

V. Die Wellenbewegung elastischer Röhren und der Arterienpuls des Menschen, sphygmographisch untersucht von Dr. H. Grashey, Director der Irrenanstalt zu Deggendorf. Leipzig, bei F. C. W. Vogel. Ref. P. Grützner.

In genanntem Werke unternimmt es der Verfasser, gestützt auf durchaus neue, umfangreiche Untersuchungen, die ebensowohl von dem ausserordentlichen Fleiss, wie der unhefängenen Kritik desselben Zeugnis geben, die Frage zu lösen, durch welche Ursachen der menschliche Puls in den durch die Sphygmographie bekannt gewordenen Formen bedingt werde.

Zunächst prüft G. die Leistungen des Marey'schen Sphygmographen an elastischen mit Wasser gefüllten Schläuchen, in welchen Flüssigkeitswellen erzeugt werden. Es kommt sehr viel auf die Methode an, dergleichen Wellen zu erzeugen, weil beispielsweise eine Art (Beseitigung eines den Schlauch comprimirenden Druckes, wodurch dem Wasser freier Abfluss gestattet wird) zu Fehlerquellen führt. Durch die genannte Methode wird nicht blos eine sogenannte positive Welle, welche mit Druckerhöhung einhergeht, sondern kurz vor ihr (indem der Binnenraum des Schlauches durch Entfernung der comprimirenden Vorrichtung vergrössert wird) eine negative Welle erzeugt, die sich durch eine Herabsetzung des Druckes documentirt. Sitzt solch' eine kleine negative Welle auf dem aufsteigenden Schenkel einer grösseren positiven auf, so gleicht eine derartige Curve einer anacroten Pulscurve. Die künstlich von Landois erzeugten kataroten Wellen in Gummischläuchen entstanden auf genannte Weise. — Positive und negative Wellen pflanzen sich mit einer bestimmten, von mannigfachen Factoren abhängigen Geschwindigkeit über den Schlauch fort. Gelangen sie an das offene Ende des Schlauches, so kehren sie als ungleichnamige Wellen von hier nach dem Centrum zurück. Ist also beispielsweise eine positive Welle an dem Ende des Schlauches angekommen, so fliesst Wasser aus dem Schlauche heraus; an der Abflussstelle sinkt der Druck plötzlich und eine negative Reflexwelle läuft von dieser Stelle aus centripetal zurück. Ist der Schlauch geschlossen, so kehren die Wellen als gleichnamige Reflexwellen zurück. Ist die elastische Röhre an ihrem Ende nicht vollständig offen, so bilden sich eine positive und eine negative Reflexwelle. Geht dieselbe schliesslich in eine weitere oder dehnbarere Röhre über, so wird eine ungleichsinnige, geht sie in eine engere Röhre über, so wird eine gleichsinnige Reflexwelle erzeugt. Die Wellen, so verschieden sie sein mögen, interferiren nun mit einander, wenn beide zu demselben Moment an derselben Schlauchstelle anlangen, schwächen sich also ab oder verstärken sich je nach ihrer Art. Complicirte, aber aus den obigen Experimenten sich ergebende Verhältnisse walten ob, wenn ein elastischer Schlauch sich mehrfach theilt. Alle Wellen verlieren nach einem gewissen Verlaufe ihre lebendige Kraft.

Lässt man den aus einem Reservoir heraustretenden Schlauch nicht frei, beziehungsweise in Zweige gespalten enden, sondern in ein zweites (gewöhnlich kleineres Reservoir) übertreten, so wie es Moëns gethan hat, dann ändern sich die Verhältnisse. Es werden zwar Bewegungen der Flüssigkeit beobachtet, zum Theil ähnlich denen, die bereits Moëns beschrieben, aber in durchaus anderer Weise erklärt. Namentlich macht G. auf die Existenz negativer Wellen und Reflexwellen aufmerksam, die sowohl Landois als Moëns, der Erstere als Eigenschwingungen der Gefässwand, der Letztere als sogenannte Schliessungswellen aufgefasst hat. Unter Schliessungswellen verstand M. Wellen, welche bei obiger Anordnung entstanden, sobald der continuirlich fliessende Wasserstrom durch Schliessung eines in unmittelbarer Nähe vom Hauptreservoir befindlichen Hahnes unterbrochen wurde. Hierbei sollte die in Bewegung befindliche Flüssigkeit vermöge der ihr innewohnenden Geschwindigkeit sich allerdings weiter fortbewegen, aber da sie von hinten keinen Zufluss bekommt, in der Nähe des Hahnes einen negativen Druck erzeugen, sich wieder rückwärts bewegen, und an das centrale Ende anprallend, zu einer positiven Schliessungswelle Veranlassung geben. G. weist durch ungemein sinnreiche messende Versuche nach, dass alle diese Annahmen irrig sind, indem er Sphygmographen an verschiedenen Stellen des Schlauches anbringt und von den Spitzen der zeichnenden Fühlhebel in kleinen Zwischenräumen ($\frac{1}{100}$ Secunden) Funken eines Ruhmkorff'schen Apparates durch das Papier der Apparate durchschlagen lässt. Die so erhaltenen Curven kann man nun auf das Genaueste zeitlich miteinander vergleichen. Man weiss also beispielsweise, dass der Punkt der Curve a, wo der zehnte Funke durchgeschlagen hat, genau zeitlich zusammenfällt mit dem Punkte der Curve b, wo ebenfalls der zehnte Funke seine Marke in die Curve gemacht hat.

An diesen rein physikalischen Theil der Arbeit schliesst sich der physiologische. Jede Systole, so lautet der erste Satz von G., sendet durch das Arteriensystem eine positive, centrifugale Welle, die bekannte Puls- oder Systolewelle. Die Strömung aus dem Herzen (Herzartenstrom) dauert aber nur kurze Zeit und, indem sie unterbrochen wird, muss sich auf Grund obiger Versuche eine negative Welle in centrifugaler Richtung fortpflanzen, die G. die erste diastolische Thalwelle nennt. So

wie nun die Contraction des Ventrikels beendet ist, sinkt im Ventrikel hinter den Semilunarklappen der Druck plötzlich wenigstens auf 0. In Folge hiervon muss ein Theil des im Aortenanfange unter positivem Druck stehenden Blutes gegen den Ventrikel ausweichen; diese rückwärts ausweichende Blutbewegung veranlasst eine zweite (negative) diastolische Thalwelle, welche unmittelbar auf die erste folgt. Durch den eben geschilderten Rückstrom schliessen sich die Semilunarklappen. Ihr Schluss hält den Rückstrom des Blutes auf, es entsteht nothwendigerweise eine positive Welle, centrifugale Welle. Sie ist die bekannte, an jedem Pulse nachweisbare dicrotische Erhebung. G. nennt sie die positive Klappenwelle. Die vier genannten Wellen pflanzen sich nun von dem Ort ihres Entstehens mit bestimmter Geschwindigkeit, die G. einer neuen Untersuchung mit obiger zeitmessenden Methode unterzieht, in dem Gefässsystem fort, erlöschen zwar nach längerem Verlaufe, reflectiren aber vorher in mannigfacher Weise und interferiren dann, was man bisher übersehen hatte, untereinander. Sind die Reflexwellen der oben beschriebenen primären Wellen den ursprünglichen gleichsinnig, so ergibt sich, wie Rechnung und Construction zeigen, dass die Dicrotie des Pulses geringfügig ist; sind die Reflexwellen ungleichnamig (was, wie oben erwähnt, dann stattfindet, wenn Wellen aus einem weniger nachgiebigen in einen mehr nachgiebigen Schlauch übergehen), dann wird die Pulscurve hochgradig dicrotisch. Es bringt hiernach G. die Stärke der Dicrotie eines Pulses mit der Art in Zusammenhang, wie die ursprünglich erzeugten Wellen reflectirt werden. Schlaffe Gefässe reflectiren aber die Wellen anders, als gespannte, daher der hochgradig dicrotische Puls im ersten Falle, der wenig dicrotische im zweiten. Die positive Klappenwelle, zu der sich also, wie erwähnt, die reflectirten Wellen algebraisch addiren, wird schliesslich noch einer besonderen Untersuchung unterzogen, aus welcher hervorgeht, dass alle, anderen Ansichten über ihre Entstehung (das heisst, also über die Dicrotie des normalen Pulses), wie sie von Marey, Landois, Moëns u. A. ausgesprochen worden sind, auf Irrthümern beruhen. Aus der Pulscurve selbst schliesst dann G. auf die Dauer der verschiedenen Acte der Herzthätigkeit, unter Anderem des Herzaortenstroms, den er zu etwa 0,25 Secunden annimmt.