

XII.

Ueber die sphygmographischen Pulscurven Geisteskranker.

Von

Dr. Hubert Grashey,

Director der Irrenanstalt zu Deggendorf.

(Hierzu Taf. V.)

~~~~~

O. J. B. Wolff\*) hat aus den Pulscurven, welche er an Geisteskranken zeichnete, weitgehende Schlüsse gezogen: Diese Kranken hätten nur vorübergehend normalen Puls, die meisten von ihnen zeigten Pulsphasen mit dem Charakter der Tardität und der Pulsus tardus sei der physiopathologische Charakter der neuropathischen Constitutionen.

Die Tardität der Pulsphasen hänge vorzugsweise ab von einer geschwächten Thätigkeit der Arterienmuskulatur, von einer verminderten Leistung der vasomotorischen Nerven, und folgerichtig seien die constitutionellen Neuropathien Griesinger's zurückzuführen auf eine greifbare Functionsstörung der vasomotorischen Nerven.

Diese Sätze, deren hervorragende Bedeutung für die Psychiatrie auf der Hand liegt, haben nach meiner Meinung bis jetzt weder eine exacte Bestätigung erfahren, noch eine exacte Widerlegung. Es ist zwar nicht schwer, tarde Pulscurven auch bei psychisch Gesunden zu erhalten, und beispielsweise hat Riegel\*\*) sehr schöne, an gei-

---

\*) Beobachtungen über den Puls bei Geisteskranken. Allgem. Zeitschrift f. Psychiatrie Bd. 24—26.

\*\*) Riegel Franz, Ueber die Bedeutung der Pulsuntersuchung. Volk-mann's Sammlung klinischer Vorträge No. 144—145.

stesgesunden aber hochbetagten und mit hochgradigem Atherom behafteten Leuten gezeichnete Exemplare abgebildet. Dessenungeachtet ist Wolff's fundamentaler Satz, dass die Tardität der Pulphasen von einer geschwächten Thätigkeit der Arterienmuskulatur, von einer verminderten Leistung der vasomotorischen Nerven abhänge, nicht widerlegt; denn es ist ja denkbar, dass atheromatöse Entartung der Gefässwand bei psychisch Gesunden dasselbe Pulsbild bedinge, wie verminderte Leistung der vasomotorischen Nerven bei Geisteskranken.

Ich will daher Wolff's Theorie von der Genese der tarden Pulphasen hier näher untersuchen unter Zuhilfenahme der physikalischen und physiologischen Sätze, zu welchen ich in einer früheren Arbeit\*) über den Arterienpuls des Menschen gelangte.

Wolff stützt seine Behauptung auf folgende Erklärung der „normalen“ Pulscurven (Fig. 1.\*\*): Das vom Herzen in die Arterie getriebene Blut veranlasse eine rasch erfolgende Ausdehnung der Arterie, welche sich graphisch als die Ascensionslinie E C der Pulscurve gestalte. Nachdem sich die Arterie bis zu dem Punkte C ausgedehnt, der andringenden Blutmasse nachgegeben habe, sei sie in dem Momenten, wo die vis a tergo nachlasse, augenblicklich und zwar so energisch thätig, dass sie sich trotz der noch keineswegs beendigten Herzstole uno continuo, wie die gerade Linie C J zeige, bis gegen die Hälfte ihrer Gesamtausdehnung verenge. Dann halte sie einen Augenblick inne (erste secundäre Welle), um sich nochmals kräftig zu verengen. Diese energische Arterienthätigkeit ziele darauf ab, das kaum in Empfang genommene Blut auf der Stelle nach Art der peristaltischen Bewegungen weiter zu pressen.

Diese Erklärung, welche in der geraden Linie C J den graphischen Ausdruck activer Arbeit des Arterienrohrs erblickt, bildete für Wolff den Ausgangspunkt zu folgender näheren Erklärung der tarden Pulscurven: Die tarde Pulscurve (Fig. 2)\*\*\* lasse erkennen, dass das Gefäss trotz seines nicht geringeren Füllungsgrades keine Anstalten mache, sich zu verengen, dass es eine geraume Zeit, von C' bis C'', in der gleichen Erschlaffung verharre und sich gleichsam eine Zeit lang erst besinne, ehe es sich wieder contrahire. Aber nicht genug, dass die Contraction verspätet eintrete, sie erfolge auch dann noch, wie der absteigende Bogen lehre, unkräftig und saumselig.

\*) Grashey, Die Wellenbewegung elastischer Röhren und der Arterienpuls des Menschen. F. C. W. Vogel, Leipzig. 1881.

\*\*) identisch mit Wolff's Fig. 71.

\*\*\*) identisch mit Wolff's Fig. 70.

Beim Pulsus tardus warte die Arterie gleichsam ab, bis der Hauptblutdruck vom Herzen her vorüber sei, und sinke dann allmälig nach.

Der rotundo-tardus (Fig. 3)\*) zeichne sich dadurch aus, dass sein Scheitel nicht mehr wie beim Tardus planus platt, sondern halbkreisförmig rund sei. Das vom Herzen in die Arterie getriebene Blut veran lasse auch hier wie sonst eine rasch erfolgende Ausdehnung der Arterie, welche sich graphisch als die Ascensionslinie E A der Pulscurve gestalte. Der Winkel, womit dieser Curvenanstieg von der bezeichneten Richtungslinie E R abweiche, sei kaum kleiner (soll wohl heissen grösser) als der entsprechende in Fig. 1. Es sei also kein Grund anzunehmen, dass die Herzarbeit beim rotundo-tardus schwächer als in der Norm sei. Auch wie sonst beginne die Arterie das andrängende Blut durch eine Contraction weiter zu schaffen, wie sonst also breche der Curvenanstieg, auf einer gewissen Höhe ange langt, plötzlich um; allein die Contraction sei so unkräftig, so ohnmächtig, dass es nur bei einem schwachen Versuche bleibe, einem Halt machen, das kaum einen Moment andauere. Vielmehr sei die Arterie nach dieser geringen Arbeit so ermüdet, dass sie der Blutwelle von nun an widerstandslos nachgebe, bis diese sich selber lege.

Diese Deutung der tarden Pulscurven und der Satz, dass die Tardität der Pulspasen vorzugsweise von einer geschwächten Thätigkeit der Arterienmuskulatur, von einer vermindernden Leistung der vasomotorischen Nerven abhänge, stützen sich auf Wolff's oben erwähnte Erklärung der „normalen“ Pulscurve. Es fragt sich also: Ist Wolff's Erklärung der „normalen“ Pulscurve richtig?

Ich muss mit Nein antworten. Meine Untersuchungen\*\*) über diesen Gegenstand haben mich zu einer ganz anderen Erklärung der normalen Pulscurve geführt: Die Ascensionslinie a (Fig. 4 schematisch) ist bedingt durch die primäre positive Welle, die Descensions linie d' d" durch zwei in der Regel zusammenfallende Thalwellen, welche ich erste und zweite diastolische Thalwelle genannt habe; sie sind ebenso wie die primäre positive Welle centralen Ursprungs; die erste diastolische Thalwelle entsteht durch die Unterbrechung des Herz-Aortenstroms, die zweite im Beginn der Herzdiastole durch den Rückfluss des Blutes gegen die Semilunarklappen. Dieser Rückfluss des Blutes wird durch die sich schliessenden Semilunarklappen auf gehalten; dadurch entsteht eine positive, vom Aortenanfang aus gehende centrifugale Welle a', welche ich positive Klappenwelle ge-

\*) identisch mit Wolff's Fig. 72.

\*\*) a. a. O. §§. 105—128.

nannt habe (die dicrotische Welle der Autoren). Die Pulscurve ist demnach der graphische Ausdruck von vier central entstehenden und nach der Peripherie des Arteriensystems verlaufenden Wellen. Ist die Ascensionslinie a mit einer gewissen Maximalgeschwindigkeit gezeichnet, so wird sie zu gross, es bildet sich dadurch ein künstlicher Curvengipfel b und eine künstliche Descensionslinie d, oder mit anderen Worten, es kommt zu einer Eigenschwingung der Arterienwand und des Sphygmographen. Die Linie n' ist der Rest der Gipfellinie, welche zur primären positiven Welle gehört. Der Endpunkt  $\beta$  dieser Linie bezeichnet das Ende des Herz-Aortenstroms. Der Endpunkt  $\gamma$  der Descensionslinie d' d'' oder der Anfangspunkt der Ascensionslinie a' entspricht genau dem Semilunarklappenschluss.

Bezüglich der Begründung dieser Erklärung der „normalen“ Pulscurve verweise ich auf meine oben erwähnte Arbeit und kann somit hier sogleich auf die Bedeutung der verschiedenen Formen der Curvengipfel und die Wolff'sche Erklärung derselben näher eingehen.

Die Ascensionslinie a (Fig. 4) ist nach Wolff — und darin stimmt ihm gewiss Jeder bei — der Ausdruck der raschen Ausdehnung der Arterie durch das vom Herzen in die Arterie getriebene Blut, die Descensionslinie d dagegen, welche ich in der Folge als erste Descensionslinie der Pulscurve bezeichnen will, der Ausdruck der Arterienverengerung in Folge activer Contraction ihrer Muskel-elemente. Letztere Contractionsbewegung beginnt nach seiner Ansicht am Aortenanfang und schreitet von da gegen die Peripherie peristaltisch fort. Dass die erste Descensionslinie in der That um so früher in der Zeichnung auftritt, je mehr man den Sphygmographen dem Herzen nähert, ist aus Fig. 5 und Fig. 6 ersichtlich, von denen erstere an der Art. radial. und letztere an der Art. dorsal. pedis desselben Individuumms gleichzeitig gezeichnet sind. Die 4. Pulscurve der Fig. 5 und die 5. Curve der Fig. 6 röhren von derselben Pulswelle her. In Fig. 5 Curve 4 beginnt die erste Descensionslinie bei der 3. Marke der 7. Punktgruppe, in Fig. 6, Curve 5 aber bei der ersten Marke der 8. Punktgruppe, also 0,075 Sec. später. Der erste Sphygmograph, welcher an der radial. sinistr. zeichnete, war 83 Ctm. von den Semilunarklappen der Aorta entfernt, der zweite Sphygmograph aber, welcher an der dors. ped. zeichnete, 147 Ctm. Die Differenz dieser Entfernungen betrug somit 64 Ctm. Hieraus folgt, dass die „Peristaltik“ des Arterienrohrs in 0,075 Sec. 64 Ctm. Weg zurücklegt und mit sehr grosser Geschwindigkeit (8,53 Meter in der Secunde) fortschreitet. Dieselbe Geschwindigkeit habe ich an demselben In-

dividuum auch für das Fortschreiten der primären Pulswelle gefunden\*).

Dass eine Peristaltik, welche von activer Muskelcontraction herrühren soll, mit so bedeutender Geschwindigkeit sich fortpflanzt, ist schon in hohem Grade auffallend; noch auffällender aber ist die That-sache, dass diese „Peristaltik“ dieselbe Geschwindigkeit hat wie die primäre positive Welle und genau denselben Rhythmus wie die Pulsschläge. Nach Wolff's Theorie müssten sich also die Muskelemente der Arterien genau und prompt jedesmal dann zusammenziehen, wenn der betreffende Arterienquerschnitt durch die primäre Welle eine bestimmte Vergrösserung erfahren hat, — eine Forderung, welche gegen die Richtigkeit seiner erwähnten Theorie spricht.

Direct aber wird dieselbe widerlegt durch den Nachweis, dass zum Zustandekommen der ersten Descensionslinie der Pulscurven eine active Contraction der Arterienwand gar nicht erforderlich ist, sondern dass diese Linie auf rein physikalischem Wege entstehen kann und unter gewissen Voraussetzungen auch entstehen muss.

Um diesen Nachweis zu liefern, will ich vorerst an Schlauchcurven zeigen, dass die erste Descensionslinie entstehen kann:

1. durch eine Eigenschwingung der Röhrenwand und des Sphygmographen;
2. durch eine solche Eigenschwingung und durch eine primäre negative Welle, welche sich unmittelbar an diese Eigenschwingung anschliesst;
3. durch eine Eigenschwingung und durch eine negative Reflexwelle, welche vom peripheren Ende des untersuchten Schlauchs ausgeht;
4. durch eine Eigenschwingung, eine primäre negative Welle und eine negative Reflexwelle;
5. durch eine primäre negative Welle allein, welche sich unmittelbar an die Ascensionslinie der primären positiven Welle anschliesst;
6. durch eine primäre negative Welle und durch eine negative Reflexwelle;
7. durch eine negative Reflexwelle allein.

Alsdann werde ich zeigen, dass die für Schlauchcurven nachgewiesenen Verhältnisse auch für Arteriencurven Giltigkeit haben.

Der Uebersichtlichkeit halber gehe ich von Schlauchcurve Fig. 7 aus, an welcher sowohl eine Eigenschwingung der Röhrenwand und

---

\*) a. a. O. §. 114.

des Sphygmographen nachweisbar ist (oberstes Ende der Ascensionslinie a und Descensionslinie d) als auch die Descensionslinie d" einer primären negativen Welle und die Descensionslinie d' einer negativen Reflexwelle, ferner die Gipfellinie n', welche dem Seitendruck des noch nicht gleichmässig gewordenen Flüssigkeitstroms entspricht und zur primären positiven Welle gerechnet werden muss\*), und die Linie n" des constanten Seitendrucks des gleichmässigen Stroms. Zwischen den Linien n' und n" liegt das Gebiet der Reflexwellen.

Im Abschnitte A. meiner oben citirten Arbeit habe ich gezeigt, dass die elastische Röhrenwand sowohl als auch der Zeichenapparat des Sphygmographen eine aufwärts gerichtete Bewegung von gewisser Geschwindigkeit nicht bloss mit einer Aufwärtsbewegung beantworten, sondern mit einer Aufwärtsbewegung und einer darauf folgenden Abwärtsbewegung d. h. mit einer Eigenschwingung, dass der Marey'sche Sphygmograph für sich allein je nach der Spannung der Fühlfeder eine solche Eigenschwingung macht, wenn sein Zeichenstift die Maximalgeschwindigkeit von 90 Mm. bis 120 Mm. in der Secunde erreicht, und dass der auf eine elastische Röhre von 2 Mm. Wanddicke und 10 Mm. lichtem Durchmesser aufgesetzte Sphygmograph bei stärkster Federspannung schon bei 73 Mm. Maximalgeschwindigkeit eine Eigenschwingung zeichnet, d. h. eine Aufwärtsbewegung mit einer Ascensionslinie a und einer darauf folgenden künstlichen Descensionslinie d beantwortet. Nimmt man das Minimum der Federspannung, so tritt schon bei einer Maximalgeschwindigkeit von 45 Mm. in der Secunde eine Spur einer Eigenschwingung auf.

Es fragt sich also, mit welcher Maximalgeschwindigkeit die Linie a der Curve Fig. 7 beschrieben wurde. Curve Fig. 8 ist unter denselben Bedingungen gezeichnet und überdies mit  $\frac{1}{40}$  Secundeneintheilung (0,025") versehen. Ihre Ascensionslinie a hat eine Maximalgeschwindigkeit von 3,0 Mm. in  $\frac{1}{40}$  Sec., also von 120 Mm. in der Secunde, folglich muss auf sie in Folge einer Eigenschwingung eine künstliche Descensionslinie d folgen, und hiemit ist gezeigt, wie an einer Schlauchcurve durch eine Eigenschwingung der Röhrenwand und des Sphygmographen die erste Descensionslinie entstehen kann.

Die primäre negative Welle d" der Curve Fig. 7 ist bedingt durch plötzliche Unterbrechung des vom Standgefäß durch den Schlauch gehenden Flüssigkeitsstroms\*\*). Vom Anfangspunkt der Ascensionslinie a bis zum Zeichen ("') dauerte das Einströmen des Wassers in

\*) a. a. O. §. 58.

\*\*) a. a. O. §. 32.

den Schlauch; zwischen diesen beiden Punkten liegt also der systolische Theil der Curve, welcher folgende Theile umfasst: 1. die Ascensionslinie a der primären positiven Welle, 2. die Gipfellinie n', welche dem Seitendruck des noch nicht gleichmässig gewordenen Stroms entspricht, 3. das Gebiet der Reflexwellen, nach deren Ablauf der Flüssigkeitsstrom gleichmässig und der Seitendruck constant ist, 4. die Linie n" des constanten Seitendrucks des gleichmässigen Stroms.

Zwischen den oberen Theil der Ascensionslinie a und die Gipfellinie n' schieben sich die allenfalls vorhandenen Eigenschwingungen der Gefässwand und des Sphygmographen ein und können, wenn sie mächtig oder zahlreich genug sind, das Gebiet der Gipfellinie n' theilweise oder vollständig ausfüllen.

Die Gipfellinie n' ist von der Linie n" des constanten Seitendrucks getrennt durch das Gebiet der Reflexwellen; n' wird also um so länger, je später die Reflexwellen auftreten, und umgekehrt um so kürzer, je früher die Reflexwellen erscheinen. Treten die Reflexwellen gar nicht auf, wie es an einem unendlich langen Schlauche oder bei einem bestimmten Verengerungsgrade\*) des peripheren Schlauchendes der Fall ist, so gehen die Linien n' und n" ohne scharfe Grenze in einander über; treten dagegen die Reflexwellen sehr früh auf wegen geringer Entfernung des reflectirenden Schlauchendes\*\*), so können sie sich direct an das obere Ende der Ascensionslinie a anschliessen und die Gipfellinie n' vollständig verdrängen.

Je früher der vom Standgefäß durch den Schlauch gehende Flüssigkeitsstrom unterbrochen wird, um so kürzer wird der systolische Theil der Curve, um so mehr rückt die Descensionslinie d" der primären negativen Welle gegen die Ascensionslinie a vor; bei diesem Vorrücken schneidet sie mehr und mehr von der Linie n" ab und gelangt dann in's Gebiet der Reflexwellen; hat sie dasselbe erreicht, so ist die Linie n" des constanten Seitendrucks verschwunden, d. h. wegen zu kurzer Dauer der Systole kam es gar nicht zur Entwicklung eines gleichmässigen Stroms und folglich auch nicht zur Entwicklung der Linie n" des constanten Seitendrucks.

Im Gebiet der Reflexwellen angelangt, wird die primäre negative Welle d" durch Interferenz verkleinert oder vergrössert, je nachdem sie mit einer positiven oder negativen Reflexwelle zusammenfällt. Hat die primäre negative Welle das Reflexwellengebiet passirt, so

\*) a. a. O. §. 73.

\*\*) a. a. O. §. 55.

kommen die Reflexwellen nun nicht mehr vor der Linie  $d''$ , sondern nach derselben (Fig. 9). Rückt  $d''$  noch mehr gegen die Ascensionslinie  $a$  vor, so schneidet sie mehr und mehr von der Gipfellinie  $n'$  ab, d. h. der ungleichmässige Flüssigkeitsstrom wird immer kürzer und folglich auch die demselben entsprechende Seitendruckslinie  $n'$ .

Die nach der Linie  $d''$  zum Vorschein kommende, gleichfalls mit  $n'$  bezeichnete Linie (Fig. 9) ist die Thallinie, welche der primären negativen Welle angehört\*).

In der Schlauchcurve Fig. 9 ist die Linie  $d''$  in Folge sehr kurzer Systole so nahe an  $a$  herangerückt, dass sie sich unmittelbar an die Linie  $d$  anschliesst und mit derselben eine einzige Descensionslinie  $d\ d''$  bildet, und hiemit ist gezeigt, wie an einer Schlauchcurve die erste Descensionslinie bedingt sein kann durch eine Eigenschwingung und durch eine primäre negative Welle.

Die Descensionslinie  $d'$  (Fig. 7) ist bedingt durch die erste Reflexwelle, welche centripetal verläuft und negativ ist, weil das periphera Schlauchende, an welchem sie entsteht, vollständig offen ( $C_{4,4}$ ) war.\*\*) Der Sphygmograph war 385 Ctm. vom peripheren Schlauchende entfernt; je kleiner die Distanz zwischen Sphygmograph und peripherem Schlauchende wird, um so näher rückt  $d'$  an die Ascensionslinie  $a$  heran und um so kürzer wird die Gipfellinie  $n'$ ; bei einer Distanz von 85 Ctm. ist  $d'$  so nahe an  $a$  herangerückt, dass die Gipfellinie  $n'$  vollständig verschwunden ist und  $d'$  sich unmittelbar an die Linie  $d$  anschliesst und mit derselben eine einzige Descensionslinie  $d\ d'$  bildet (Fig. 10), und hiemit ist gezeigt, wie an einer Schlauchcurve die erste Descensionslinie bedingt sein kann durch eine Eigenschwingung und durch eine negative Reflexwelle.

Der systolische Theil der Curve Fig. 10 unterscheidet sich also vom systolischen Theil der Curve Fig. 7 durch das Fehlen der Gipfellinie  $n'$ , die Linie  $n''$  des constanten Seitendrucks dagegen ist in beiden Curven in ungefähr gleicher Länge vorhanden.

Macht man nun noch die Systole sehr kurz, so verschwindet ausser der Gipfellinie  $n'$  auch die Linie  $n''$  des constanten Seitendrucks, und die drei Descensionslinien  $d$ ,  $d'$  und  $d''$  fallen alle in eine Descensionslinie  $d\ d'\ d''$  zusammen (Fig. 11) zum Beweis, dass an einer Schlauchcurve die erste Descensionslinie bedingt sein kann durch eine Eigenschwingung, eine primäre negative Welle und eine negative Reflexwelle.

\*) a. a. O. §. 60.

\*\*) a. a. O. §. 47.

In Fig. 11 ist also der systolische Theil der Curve beschränkt auf die Ascensionslinie a, die Descensionslinie d einer Eigenschwingung und die Descensionslinie d' einer negativen Reflexwelle.

Dauerte aber die Systole nur ein klein wenig länger, so fiel d' nicht mehr mit der Linie d zusammen, und zwischen diesen beiden Linien zeigte sich eine kleine Biegung, ein kleines Zeitintervall, welches dem systolischen Theil der Curve angehört (Fig. 12). Dieses kleine Zeitintervall bildet nicht einen Theil der Gipfellinie n', sondern einen Theil des Reflexwellengebietes. Ein etwa vorhandener Rest der Gipfellinie n' müsste zwischen d und d', also viel höher liegen. Ich mache auf diese Details hier schon aufmerksam, weil sie an den Pulscurven vorkommen. An einer Pulscurve würde dieses kleine Zeitintervall nach der üblichen Bezeichnung einfach erste secundäre Welle heissen, und man würde sagen, die Pulscurve habe eine auffallend tiefliegende erste secundäre Welle. In Wirklichkeit aber handelt es sich in solchen Fällen gar nicht um eine Welle, sondern um einen kleinen Rest des systolischen Curventheils, welcher deshalb so tief liegt, weil das Ende der Systole in das Reflexwellengebiet der Curve und speciell in das Ende einer negativen Reflexwelle fällt. Eine tiefliegende sogenannte erste secundäre Welle beweist also, dass eine negative Reflexwelle an der Genese der ersten Descensionslinie der Pulscurve betheiligt ist.

Verkleinert man die Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie a auf 60 Mm. in der Secunde, so fällt die Eigenschwingung des Schlauchs und des Sphygmographen bis auf eine kleine Spur weg und folglich auch die dadurch bedingte künstliche Descensionslinie d (Fig. 13).

Wird nun die Systole sehr kurz, so schliesst sich die Descensionslinie d' der primären negativen Welle unmittelbar an die Ascensionslinie a an (Fig. 14) und bildet somit allein die erste Descensionslinie der Curve.

Verringert man gleichzeitig noch die Entfernung des Sphygmographen vom peripheren Schlauchende auf 85 Ctm., so schliesst sich auch die Descensionslinie d' der negativen Reflexwelle unmittelbar an die Ascensionslinie a an, fällt mit d' zusammen (Fig. 15) und bildet gemeinsam mit dieser die erste Descensionslinie.

Dauert dagegen die Systole verhältnissmässig lang, d. h. mindestens 0,25 Secunden, so ist die erste Descensionslinie nur durch die Linie d' der negativen Reflexwelle gebildet (Fig. 16).

Die Curven Fig. 7 bis 16 zeigen also, wie die von Wolff als graphischer Ausdruck der activen Arterienverengerung gedeutete erste

Descensionslinie an einem elastischen Schlauche, dem jede active Contractilität durch Muskelemente fehlt, durch einen der genannten drei Factoren (Eigenschwingung, primäre negative Welle, negative Reflexwelle) oder durch Zusammenwirken von je zwei derselben, oder durch alle drei gleichzeitig entstehen kann und entstehen muss, wenn die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sind.

Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass bei gleicher Federspannung und gleicher Dehnbarkeit der Röhrenwand die Eigenschwingungen um so mächtiger und zahlreicher sind, je grösser die Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie a ist, und dass somit jeder Maximal-Geschwindigkeit eine bestimmte Länge der künstlichen Descensionslinie d entspricht, so lange die auf die Ascensionslinie a folgende Gipfellinie n' horizontal verläuft, und so lange die künstliche Descensionslinie d nicht mit Reflexwellen zusammenfällt. Da man aber bei sphygmographischer Untersuchung der Arterien nicht immer dieselbe Federspannung beibehalten kann und noch weniger gleiche Dehnbarkeit der Röhrenwand, so fragt es sich, in welcher Weise Federspannung und Dehnbarkeit der Röhre die Eigenschwingungen beeinflussen.

Je stärker man die Fühlfeder spannt, um so kürzer werden ihre Schwingungen, und da die Pelotte der Fühlfeder mit zunehmender Spannung der Feder sich tiefer in die Röhre eindrückt und dadurch die Spannung der Röhrenwand vermehrt, so werden auch die Schwingungen der Röhrenwand kürzer; das Gesamtresultat ist, dass Sphygmograph und Röhrenwand, durch einen Stoss in Schwingung versetzt, bei stärkster Federspannung bedeutend kürzere Schwingungen machen als bei schwächster Federspannung. In Folge dessen beansprucht z. B. unter sonst gleichen Bedingungen die Ascensionslinie a einer Curve bei schwächster Federspannung  $\frac{7}{40}$  Sec., während sie bei stärkster Federspannung in  $\frac{3}{40}$  Sec. vollendet ist.

Einen ähnlichen Einfluss auf die Schwingungsdauer hat auch die Dehnbarkeit der Röhre, nur ist derselbe geringer; beispielsweise war die Ascensionslinie a einer Curve, welche an einem sehr dehnbaren Schlauche (von 4 Mm. Durchmesser und 0,3 Mm. Wanddicke) gezeichnet wurde, in  $\frac{7}{40}$  Sec. vollendet, während an einem weniger dehnbaren Schlauche (von 4,4 Mm. Durchmesser und 1 Mm. Wanddicke) unter sonst gleichen Bedingungen die Ascensionslinie a der Curve schon in  $\frac{9}{40}$  Sec. beendet war.

Es lässt sich also aus dem Zeitwerth der Ascensionslinie a einer Curve ein Schluss ziehen auf die Spannung der Fühlfeder und der

Gefässwand; je grösser diese Spannung, um so kleiner der Zeitwerth der Ascensionslinie a, und umgekehrt.

Hieran schliesst sich die Frage, ob die Dehnbarkeit der Gefässwand und die Spannung der Fühlfeder auch die Länge der ersten Descensionslinie beeinflussen.

Um hierüber Aufschluss zu erhalten, habe ich an den oben erwähnten zwei Schläuchen von sehr verschiedener Dehnbarkeit experimentirt; der eine derselben bestand aus Gummi, hatte nur 0,3 Mm. Wanddicke, 4 Mm. Durchmesser und liess sich äusserst leicht comprimiren, der zweite bestand aus vulkanisirtem Kautschuk, hatte 1 Mm. Wanddicke, 4,4 Mm. Durchmesser und bot einem Compressionsversuche erheblich grösseren Widerstand. An beiden Schläuchen ergaben sich bei unveränderter Federspannung für gleiche Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie a gleiche Längen der ersten Descensionslinie, und zwar betrug die Länge der Descensionslinie bei schwächster Federspannung  $\frac{1}{80}$  des Weges, welchen der Zeichenstift vermöge der Maximalgeschwindigkeit (M. G.) der Ascensionslinie a in einer Secunde zurückgelegt hätte, d. h. einer M. G. von 120 Mm. folgte eine erste Descensionslinie von 1,5 Mm. Länge und einer M. G. von 180 Mm. eine Länge von 2,2 Mm. an beiden Schläuchen. Man kann also sagen, dass die Dehnbarkeit der Gefässwände innerhalb bestimmter Grenzen auf die Länge der ersten Descensionslinie ohne nennenswerthen Einfluss ist. Zeichnete ich aber an einem und demselben Schlauche bald mit schwächster, bald mit stärkster Feder spannung, so ergaben sich im ersten Fall mehr als doppelt so lange erste Descensionslinien wie im zweiten Fall; d. h. bei stärkster Feder spannung betrug die Länge der ersten Descensionslinie  $\frac{1}{200}$  des Weges, welchen der Zeichenstift vermöge der M. G. der Ascensionslinie a in einer Secunde zurückgelegt hätte: einer M. G. von 180 Mm. folgte eine Descensionslinie von 0,9 Mm. Länge u. s. w.

Da die Dehnbarkeitswerthe der beiden untersuchten Schläuche als Grenzwerthe angesehen werden dürfen, innerhalb welcher die Dehnbarkeitswerthe der Radialarterien liegen, so darf das soeben erhaltene Resultat auch auf die Radialcurven übertragen und angenommen werden, dass auch an den Radialcurven die Länge der ersten Descensionslinie je nach der angewandten Federspannung  $\frac{1}{200}$  bis  $\frac{1}{80}$  des Weges beträgt, welchen der Zeichenstift vermöge der M. G. der Ascensionslinie a in einer Secunde zurücklegen würde, solange die auf die Ascensionslinie a folgende Gipfellinie n' horizontal verläuft und solange die erste Descensionslinie der Curve nicht mit Reflexwellen zusammenfällt.

Treffen aber Reflexwellen mit ihr zusammen, oder ist die Gipfellinie  $n'$  aufwärts gerichtet, so kommt es zu Interferenzerscheinungen, d. h. durch eine positive Reflexwelle oder eine ansteigende Gipfellinie wird die künstliche Descensionslinie  $d$  verkleinert oder vernichtet, durch eine negative Reflexwelle aber vergrössert.

Die Folge dieser Interferenzerscheinungen ist, dass die Länge der ersten Descensionslinie den Werth von  $\frac{1}{200}$  bis  $\frac{1}{80}$  des Weges, welcher vom Zeichenstift vermöge der M. G. der Ascensionslinie  $a$  in einer Secunde zurückgelegt würde, entweder nicht erreicht oder übertrifft.

Dieses Ergebniss ist von praktischer Bedeutung, denn es gestattet, aus der Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie und der Länge der künstlichen Descensionslinie auf das Vorhandensein positiver oder negativer Reflexwellen zu schliessen.

Beispielsweise hat die Ascensionslinie  $a$  der Fig. 17 und 18 eine M. G. von 180 Mm. in der Secunde und doch nur eine minimale künstliche Descensionslinie  $d$ , und zwar desshalb, weil die Gipfellinie  $n'$  eine bedeutende Steigung hat; auf die Ascensionslinie  $a$  der Fig. 19 dagegen, welche eine M. G. von 160 Mm. in der Secunde besitzt, folgt nicht eine erste Descensionslinie von 0,8 bis 2,0 Mm. Länge, sondern eine solche von 6,5 Mm. Länge, weil eine negative Reflexwelle mit der künstlichen Descensionslinie zusammenfällt.

Alle diese für Schlauchcurven nachgewiesenen Verhältnisse gelten auch für Arterienkurven: Der Sphygmograph zeichnet auch an einer Arterie Eigenschwingungen, wenn sein Zeichenstift eine bestimmte Maximalgeschwindigkeit erreicht, und es darf, wie bereits erwähnt, angenommen werden, dass auch an den Radialcurven die Länge der ersten Descensionslinie je nach der angewandten Federspannung  $\frac{1}{200}$  bis  $\frac{1}{80}$  des Weges beträgt, welchen der Zeichenstift vermöge der M. G. der Ascensionslinie  $a$  in einer Secunde zurücklegen würde, so lange nicht Interferenzerscheinungen an dieser Stelle auftreten.

Dass und unter welchen Bedingungen eine negative Reflexwelle auch an der Arterie vorkommt, habe ich ausführlich nachgewiesen.\*.) Die primäre positive Pulswelle erregt am Verästlungsgebiet einer Arterie jedesmal dann eine negative Reflexwelle, wenn die Bedingungen für ungleichnamige Wellenreflexion gegeben sind, d. h. wenn die Querschnittssumme und die Dehnbarkeit der Gefäßzweige über die Norm steigen. In der Radialcurve, welche an einer Gefässtelle gezeichnet wird, welche ungefähr 20 Cm. vom reflec-

\*) a. a. O. §. 116.

tirenden Verästlungsgebiet der Arterie entfernt ist, tritt bei einer Wellengeschwindigkeit von 5 M. die negative Reflexwelle schon 0,08 Secunden nach Beginn der Pulscurve auf und schliesst sich somit, da die Ascensionslinie a der primären positiven Welle der Curve ungefähr 0,1 Sec. Zeitwerth hat, unmittelbar an den obersten Theil dieser Linie an. Steigt die Wellengeschwindigkeit auf 8,5 Meter in der Secunde, so beginnt die negative Reflexwelle schon 0,047 Sec. nach Beginn der Pulscurve, also ungefähr in der Mitte der Ascensionslinie, und verkleinert somit die Ascensionslinie, schliesst sich aber an den unveränderten Theil derselben ebenfalls unmittelbar an.

Das Vorkommen primärer negativer Wellen habe ich für das arterielle Gefäßsystem gleichfalls nachgewiesen.\*). Sowie der Blutstrom vom Herzen zur Aorta aufhört, entsteht am Aortenanfang eine primäre negative Welle (erste diastolische Thalwelle), und im Beginn der Herzdiastole entsteht daselbst durch den Rückfluss des Blutes gegen die Aortaklappen eine zweite primäre negative Welle (zweite diastolische Thalwelle), deren Descensionslinie d' und d'' (Fig. 4) in der Regel mit einander zusammenfallen. Diese Descensionslinien rücken um so näher an die Ascensionslinie a der primären positiven Welle heran, je kürzer der Blutstrom vom Herzen zur Aorta und je kürzer die Herzsytole werden und können sich ebenfalls unmittelbar an das obere Ende der Ascensionslinie a anschliessen und mit dieser einen spitzen Curvengipfel bilden.

Geschieht Letzteres, so verschwindet\*\*) die sog. erste sec. Welle Wolff's d. h. der Rest der Gipfellinie n' (Fig. 4).

Das Verschwinden der „ersten sec. Welle“ bildet daher ein sicheres Zeichen, dass die Descensionslinien der ersten und zweiten diastolischen Thalwelle sich an der Bildung eines spitzen Curvengipfels betheiligt haben.

Hiemit ist bewiesen, was zu beweisen war, dass die erste Descensionslinie der Pulscurven, welche nach Wolff der graphische Ausdruck activer Contraction der Arterienwand ist, auf rein physikalischem Wege (durch eine Eigenschwingung des Sphygmographen und der Gefäßwand, durch eine negative Reflexwelle und durch eine primäre negative Welle) entstehen kann und unter gewissen Voraussetzungen auch entstehen muss.

Welcher der genannten Factoren im concreten Fall an der Genese der ersten Descensionslinie einer Pulscurve betheiligt sei, ist nach

---

\* ) a. a. O. §§. 109 und 110.

\*\*) a. a. O. §. 123.

dem Gesagten nicht schwer zu entscheiden: Beträgt die M. G. der Ascensionslinie a 70 Mm. in der Secunde oder darüber, so folgt auch bei stärkster Federspannung eine Eigenschwingung des Sphygmographen und der Gefässwand und in Folge dessen eine künstliche Descensionslinie, deren Länge je nach der Spannung der Fühlfeder  $\frac{1}{200}$  bis  $\frac{1}{80}$  des Weges beträgt, welchen der Zeichenstift vermöge der M. G. der Ascensionslinie a in einer Secunde zurücklegen würde.

Die Pulscurven der Fig. 20 zeigen z. B. alle eine kleine erste Descensionslinie d. Die Ascensionslinie a der fünften Curve trägt zwei Funkenmarken, deren Distanz 5 Mm. misst und einen Zeitwerth von  $\frac{1}{40}$  Sec. hat; diese Ascensionslinie ist also mit einer M. G. von 200 Mm. in der Secunde beschrieben, folglich muss auf sie als Product einer Eigenschwingung eine künstliche Descensionslinie folgen von 1 Mm. bis 2,5 Mm. Länge. In Wirklichkeit ist die erste Descensionslinie der fünften Curve 1 Mm. lang, es ist also diese Linie nur durch eine Eigenschwingung des Sphygmographen und der Gefässwand bedingt. Bemerken will ich noch, dass diese Curven von einem 56jährigen Manne herrühren, der sich in einer mässigen manikalischen Erregung befand. Die 4. und 5. Curve bedurften genau  $\frac{56}{40}$  Sec., somit treffen auf eine Curve  $\frac{28}{40} = 0,7$  Sec., was einer Pulsfrequenz von 85,7 Schlägen entspricht. Der Anfangspunkt der Ascensionslinie a der 6. Curve fällt zusammen mit dem zweiten Punkt der 17. Punktgruppe, der Endpunkt dieser Linie mit dem ersten Punkt der 18. Gruppe und der Endpunkt der Gipfellinie n' mit dem ersten Punkt der 19. Gruppe, es beanspruchten also die Ascensionslinie a  $\frac{4}{40} = 0,1$  Sec. und der Herz-Aortenstrom  $\frac{9}{40} = 0,225$  Sec.

Ist die Länge der ersten Descensionslinie einer Pulscurve grösser als  $\frac{1}{80}$  des Weges, welchen der Zeichenstift vermöge der Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie a zurücklegen würde, so ist die erste Descensionslinie das Product einer Eigenschwingung und einer negativen Reflexwelle. Die Pulscurven der Fig. 21 zeigen alle eine etwas grössere erste Descensionslinie d. Die Ascensionslinie a der vierten Curve ist beschrieben mit einer M. G. von 112 Mm. in der Secunde, also muss auf sie als Product einer Eigenschwingung eine künstliche Descensionslinie folgen von 0,56 bis 1,4 Mm. Länge. In Wirklichkeit aber ist die erste Descensionslinie der vierten Curve 2 Mm. lang, und demnach entstand diese Linie nicht bloss in Folge einer Eigenschwingung, sondern auch in Folge einer kleinen negativen Reflexwelle. Die Curven röhren von einer gesunden 24jährigen Frau her und sind sog. normale tricrote Pulscurven. Man kann daher sagen, dass schon unter normalen Verhältnissen eine ungleichnamige

Wellenreflexion geringen Grades eintreten kann. — Die Pulsfrequenz betrug 60 Schläge, die Ascensionslinie a der fünften Curve dauerte 0,1 Sec. und der Herz-Aortenstrom dieser Curve 0,225 Sec.

Fehlt am absteigenden Schenkel der Pulscurve die sog. erste sec. Welle, wie in der zweiten Curve der Fig. 22, so ist auch die gemeinsame Descensionslinie d' d" der ersten und zweiten diastolischen Thalwelle, also eine primäre negative Welle, am Zustandekommen der ersten Descensionslinie betheiligt. Die Ascensionslinie a der siebten Curve ist mit einer M. G. von 100 Mm. in der Secunde beschrieben, also ist eine Eigenschwingung am Zustandekommen der ersten Descensionslinie d betheiligt; vermöge dieser Eigenschwingung dürfte d 0,5 bis 1,25 Mm. lang sein; sie ist aber in dieser Curve 3,5 Mm. lang, also ist ausser der Eigenschwingung auch noch eine bedeutende negative Reflexwelle vorhanden. Der absteigende Schenkel dieser siebten Curve lässt (wie die Schlauchcurve Fig. 12) eine sog. erste sec. Welle deutlich erkennen; die erste Descensionslinie dieser Curve verdankt daher nur einer Eigenschwingung und einer negativen Reflexwelle ihre Entstehung. Der absteigende Schenkel der zweiten Curve aber trägt keine sog. erste sec. Welle, und folglich besteht die erste Descensionslinie dieser Curve aus einer Eigenschwingung, einer negativen Reflexwelle und einer primären negativen Welle. Auf diese Weise kommt (vgl. Schlauchcurve Fig. 11) eine sehr lange erste Descensionslinie zu Stande, welche vom Curvengipfel bis zur Curvenbasis herabreicht und der Pulscurve den Character einer vollkommen dicroten verleiht. Die grosse negative Reflexwelle, welche in der ersten Descensionslinie steckt, kommt zu Stande durch eine bedeutende Abnahme der Widerstände im arteriellen Verästlungsgebiet. Die Curven der Fig. 22 sind an derselben Frau gezeichnet, von welcher Fig. 21 stammt, aber unter dem Einfluss von Amylnitrit. Man kann also auch aus den Pulscurven den Schluss ziehen, dass Amylnitrit die Widerstände des arteriellen Verästlungsgebietes bedeutend verringere, und zwar entweder durch Erweiterung der Gefässe, oder durch Steigerung ihrer Dehnbarkeit, oder durch beides gleichzeitig. Die Pulsfrequenz stieg auf 109 Schläge und die Dauer des Herz-Aortenstroms sank durchschnittlich auf  $\frac{9}{40} = 0,2$  Sec.

Das Verschwinden der sog. ersten Reflexwelle ist bei Anwendung von Amylnitrit bedingt durch Abkürzung des Herz-Aortenstroms, zum Theil aber auch durch die bedeutende Länge der ersten Descensionslinie in Folge einer negativen Reflexwelle.

Da Amylnitrit bekanntlich auf die vasomotorischen Nerven wirkt und den Einfluss derselben auf die Gefässe herabsetzt, so müsste es

nach Wolff's Theorie über die active Arbeit der Arterienmuskulatur die sog. normalen Pulscurven in tarde Curven umwandeln; in Wirklichkeit aber producirt es stark dicrotische Curven mit sehr spitzen Gipfeln, was ebenfalls die Unhaltbarkeit der Wolff'schen Theorie beweist.

Für die dicroten, durch Fieber bedingten Pulscurven lässt sich aus der Maximalgeschwindigkeit der Ascensionslinie a und der Länge der ersten Descensionslinie gleichfalls das Vorhandensein einer Eigenschwingung und einer negativen Reflexwelle beweisen, und so lässt sich allgemein sagen, dass dicrote Curven mit spitzen Gipfeln bedingt sind durch das Auftreten ungleichnamiger Wellenreflexion, welche ihrerseits wieder herrührt von Verminderung der Widerstände im arteriellen Verästlungsgebiet.

Hat eine Pulscurve gar keine erste Descensionslinie oder nur eine kaum messbare Spur derselben, während die Ascensionslinie a doch mit einer Maximalgeschwindigkeit beschrieben wurde, welche eine deutliche erste Descensionslinie von bestimmter Länge erwarten lässt, so hat man es entweder mit gleichnamiger Wellenreflexion zu thun oder mit einer ansteigenden Gipfellinie. Die Curven der Fig. 23 sind tarde Curven mit horizontaler Gipfellinie und lassen nur eine minimale erste Descensionslinie erkennen; die Ascensionslinie der 8. Curve ist mit einer M. G. von 104 Mm. beschrieben und sollte somit eine erste Descensionslinie von 0,52 bis 1,3 Mm. Länge im Gefolge haben. Da die Gipfellinie n' vollkommen horizontal verläuft, so kann die erste Descensionslinie nur durch Interferenz mit einer positiven Reflexwelle in ihrer Länge reducirt sein. Daraus folgt, dass die Pulscurven der Fig. 23 an einer Radialarterie gezeichnet sind, deren Verästlungsgebiet einen vermehrten Widerstand bot und dadurch gleichnamige Wellenreflexion verursachte. Diese Curven röhren von einem 57jährigen Manne her, welcher seit mehreren Jahren an Melancholie mit Zwangsvorstellungen litt und aussetzenden Puls hatte. Die Pulsfrequenz betrug 6 Schläge in 5 Sec., also 72 Schläge in der Minute; die Dauer des Herzaortenstroms durchschnittlich 0,225 Sekunden.

In diese Kategorie gehören die meisten Fälle des sogenannten Tardus planus, und man kann daher sagen, dass derselbe in der Regel bei etwas vermehrtem Widerstand des arteriellen Verästlungsgebietes entsteht.

Besondere Erwähnung verdienen noch die sogenannten rotundotarden Pulscurven. Diese sind ausgezeichnet durch eine mehr oder weniger steil ansteigende Gipfellinie.

Für Schlauchcurven habe ich ausführlich die Factoren nachgewiesen \*), von welchen die Form und speciell die Steigung der Gipfellinie abhängt. Als wichtigster Factor ergab sich das Verhältniss zwischen lichtem Durchmesser des Standgefäßes und lichtem Durchmesser des angewandten Schlauchs; je kleiner dieses Verhältniss ist, d. h. je mehr der Durchmesser des Standgefäßes abnimmt bei unverändertem Schlauchdurchmesser, um so grösser wird die Steigung der Gipfellinie, wenn Belastung der Fühlfeder, Spannung der Schlauchwand rnd Höhe der Wassersäule im Standgefäß wachsen. Hinzufügen kann ich noch, dass auch die Entfernung des Sphygmographen vom centralen Schlauchende die Steigung der Gipfellinie fördert. Um dieses Verhalten zu verstehen, muss man bedenken, dass die Gipfellinie den Seitendruck misst, welcher an der untersuchten Schlauchstelle stattfindet, während eine positive Welle den Schlauch, in welchen ein Flüssigkeitsstrom eingeleitet wurde, durchläuft. Ist der Schlauch unendlich lang, so bleiben alle Reflexwellen aus, und an jeder Schlauchstelle nähert sich der Seitendruck allmälig dem im Standgefäß vorhandenen Druck. Die Ascensionslinie der positiven Welle aber, welche durch den einbrechenden Flüssigkeitsstrom erzeugt wird, ist am centralen Schlauchende am höchsten und nimmt an Höhe stetig ab, während sich die Welle gegen die Peripherie fortpflanzt. Sowie die Höhe der Ascensionslinie der positiven Welle hinter dem sich entwickelnden Seitendruck zurückbleibt, muss die Gipfellinie steigen und zwar um so steiler, je mehr die Ascensionslinie der positiven Welle an Höhe eingebüßt hat. Es ist also begreiflich, dass die Gipfellinie um so steiler wird, je weiter die untersuchte Schlauchstelle vom Centrum entfernt ist.

Nun kann man aber die positive Welle schon von ihrem Beginn an schwächen, ohne die Höhe der Wassersäule im Standgefäß zu verkleinern, indem man den Durchmesser des Standgefäßes verkleinert, bis er dem Schlauchdurchmesser gleich oder noch kleiner ist als dieser. Man bekommt nach dieser Procedur unter sonst gleichen Bedingungen eine erheblich kleinere Ascensionslinie der positiven Welle, während der im Schlauch zu Stande kommende Seitendruck unverändert bleibt, wenn anders die Wassersäule im Standgefäß constant ist.

Auf diese Weise wirken alle Momente, welche im Stande sind, die Ascensionslinie der positiven Welle zu verkleinern, ohne den Seitendruck zu ändern, erhöhend auf die Steigung der Gipfellinie.

\*) a. a. O. §. 61.

Diese rein physikalischen Verhältnisse haben selbstverständlich auch für das Gefäßsystem des Menschen Geltung, und wenn das Herz auch kein Behälter ist, in welchem die Blutsäule eine gewisse Höhe und einen gewissen Durchmesser hat, so kann doch die Leistungsfähigkeit des linken Ventrikels ohne Weiteres gleichgesetzt werden der Leistungsfähigkeit einer cylindrischen Wassersäule von bestimmter Höhe und bestimmtem Querschnitt. Bei gleichbleibender Höhe nimmt die Leistungsfähigkeit proportional dem Querschnitt ab. Demnach ist eine cylindrische Wassersäule, welche caet. par. eine rotundo-tarde Curve, d. h. eine Curve mit steil ansteigender Gipfellinie zeichnet, weniger leistungsfähig als eine gleich hohe Wassersäule von grösserem Querschnitt, welche wegen ihres grösseren Querschnitts eine Curve mit horizontaler Gipfellinie hervorbringt, und folglich ist auch die Leistungsfähigkeit eines Herzventrikels, welcher caet. par. eine rotundo-tarde Pulscurve zeichnet, geringer als die eines Ventrikels, welcher eine Curve mit horizontaler Gipfellinie producirt.

Da man nun, wie Löwenhardt\*) gezeigt hat, an einem und demselben Individuum an derselben Arterienstelle, an welcher bei normaler Körpertemperatur normale Pulscurven auftreten, rotundo-tarde Curven erhält, wenn die Körpertemperatur erheblich unter die Norm sinkt, so ist man berechtigt, in solchen Fällen lediglich eine Abnahme der Leistungsfähigkeit des Herzventrikels für die rotundotardigen Curven verantwortlich zu machen.

Hiemit glaube ich folgende Sätze bewiesen zu haben:

Wolff's Erklärung der sogenannten normalen und der tarden Pulscurven ist unrichtig.

Verminderte Leistung der vasomotorischen Nerven bewirkt nicht tarda Pulscurven, sondern dicrote Curven mit spitzen Gipfeln.

Der gemeine puls. tardus ist bedingt durch vermehrten Widerstand des Verästlungsgebietes der Art. radialis.

Der rotundo-tardus der Geisteskranken ist bedingt durch Abnahme der Leistungsfähigkeit des Herzventrikels.

Die tarden Pulscurven, welche sich bei der Mehrzahl der Geisteskranken finden, gestatten nicht den Schluss, dass die constitutionellen Neuropathien Griesinger's auf eine verminderte Leistung der vasomotorischen Nerven zurückzuführen seien.

---

\*) Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie 25. Bd. 5. und 6. Heft.

