man eine dritte, ebenfalls von Mosso angegebene Form des Plethysmographen verwenden, indem man den entblößten Fuß in eine diesem angepasste Guttaperchahülle schließt und diese durch Luftübertragung mit einem in Petroleum schwimmenden leichten Messingcylinder verbindet, der wie in der ersten Form mittelst einer über einer Rolle laufenden Schnur mit dem Schreibhebel in Verbindung steht<sup>1)</sup>. Die von uns angestellten Versuche wurden ohne diese Correctur angestellt. Da nun bei den Treppenversuchen die plethysmographischen Wirkungen des Apparates sich oft in großen Störungen kund thaten, so dass in Folge einer plötzlich auftretenden vasomotorischen Zusammenziehung der Gefäße unerwartete Veränderungen herbeigeführt werden konnten, so erwies sich als die beste Methode bei unserer Arbeit die, beide Arten von Curven zu vereinigen. Wir suchten aus vielen Einzelversuchen jedesmal durch stufenmäßiges Ansteigen zunächst den normalen Druckwerth zu ermitteln und erhielten das Manometer sodann auf dieser Höhe, indem wir dasselbe eine fortlaufende Reihe eng aneinander gereihter Pulswellen schreiben ließen. Auf diese Weise mussten sich die durch den Wechsel des Gemüthszustandes herbeigeführten Veränderungen am besten zeigen. Diese Reihen zeigen außerdem deutlich die einzelnen Athmungsperioden. Es muss noch auf ein weiteres Moment

---

1) Näher denke ich diese und andere in der psychologischen Graphik gegenwärtig benutzte Instrumente in abschbarer Zeit an anderem Orte zu beschreiben.

aufmerksam gemacht werden, das bei der Verwendung des Apparates leicht zu Täuschungen Anlass geben kann. Stellt man den Apparat auf irgend einen Druckwerth ein und lässt dann den Schreiber des Schwimmers eine fortlaufende Reihe von Pulswellen schreiben, so bemerkt man ein stetiges Sinken der Curve. Ich habe ein solches bei einem Manometerstande von 45 bis auf schließlich 38 mm beobachten können. Was die eigentliche Ursache dieser Erscheinung sein mag, habe ich nicht genau ermitteln können. Am wahrscheinlichsten dürfte die Annahme sein, dass die austretende Lymphe dieses allmähliche Fallen der Curve hervorruft. Bei den Treppencurven lässt sich dieses Sinken noch verhindern, wenn man mittelst der rechten Hand die Manometerhöhe durch die Schraube der Druckpumpe regulirt und so dem Drucke Constanz verleiht, bei den Reihenversuchen habe ich später diesem abzuhelpen versucht, indem ich vor jedem Einzelversuche den gesunkenen Manometerstand so lange erhöhte, bis das erwähnte Sinken der Curve ausblieb oder wenigstens minimal geworden war. Endlich ist darauf hinzuweisen, dass die Versuchsperson sich vollkommen ruhig verhalten muss, jede kleinste Bewegung äußert sich störend in der aufgenommenen Curve.

Bei unsern Versuchen ergab sich zunächst, dass wir nicht bei allen Versuchspersonen zu jeder Tageszeit Curven aufnehmen konnten, da zu manchen Stunden absolut keine Pulsausschläge zu erhalten waren. Bei mir selber z. B. zeigen sich an den frühen Vormittagsstunden keine Pulserhebungen, während bei einer anderen Versuchsperson gerade zu dieser Zeit sehr deutliche Excursionen auftraten, dafür aber am Nachmittage ausblieben. Bei andern Personen erhielt ich die besten Pulse in den Nachmittagsstunden, während dieselben bei wieder anderen am Abend am größten waren. Ferner ist es mir bei einigen Personen überhaupt nicht gelungen, brauchbare Curven zu erhalten, weil bei diesen die Pulsausschläge fast ganz fehlten, oder, wenn dieselben überhaupt auftraten, so minimal waren, dass sie nicht benutzt werden konnten. Hier liegen neben andern individuellen Differenzen jedenfalls auch individuell verschiedene periodische Schwankungen vor, die von Seiten der Physiologie noch genauer festgestellt und in ihrer Abhängigkeit vom Gesamtkreislauf näher bestimmt werden mögen.

Als ein Haupthinderniss für die Gewinnung guter Excursionen

erwies sich oft die Erkaltung der Hände und der Finger, ein Umstand, der sich in diesem Falle in der Zusammenziehung der kleinen Gefäße in den Fingern äußert. Zuweilen konnte diesem durch zeitweiliges Eintauchen der Hände in erwärmtes Wasser abgeholfen werden, doch trat diese Wirkung nicht immer und regelmäßig ein. Unangenehm wurde es von manchen Personen empfunden, wenn kaltes Wasser im Apparate benutzt wurde. Da in diesem Falle zweifellos eine störende Wirkung in den Pulserhebungen nicht zu verkennen war, so wurde das die Fingerhülsen umspülende Wasser durch Hinzuthun von etwas erwärmtem in den Glasbehälter des Apparates auf die Eigentemperatur der Haut erhöht. In Turin arbeiteten wir bei ziemlich hoher und möglichst gleichmäßiger Zimmertemperatur von 22,5—25° C., bei meinen Versuchen im Leipziger Laboratorium genügte wegen der wärmeren Jahreszeit die gewöhnliche Zimmertemperatur.

Bei fast allen Versuchen zeigte sich ferner, dass, wenn man die Curven, sowohl Treppen als Reihen, unmittelbar nach dem ersten Versuche wiederholte, die Ausschläge im zweiten Falle sich vergrößerten, seltener war das Umgekehrte der Fall. Ist das Wasser in den Hülsen des Apparates anfangs zu kalt, so könnte diese Wirkung auf die allmähliche Erwärmung desselben zurückgeführt werden. Da diese Erscheinung aber auch auftritt, wenn das Wasser im Apparate in der bereits angegebenen Weise auf die Hauttemperatur erhöht wird, so wird dieselbe sich in diesem Falle aus einer Reaction des bei der ersten Drucksteigerung zurückgedrängten Blutes erklären.

Um zu erfahren, ob die Höhe des Blutdruckes während des Tages gewissen Schwankungen unterworfen ist, ohne dass die Versuchsperson irgend wie erregt ward, nahmen wir vom 27. bis zum 30. März an einer und derselben Person zu verschiedenen Tagesstunden Treppencurven auf. Der Blutdruck zeigte unter sonst gleichen Bedingungen die nachstehenden Werthe.

Am	30. März	9 Uhr	30 Min.	Vorm.	Manometerstand	40
>	29.	> 10	> 30	>	>	40
>	30.	> 10	> 30	>	>	40
>	29.	> 11	> 30	>	>	40 oder 45
>	30.	> 12	> —	>	>	40 oder 45
>	27.	> 3	> —	> Nachm.	>	45
>	27.	> 4	> —	>	>	40
>	27.	> 5	> 50	>	>	45
>	29.	> 6	> —	>	>	45
>	27.	> 6	> 30	>	>	45

Nach dieser Zusammenstellung scheint eine Steigerung des Blutdrucks mit zunehmender Tageslänge vorhanden zu sein. Dieses Ergebniss kann natürlich als nur auf einen einzigen Fall bezüglich keine absolute Gültigkeit beanspruchen und bedürfte der weiteren Bestätigung. Es wäre von Interesse, wenn diese Verhältnisse an einer größeren Anzahl von Personen untersucht würden. Es darf hier daran erinnert werden, dass die Zunahme der obigen Werthe, als nur auf einen Schenkel des Manometers sich beziehend, doppelt zu nehmen sind. Die Höhe des Blutdrucks fand sich bei verschiedenen Personen sehr verschieden, dieselbe differirte in den Manometerständen zwischen 33 bis 53 mm. Ebenso blieb die Druckhöhe auch bei einer und derselben Versuchsperson nicht durchgehends absolut constant.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche sind in Turin mit der Versuchsperson X. angestellt. Dieselbe war von leicht erregter Gemüthsart.

1. Versuch, 7 Uhr Nachm. — Nachdem der normale Druckwerth bei 40 mm Manometerhöhe bestimmt worden war, war die Versuchsperson eingeschlafen. Eine Treppencurve während des Schlafes zeigte ein schwaches Sinken der Druckhöhe. Ich erwecke die Versuchsperson und nehme, während dieselbe eine Rechenaufgabe löst ( $49 + 49 \dots$ ), eine dritte Treppencurve auf. Der Uebergang aus der tiefsten Stufe in den der geistigen Thätigkeit war von einer starken vasomotorischen Verengung der Gefäße begleitet, welche auf die ganze Curve derartig störend einwirkte, dass der Druckwerth nicht zu ermitteln war. Ich warte kurze Zeit und stelle das Manometer auf den erstgefundenen Druckwerth von 40 mm ein und lasse sodann eine Reihe schreiben. Die Versuchsperson hat

sich beruhigt, die Pulsausschläge sind normal. Bei 39 (Fig. 2) sank der Druck plötzlich, wohl in Folge einer unbekanntem Gemüths-bewegung. Beim ersten Pfeil  $\uparrow$  rufe ich: Rechnen Sie  $26 \times 17$ . Die Curve erhebt sich ebenso plötzlich. Beim Pfeil  $\downarrow$  wird das Resultat genannt. Die Druckhöhe sinkt auf 38. Die zweite Rechnung ( $29 \times 19$ ) lässt wieder eine deutliche Erhebung der Reihe erkennen. In beiden Erhöhungen sind zugleich plethysmographische Wirkungen sichtbar. Später fiel die Druckhöhe leider in der oben beschriebenen Weise.

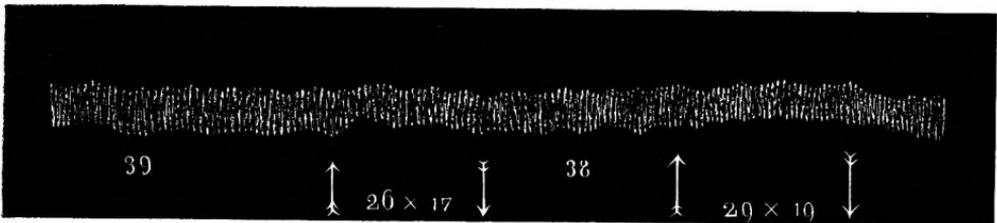


Fig. 2.

2. Versuch (Fig. 3), 3 Uhr Nachm. — Wie bei dem vorigen Versuche wurde die Versuchsperson aus tiefem Schafe erweckt, nachdem der normale Druckwerth bei 47 mm Manometerhöhe erreicht war. Es zeigt sich in dieser Reihe noch deutlich die gefäßverengende Wirkung der Vasomotoren. Die auf- und abstrebenden Pfeile schließen die Zeit ein, während welcher die Versuchsperson

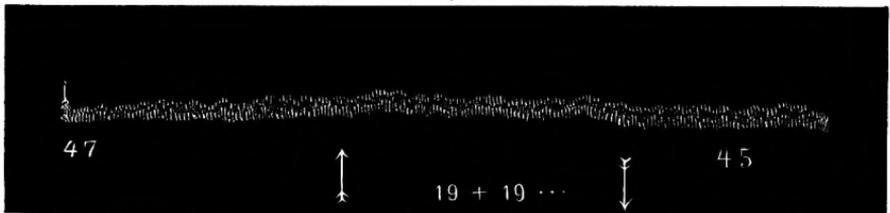


Fig. 3.

intellectuell thätig war. Dieselbe ist deutlich an einer Erhebung der Curve zu erkennen. Die Senkung der Reihe war in diesem Falle nur eine geringe.

3. Versuch (Fig. 4, 5, 6), 4 Uhr Nachm. — Normale Druckhöhe 45 mm Manometerstand. In dieser unter ähnlichen Voraussetzungen

aufgenommenen Reihe zeigen sich gleichfalls die beiden Momente der Druck- und plethysmographischen Veränderung. Die einzelnen Pfeile markiren die Rechnungsphasen. Eine bedeutende Erhebung der Reihe zeigt sich bei den kleinen Divisionsaufgaben. Nach der Aussage der Versuchsperson waren dieselben von einem entschieden stärker betonten Unlustgefühl begleitet. Die Versuchsperson behauptete, jedesmal in einen geringen Schreck versetzt worden zu sein. Das Ende der Reihe, Fig. 6, verräth bei der Rechnung  $17 + 17 \dots$  einen gleichmäßigeren Gemüthszustand. Es trat hier offenbar in der Spannung der Aufmerksamkeit eine Erleichterung ein, der die Rechnung begleitende Gefühlscharakter ist demnach als ein mehr indifferenter anzusehen.

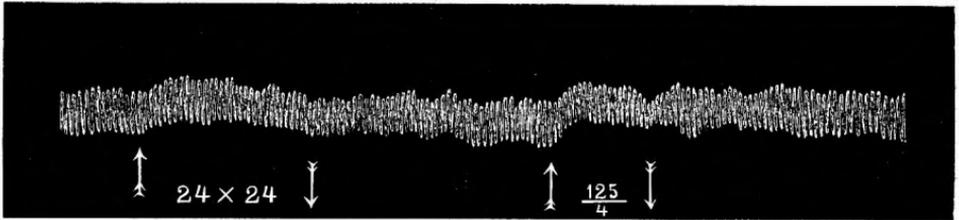


Fig. 4.

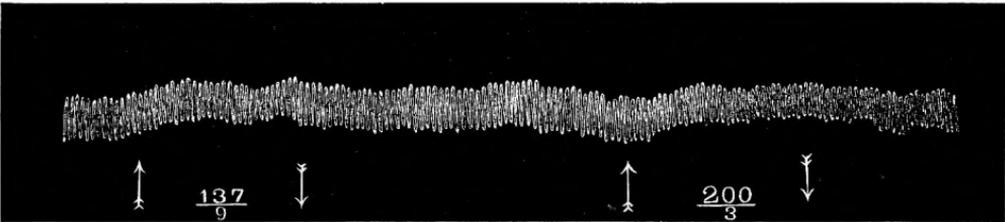


Fig. 5.

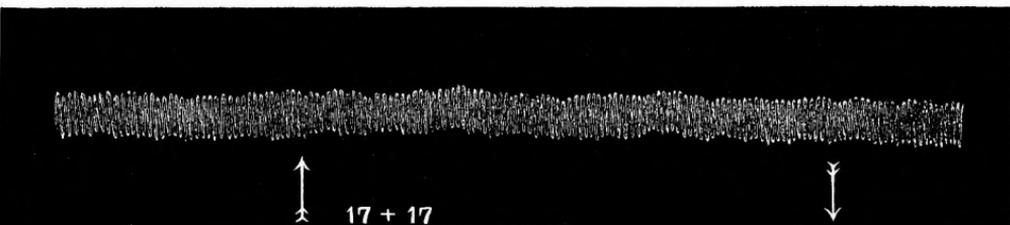


Fig. 6.

4. Versuch (Figur 7), 7 Uhr Nachm. — Druckhöhe 40 mm. Wir hatten den ganzen Tag hindurch angestrengt gearbeitet und einige Misserfolge erlebt. Bei der Senkung der Reihe rufe ich in ärgerlichem Tone: die Curve gelingt nicht. Man sieht dieselbe unter das Niveau der Normalhöhe fallen. Beim aufstrebenden Pfeile rufe ich: Rechnen Sie  $19 \times 29$ . Mit einer vasomotorischen Verkleinerung erheben sich die Pulsamplituden über die Normalhöhe

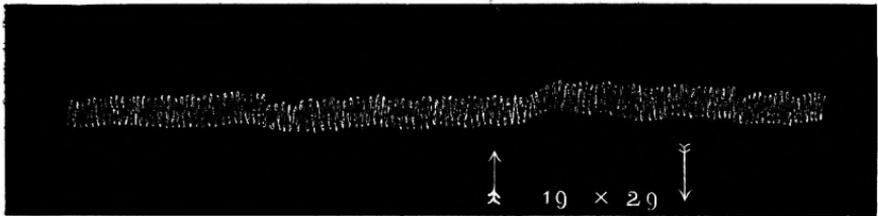


Fig. 7.

des Blutdrucks, um bald nach Beendigung der Rechnung beim abstrebenden Pfeile wieder auf den anfänglichen Werth zurückzukehren. Der genaue Verlauf der Gemüthsbewegung während der intellectuellen Thätigkeit des Rechnens ist nach der vorliegenden graphischen Aufnahme schwer zu deuten, doch muss schon, bevor das Resultat genannt ist, eine größere Gleichmäßigkeit in demselben, wohl auch mehr Indifferenz im Gefühlscharakter eingetreten sein. Die Senkung der Reihe bis zum ersten Pfeil erinnert an die auf S. 51 bei 39 mitgetheilte. Beide Veränderungen sind in diesem Versuche durch Unlustgefühle hervorgerufen.

5. Versuch, 6 Uhr Nachm. — Druckhöhe 40 mm. Statt durch intellectuelle Thätigkeit wird die Versuchsperson diesmal durch Lichtreize erregt, die mit Hülfe eines Assistenten mittelst der Linnemann'schen Lampe hergestellt wurden. Die Wirkung zeigte sich beim ersten Eindrucke in einer auffallend steilen Erhebung und ebenso schnellen Senkung der Curve. Schon der zweite Eindruck rief eine weit geringere Wirkung hervor, dieselbe wurde mit jedem folgenden Lichtreiz schwächer und blieb endlich ganz aus. Dementsprechend war nach der Aussage der Versuchsperson der die jedesmalige Empfindung begleitende Gefühlston gewesen. Am Ende dieser Reihe überraschte ich plötzlich die Versuchsperson durch einen Zuruf, der dieselbe in höchste Aufregung versetzen musste. Die

Wirkung zeigte sich in der in Fig. 8 dargestellten Weise, zugleich in einer auffallenden vasomotorischen Verengung der Gefäße.

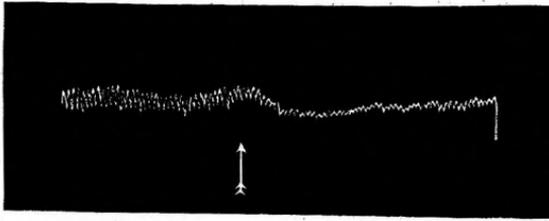


Fig. 8.

Diese mittelst Circoniumlicht angestellten Versuche wurden an einem der folgenden Tage dahin abgeändert, dass zunächst Magnesiumlicht und sodann durch plötzliches Oeffnen aller Vorhänge Tageslicht in das Auge der Versuchsperson fiel. Letzteres rief einen starken Affect hervor, der sich in der Reihe auffallend deutlich in einer ruckweisen Hebung und sofortigen Senkung der Curve äußerte. Wiederholungen dieser Reize wirkten im selben Sinne wie beim vorigen Versuch das Licht der Linnemann'schen Lampe: Gewöhnung an den Eindruck schwächte die Wirkung ab.

Aus weiteren an X. angestellten Versuchen will ich nur noch hervorheben, dass andauernde Metronomschläge, durch welche wir Unlust zu erwecken suchten, außer einer schwachen vasomotorischen Verengung der Gefäße nur eine höchst minimale Senkung der Curve des Blutdrucks hervorriefen. Die Versuchsperson hatte den Eindruck ein wenig unangenehm empfunden. Ich will sogleich hinzufügen, dass ich diesen letzten Versuch auch im Leipziger Laboratorium mehrfach wiederholt habe. Eine meiner Versuchspersonen suchte sogar für sich die Metronomschläge als Taktreihen aufzufassen, wodurch der Versuch in einen solchen mit intellectueller Thätigkeit umgewandelt war, doch trat in keinem der letzten Fälle eine wahrnehmbare Aenderung in der graphischen Uebertragung hervor. Die Versuchspersonen behaupteten, keinen ausgesprochenen Gefühlscharakter bemerkt zu haben.

Unter den gleichen oben erwähnten Bedingungen wurden die Versuche in Turin noch an einer zweiten Versuchsperson angestellt. Das Ergebniss war insofern ein anderes, als Rechnungsaufgaben im allgemeinen den Blutdruck wie die Pulsamplitude nicht alterirten.

Nimmt man jedoch hinzu, dass die Versuchsperson schon durch dieselben nicht im mindesten emotionell erregt ward und der Gemüthszustand derselben im ganzen ein gleichmäßigerer und ruhiger zu sein schien, als dies bei X. der Fall war, so wird dadurch schon das im Eingang ausgesprochene Urtheil bestätigt. Bei starken Lichtreizen jedoch erzielten wir in Folge des die Empfindung begleitenden maximalen Unlustcharakters auch bei dieser Versuchsperson ähnliche Wirkungen.

In Leipzig habe ich die Versuchsanordnung dahin vereinfacht, dass ich die Versuche in sitzender Stellung der betreffenden Personen anstellte. Ich konnte auf diese Weise den leicht transportablen Apparat in verschiedenen Zimmern verwenden. Als Untersuchungszeit benutzte ich der absoluten Ruhe wegen die frühen Morgen- und die späten Abendstunden, während der Ferien auch die Vor- und Nachmittage. Damit die Aufmerksamkeit durch äußere Reize nicht abgelenkt wurde, ließ ich während der Versuche die Augen schließen. Einen gleichmäßigen Gemüthszustand suchte ich herzustellen, indem ich die betreffenden Personen still für sich zählen ließ. Manche benutzten für diesen Zweck die Pulsintervalle. Durch Zuruf wurde dann diese Gleichförmigkeit unterbrochen. Als Kymographion benutzte ich anfangs ein älteres, geräuschlos gehendes, später ein neues, durch Gewichte in Betrieb gesetztes und vom hiesigen Mechaniker Zimmermann nach Baltzar'schem Muster für die Zwecke des psychologischen Instituts gefertigtes. Dasselbe hat vor den Baltzar'schen durch Federspannung getriebenen Instrumenten den Vorzug, dass die Trommel desselben fast geräuschlos rotirt.

Zunächst habe ich die in Turin angestellten Versuche mit intellectueller Thätigkeit an fünf Herren, die sich denselben unterworfen, wiederholt. Ich habe nochmals versucht, aus den Treppencurven die Veränderung der Druckhöhe bei geistiger Anstrengung zu studiren. Doch habe ich mich noch einmal überzeugen müssen, dass die Feststellung derselben ohne gleichzeitige genaue Fixirung der plethysmographischen Alterationen unmöglich ist. Ich bin daher zu den Reihenversuchen zurückgekehrt. Vor jeder Reihe stellte ich in jedem Einzelfalle die normale Druckhöhe für die betreffenden Tagesstunden fest und prüfte dieselbe vor jedem Einzelversuche

nochmals. Bemerken will ich nur, dass ich in einigen wenigen Fällen mit Hülfe der Treppencurven constatiren konnte, dass bei einem Docenten die Druckhöhe, welche ich kurz vor seiner Vorlesung ermittelt hatte, unmittelbar nach derselben gestiegen war, einmal um 4 mm. Diese Veränderung ist wohl auf eine beschleunigte Herzthätigkeit zurückzuführen. Die geistige Anstrengung suchte ich zunächst wieder durch Rechnungsaufgaben herbeizuführen, die ich leichter oder schwerer stellte, je nach Beruf und Fertigkeit der betreffenden Personen. Einem Mathematiker schrieb ich auf ein Stück Papier Formeln aus der Differenzialrechnung. Auf einen Zuruf öffnete er die Augen und begann im Kopfe die Auflösung. Sodann rief ich Andern zu, im Kopfe den pythagoreischen Lehrsatz zu beweisen, Wundt's Associationslehre zu recapituliren und dgl. Indem ich auf diese Weise die Versuche mannigfach abzuändern bestrebt war, kam ich doch immer wieder zu den in Turin beobachteten Resultaten. Ich unterlasse daher die Wiedergabe einzelner Versuche und beschränke mich auf die Mittheilung des Gesamtergebnisses.

Man hat zweifelsohne verschiedene Typen von Personen zu unterscheiden. Bei leicht erregbaren Gemüthern zeigen sich die hervorgehobenen Veränderungen am deutlichsten, sie bleiben aus bei Personen von großer Ruhe. Gewöhnung schwächt im ersteren Falle die Wirkung ab. Individuelle Differenzen werden außer aus der Anlage auch aus den verschiedenfachen Beschäftigungen der Einzelnen zu erklären sein. Der geübte Rechner wird weniger durch Kopfrechnenaufgaben erregt werden, als derjenige, bei dem der Beruf diese Kunst nicht zur Ausbildung gelangen ließ. Die Herren, welche sich mir so freundlich zur Verfügung stellten und denen ich auch an dieser Stelle herzlichen Dank sage, waren allesammt an ernste geistige Thätigkeit von Jugend an gewöhnt. Es steht zu erwarten, dass sich bei Leuten aus dem niederen Volke, deren geistige Kraft niemals in gleicher Weise angespannt war, die Wirkung in ungleich höherem Maße offenbaren wird. In der That durfte ich in Turin bei Versuchen, die an einem Maurer, Cane Luigi, der, mit einem Schädelbruch behaftet, Prof. Mosso lange Zeit bei seinen Untersuchungen über die Temperatur des Gehirns diente<sup>1)</sup> und an dem

1) A. Mosso, Temperatur des Gehirns. 1894. S. 144.

die Blutdruckcurve zugleich mit dem Hirnpulse aufgenommen ward, beobachten, dass schon ganz leichte Kopfrechenaufgaben die Druckhöhe beträchtlich variirten. Auch hier werden gewiss je nach der Anlage oder nachdem lange Selbstzucht auf den Einzelnen einwirkten, individuelle Differenzen vorhanden sein, immerhin aber dürften die Versuche in manchem Falle einen Blick in das Seelenleben des Einzelnen gewähren. Ich gelangte bei allen diesen Versuchen zu der Ueberzeugung, dass nicht die intellectuelle Thätigkeit und die damit verbundene Spannung der Aufmerksamkeit als solche, sondern nur die gemüthliche Erregung die Ursache der Druckveränderungen abgeben.

Die folgenden Untersuchungen sind mit der Versuchsperson P. angestellt worden. Dieselbe ist von maximaler Gemüthsruhe. Die Pulsamplituden erfolgen in einer Höhe, wie ich dieselbe an keinem der übrigen Herren erhalten konnte. An P. habe ich die einzelnen Sinnesgebiete nacheinander auf die Druckveränderungen durchprüfen können. Die normale Druckhöhe lag meistens bei 34 oder 35 mm Manometerstand. Im Gebiete des Tastsinnes suchte ich unwissentlich für die Versuchsperson durch Kneifen der Hand Schmerz zu erzeugen, ohne dass in der Curve eine wesentliche Veränderung eintrat (Figur 9). Die Pfeile der beigegebenen Aufnahme markiren

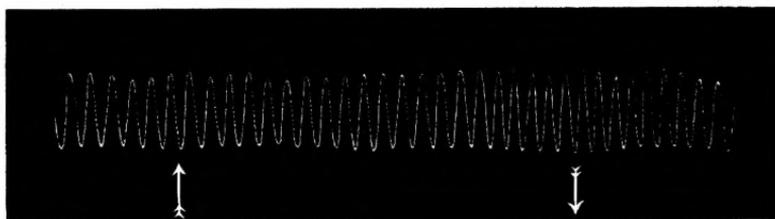


Fig. 9.

die Zeit der Einwirkung. Ebenso wenig wurde die Curve durch flüssiges Wachs, welches ich auf die Hand träufelte, verändert. Der Reagent behauptete, eine sehr unangenehme Wirkung nicht verspürt zu haben. Im Gebiete des Geruchssinns wirkte Ammoniak nur in geringem Maße auf die Druckhöhe ein. Aether wirkte nur auf die Athmung. Anders zeigten sich die Wirkungen beim Geschmackssinn. Ich verwandte als Geschmacksstoffe Lösungen von

Saccharin, Rohrzucker, Kochsalz, Salzsäure und schwefelsaurem Chinin, welche ich mittelst eines Tropfglases in kleineren Dosen auf die Zunge applicirte. Die Gefühle der Lust bei Süß blieben auf die graphische Wiedergabe ohne Einfluss, um so stärker offenbarten sich bei allen Schmeckstoffen in concentrirteren Lösungen die Gefühle der Unlust. Der widerlich süßbitterliche Geschmack einer Saccharinlösung von 1 : 15 rief neben einer plethysmographischen Verkleinerung der Pulsamplituden eine Steigerung der Druckhöhe und sodann einen deutlichen Einfluss auf die Athmung hervor. Letztere wirkt bekanntlich auch schon im Sinne einer Druckerhöhung. Nachdem schon der normale Zustand zurückgekehrt war, zeigten sich plötzlich in der Curve wiederum die langen Athmephasen. Die Versuchsperson gab nach dem Versuche an, an dieser Stelle Angst auf Wiederholung der unangenehmen Empfindung verspürt zu haben.

Auf den Gehörsinn suchte ich durch plötzliches Fallenlassen eines Gewichtes aus ziemlicher Höhe einzuwirken. Die beigegebene Aufnahme (Fig. 10) zeigt den Effect des Schrecks. Bei der zweiten

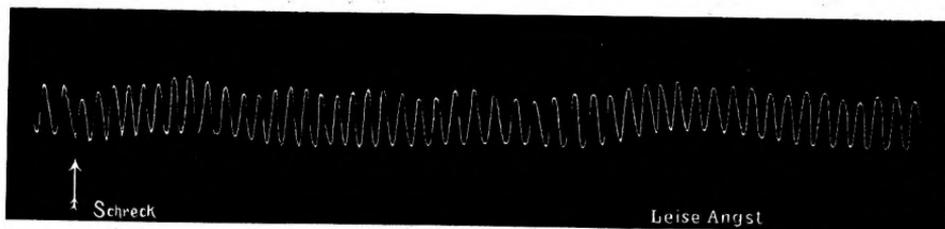


Fig. 10.

Erhebung war wiederum eine leise Angst vor der Wiederholung des Reizes die Ursache der Erhebung. Ich ließ in einigen Fällen von einem zweiten Schreibhebel wie im vorliegenden Falle eine gerade Linie ziehen, um die Veränderungen möglichst deutlich erkennen zu können. Wiederholungen, auch nach Tagen, schwächten auch diese Wirkung ab. Ein unangenehmes Rasselgeräusch bewirkte plötzlich eine vasomotorische Erweiterung der Gefäße, die sich in großen Puls-excursionen kund that, zugleich sank die Druckhöhe um etwa 4 mm. Schrilende Dissonanzen, die ich auf einem neben mir stehenden Harmonium hervorbrachte, wirkten vasomotorisch verengend auf die Gefäße ohne Veränderung der Druckhöhe ein, ein plötzliches elek-

trisches Klingelgeräusch hatte keine Wirkung. Ich suchte ferner die Aufmerksamkeit auf das höchste zu spannen, indem ich untermerkliche Reize allmählich anwachsen ließ, bis sie auf der Schwelle percipirt wurden, und beobachtete dabei die graphischen Veränderungen. Bei geschlossenen Augen der Versuchsperson entfernte ich mich auf Socken eine Strecke ins Zimmer hinein. Indem ich nun meine Taschenuhr hervorzog und mich dem Apparate wieder näherte, ließ ich den Moment bestimmen, wo der Eindruck empfunden wurde, und fixirte denselben dann schnell auf der langsam rotirenden Trommel. Im Ganzen wirkte die Spannung der Aufmerksamkeit gefäßerregend, doch zeigten sich auch deutlich schwache Druck erhöhungen. Letztere traten kurz vor dem percipirten Eindrucke auf, also im Momente der höchsten Erwartung. Die letztere ist aber immer mit einer gemüthlichen Erregung verbunden.

Dieselbe Methode der Perception ebenmerklicher Reize habe ich auch noch auf den Gesichtssinn angewandt. Auf einem längeren Tische hatte ich in der Richtung der Gesichtslinien der Versuchsperson zwei Schienen angebracht, zwischen denen ich einen Kasten an einem Band geräuschlos dem Auge des Beobachters nähern konnte. Auf der dem letzteren zugekehrten Seite des Kastens konnte ich leicht einen Carton anbringen, auf dem ich einfache wie doppelte Punkte, Linien und Kreise gezeichnet hatte. Die Versuchsperson hatte bei der Annäherung den Moment zu bestimmen, wo die Figuren erkannt wurden. Auch diese Versuche konnten nur mit der größten Aufmerksamkeitsspannung von seiten des Beobachters ausgeführt werden. Alle diese Versuche zeigten die gleiche Wirkung wie der vorige bei ebenmerklichen Gehörseindrücken. Wäre die Aufmerksamkeit die Ursache einer Druckveränderung, so müsste sich dieselbe in diesen Fällen höchster Anspannung in auffallend deutlicher Weise zeigen.

Ich begnüge mich mit diesen Mittheilungen, die mich die anfangs gestellte Frage nur in dem schon mehrfach erwähnten Sinne beantworten lassen: Nicht die geistige Anstrengung oder die Spannung der Aufmerksamkeit oder die Empfindung als solche, sondern die Gefühle und Affecte sind die Ursachen der Veränderungen des Blutdrucks am Menschen. Warum die Druckhöhe in einigen Fällen eine Senkung, in anderen und in den meisten eine Hebung erfährt, oder

warum eigentlich stets nur die Unlust, nicht auch das Gefühl der Lust in der Druckcurve zum Ausdrucke kommt, erlaube ich mir nicht zu entscheiden. Die Psychologie hat ohnehin nur mit der äußersten Vorsicht an die genaueste Deutung derartiger Bilder heranzutreten. Wenn irgendwo, so bietet die Ausbeutung der Pulsbilder ein Gebiet, auf dem sich die Psychologie und die Physiologie die Hand zum Bunde reichen müssen.

Der sinnreiche Apparat gestattet noch mancherlei andere Verwendung. Die Veränderungen der Pulsfrequenz, die Wirkungen der Athmung, der Dipnoe und der Apnoe, sowie der Valsalva'sche<sup>1)</sup> und der von Frey'sche Versuch<sup>2)</sup> treten mit überraschender Deutlichkeit an demselben hervor. Für die psychologische Forschung wäre es sicher ein Gewinn, wenn der Apparat mittelst Luftübertragung dahin eine Abänderung erfahren würde, dass Experimentator und Versuchsperson in getrennten Zimmern sein könnten. Umfangreiche früher begonnene Arbeiten gestatten mir vorläufig nicht, die Frage weiter zu verfolgen, doch würde ich mich freuen, wenn die vorliegende Arbeit zu weiteren Untersuchungen Anlass bieten würde<sup>3)</sup>.

---

1) v. Frey, Die Untersuchung des Pulses. 1892. S. 38.

2) Ebenda, S. 37.

3) Ueber die Theorie dieser Methode sowie über die Verwendung derselben zu physiologischen Zwecken wird Herr Prof. Mosso in Verbindung mit Dr. Colombo in Kürze selber eine Arbeit veröffentlichen.