

physiques sous l'influence desquels ils se manifestent.

Ces idées se trouvent dispersées dans un grand nombre de publications parues surtout en Allemagne, en Autriche et en Suisse, mais dans ce dernier livre de CONRAD, elles sont condensées en un petit manuel qui présente sous une forme aisément accessible toutes les méthodes modernes de la climatologie. On y trouve en particulier

les méthodes d'une statistique adaptée aux problèmes concernant les approximations, les variations, les distributions de fréquence et basée sur la théorie de probabilité. Cet ouvrage de CONRAD est donc appelé à jouer un rôle important dans le développement futur de la climatologie.

W. MÖRIKOFER

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

EXPERIENTIA MAJORUM

Notizen zur Geschichte der Sphygmographie

III¹

Der Übergang von der blutigen zur unblutigen Pulsschreibung

In der Entwicklung der Sphygmographie während des 19. Jahrhunderts lassen sich deutlich verschiedene Abschnitte unterscheiden, aus denen jedoch hier nur einzelne, bisher wenig beachtete Punkte herausgegriffen werden sollen:

1. Die blutige Methode wird von den Vertretern der reinen physiologischen Experimentalwissenschaft bis zur maximalen Leistungsfähigkeit ausgebaut, ohne daß irgendwelche praktischen Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

2. Im Interesse der klinischen Verwendbarkeit der Sphygmographie sucht man nach technisch einfachen und mathematisch einwandfrei konstruierten Apparaten, die am Krankenbett verwendet werden können.

3. Um den von der klassischen Sphygmographie vernachlässigten diagnostisch wichtigen Volumpuls zu erfassen, werden von einzelnen Forschern grundlegend neue Methoden erdacht, die auf der Volummetrie beruhen.

An der Schwelle des 19. Jahrhunderts steht ein Biologe, der auch die Probleme des Blutkreislaufes in den Kreis seiner umfassenden Experimentierkunst einschloß. LAZARO SPALLANZANI (1729–1799), ein Vertreter der HALLERSchen Forschungsrichtung, sucht in seinen «Expériences sur la circulation observée dans l'universalité du système vasculaire» (Paris 1800) die Dilatation der Arterie während der Systole des Herzens direkt zu messen. Im 7. Abschnitt², wo die Ursache des Arterienpulses behandelt ist, berichtet SPALLANZANI über seine «neuen Beweise» für die Erweiterung der Aorta. Am Salamander legt er um die beinahe vollständig isolierte Hauptschlagader einen verschließbaren Ring, dessen innerer Durchmesser etwas weiter ist als derjenige der Aorta im dilatierten Zustande und beobachtet dann innerhalb des frei hängenden Ringes die Verminderung des Zwischenraumes während der Herzsyntole und dessen Vergrößerung während der «Kontraktion» der Arterie. Der Erweiterung proportional ist die Verlängerung der Arterie, wie sich SPALLANZANI in einem späteren Versuch ausdrückt; zwischen zwei Ligaturen fehlt sowohl die Dilatation wie die Verlängerung. Und am Schluß seines Werkes stellt der Verfasser in allgemeiner Hinsicht folgendes fest: Der Grad der Erweiterung ist abhängig von der Größe des Gefäßes und verschieden bei verschiedenen Tieren; das Kaliber der

Arterie nimmt häufig um die Hälfte zu. Auf die Frage des im Gefäß herrschenden Druckes läßt sich der vorwiegend an der Biologie der niederen Tiere interessierte italienische Gelehrte nicht ein. Seine Methodik, die auch in der Geschichte der Sphygmographie wenigstens erwähnt zu werden verdient, wurde übrigens in teilweise weniger einwandfreier Form später von den Physiologen der französischen Schule wiederholt (FLOURENS, POISEUILLE)¹.

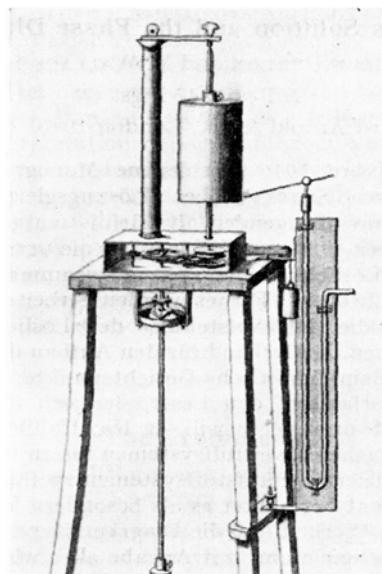


Fig. 1. Das von LUDWIG erfundene Kymographion stellt den ersten Apparat zur graphischen Registrierung physiologischer Vorgänge dar. (Nach A. W. VOLKMANN, Haemodynamik. Leipzig 1850.)

1. Betrachten wir ein modernes Lehrbuch der Physiologie, so wird in der Lehre von der Blutbewegung in den Kapillaren noch heute der Name von JEAN-LÉONARD-MARIE POISEUILLE (1799–1869) an der Spitze stehen. Die in den späteren, dieses schwierige Gebiet betreffenden Abhandlungen erreichte Meisterschaft des Pariser Arztes kündet sich schon in seiner Doktordissertation an, die im Jahre 1828 unter dem Titel «Recherches sur la force du cœur aortique» erschien². Wichtiger als seine sinnreiche Einrichtung zum Nachweis der Arteriendilatation (vgl. Anm. 1) ist seine neue Methode

¹ Vgl. E. J. MAREY, La circulation du sang. Paris 1881, p. 197 f.

² Unter demselben Titel gab er im gleichen Jahre eine zweite selbständige Abhandlung heraus, die weitere Blutdruckmessungen wiedergibt und eine Erweiterung des im J. Physiol. expér. 8, 272 bis 305 (1828) veröffentlichten Aufsatzes darstellt.

¹ Teil I und II siehe Fasc. 4 und 6 (1947) dieser Zeitschrift.

² Expérience CXLVI, p. 355.

der Blutdruckmessung. In dieser knüpft er bewußt an HALLES an, sucht jedoch die verschiedenen, mit dessen Steigrohr verbundenen Unzulänglichkeiten zu vermeiden. Er führt einen U-förmig gebogenen statt des geraden Zylinders ein¹, verwendet als Lösung das spezifisch schwere Quecksilber und sucht die Blutgerinnung in der Kanüle durch den Zusatz von «sous-carbonate de soude» zu verhindern. Mit seinem Apparat, für den er den Namen «Haemodynamometer» wählt, stellte er zusammen mit D'ESPINE² u. a. zahlreiche Meßversuche an Hunden und Pferden an, wobei er sein Augenmerk besonders dem Einfluß der Atembewegungen zuwandte. Er konnte die Ansicht früherer Autoren (HALLER, LAMURE und LORRY, MAGENDIE) bestätigen, daß der Blutdruck bei der Inspiration sinkt und bei der Expiration steigt. Nur ganz spärlich sind indessen die Anknüpfungspunkte an klinische Probleme (Husten usw.).

Der Apparat von POISEUILLE diente vielen zu gleichen Zwecken konstruierten Sphygmographen als Vorbild. Wir können hier auf deren Aufzählung um so eher verzichten, als es sich bei ihnen nur um geringfügige technische Abwandlungen des ursprünglichen Modells handelt. Einen neuen Auftrieb erhielt die Kreislaufforschung von ganz anderer Seite, nämlich dadurch, daß KARL LUDWIG (1816–1895), damals noch Extraordinarius für Anatomie in Marburg, die Schwankungen des Quecksilbers in der Kanüle des POISEUILLESchen Apparates graphisch festzuhalten vermochte. In seiner, im ersten Teil dieser Skizze genannten Arbeit aus dem Jahre 1847 brachte er über dem Quecksilber im aufsteigenden Schenkel der U-Röhre einen mit einer Schreibvorrichtung versehenen Schwimmer an. Das Auf- und Absteigen der Flüssigkeit wurde durch diesen auf ein mit Fuß überzogenes Papier übertragen, das auf einer sich gleichmäßig drehenden Trommel aufgespannt war. Der von LUDWIG erfundene Apparat ist in der ersten Abbildung nach dem früher erwähnten Werk von VOLKMANN reproduziert³. LUDWIG hatte schon vorher durch seine Schüler LUDWIG SPENGLER und K. F. W. MOCK im Jahre 1843 einzelne Fragen der in theoretischer Hinsicht von E. H. WEBER (1795–1878) stark geförderten Pulslehre bearbeiten lassen und benützte die neue Apparatur dazu, um den Einfluß der Atembewegungen auf den Puls zu erforschen.

Wir können hier nicht auf die sehr eifrig diskutierten Fragen des Schreibgerätes, der gleichmäßigen Rotation der Trommel und der graphischen Registrierung eingehen. Es sei lediglich die Tatsache vermerkt, daß eine mit Fuß überzogene Fläche für die genaue Erfassung von Bewegungsvorgängen schon früher in der Physik benutzt worden war. Sie läßt sich einwandfrei nachweisen bei den beiden Physikern JEAN-MARIE-CONSTANT DUHAMEL (1797–1872) und GUILLAUME WERTHEIM (1815–1861), von denen sich der erste mit den Saitenschwingungen⁴ befaßte. Dort ist von einem «plan mobile» die Rede, der dem daraufgebrachten Gegenstand wenig Reibung entgegenseztes. Doch will DUHAMEL schon 15 Jahre vorher zu dieser Art der Aufzeichnung physikalischer Bewegungen gelangt sein, und zwar auf Grund einer Anregung durch Apparate von WATT⁵

¹ Siehe rechter Teil der Fig. 1.

² Offenbar handelt es sich um den später als Statistiker der Medizin bekanntgewordenen Genfer J. MARC D'ESPINE (1805–1860).

³ Die Tafel in der Originalabhandlung MÜLLERS eignet sich nicht für die Reproduktion.

⁴ Vibrations d'une corde flexible, chargée d'un curseur. C. R. Acad. Sci. 11, 17 (1840).

⁵ JAMES WATT (1736–1819), am besten bekannt als Konstrukteur der ersten leistungsfähigen Dampfmaschine.

und EYTELWEIN. In der zur Verfügung stehenden Zeit war es mir nicht möglich, in den Schriften der beiden Physiker die entsprechenden Apparate zu finden. Es wird sich bei EYTELWEIN¹ am ehesten um Studien über die Elastizität, bei WATT vielleicht um solche an Musikinstrumenten gehandelt haben, über die uns sein Biograph J. P. MUIRHEAD berichtet. Am deutlichsten äußert sich der aus Österreich gebürtige WERTHEIM über die später von LUDWIG übernommene Methode. In seinen «Recherches sur l'élasticité»², im Kapitel über die «Vibrations transversales», berichtet er über die von DUHAMEL verwendeten Glastafeln, die mit einer Schicht von «noir de fumée» überzogen seien und durch ein Gewicht³ in Bewegung gesetzt würden. Doch soll sich diese Methode zur Bewegung der Platte wegen der ungleichförmigen Bewegung nicht bewährt haben.

LUDWIG bediente sich für die Bewegung der Trommel eines Uhrwerkes, «welches von einem Gewicht getrieben und durch ein Rotationspendel reguliert» wurde, also einer ähnlichen Vorrichtung wie WERTHEIM. Der Marburger Forscher gibt selbst zu, daß dieses Uhrwerk an Genauigkeit zu wünschen übrigläßt. Doch wurde erst von MAREY der Versuch einer grundlegenden Verbesserung unternommen. Die Originalität der Erfindung Ludwigs liegt nicht nur darin, daß er das POISEUILLESche Instrument mit dem Kymographion kombinierte und damit den Arterienpuls graphisch registrierte. Sondern er ging von Anfang an darauf aus, zwei physiologische Vorgänge – nämlich den Blutdruck und den Druck im Pleuraraum – gleichzeitig aufzuzeichnen. Die durch diese doppelte Registrierung erzielten Nachteile überwiegen aber wohl die in der Idee als solcher liegenden Vorteile.

Ohne auf eine spezielle Kritik der von LUDWIG aus seinen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen einzugehen, sei hinsichtlich der erhaltenen Kurven bloß festgestellt, daß diese dem wirklichen Druckablauf der Pulswelle nur zum geringsten Teil entsprechen, ja meistens handelt es sich entsprechend den zu hoch gestellten Versuchsanforderungen um grobverzerrte Kurven. In der Regel entsprechen die LUDWIGSchen Kurven den in Fig. 3 abgebildeten von VIERORDT, auf eine Wiedergabe der Tafeln LUDWIGS kann daher hier verzichtet werden. Nur ein einziges Mal⁴ stellen wir einen beim Pferd erhaltenen Pulsus dicrotus fest, der von LUDWIG (u. auch v. VIERORDT, s. S. 337, Kol. 1, unten) offenbar als abnorm beurteilt wurde. In allen übrigen Fällen wurde die Kurve mit gleichmäßigen Schenkeln als normal betrachtet, auf eine exakte Analyse der einzelnen Kurvenwelle, wie sie später namentlich MAREY versuchte, wird bei LUDWIG völlig verzichtet. Statt sich auf das eine Phänomen zu konzentrieren, schießt LUDWIG mit seiner zweifachen Registrierung über das Ziel hinaus und beeinflußt die späteren Untersucher durch seine gleichmäßigen Kurven in ungünstigem Sinn.

Was die graphische Methode als solche betrifft, so wurde diese von LUDWIGS Zeitgenossen sogleich als gewaltige Bereicherung der physiologischen Methodik begrüßt. Das Kymographion⁵ hat ja bis auf den heutigen Tag an Bedeutung nichts eingebüßt. Schon einige Jahre nach seiner Erfindung wurde es (in verbesserter Konstruktion von A. W. VOLKMANN) für weitere Probleme

¹ JOH. ALB. EYTELWEIN (1764–1848), preußischer Ingenieur.

² Ann. Chim. Phys., 3me sé., 12, 392 (1842).

³ «Tourne-brocche à poids».

⁴ In Fig. 7, Tafel XI; dazu Text S. 245, inkl. Ann. 2.

⁵ Heute versteht man darunter im Gegensatz zum ursprünglichen Sinn dieser Bezeichnung bei VOLKMANN nur noch die rotierende Trommel.

der Sphygmographie, daneben aber von HERMANN HELMHOLTZ (1821-1894)¹, bekannt als «Myograph», auch für die Aufzeichnung von Muskelbewegungen verwendet.

2. Obgleich die Einführung des Manometers in das Blutgefäß des lebenden Tieres zum Studium der verschiedenen Pulsarten usw. später weiter verbessert werden konnte, schlug die medizinische Sphygmographie schon kurze Zeit nach dem Erscheinen von A. W. VOLKMANNS grundlegendem Werk (1850) andere Wege ein. Das mit ihr erstrebte Ziel kennzeichnet der Begründer der neuen Methode, KARL VIERORDT (1818-1884) in Tübingen mit folgenden Worten²: «Es ist deshalb eine dringende Aufgabe, Technismen aufzustellen, welche es ermöglichen, die der Medizin vor Allem wichtigen Einzelqualitäten des Pulses und die mannigfaltigen Mo-

thode stellt das 1834 von JULES HÉRISSON beschriebene «Sphygmometer»¹ dar, bei dem eine mit einer Membran verschlossene Quecksilberröhre auf die Arterie aufgesetzt wird. Die Methode ist keineswegs so tadelnswert, wie VIERORDT meint. Erkennen wir in ihr doch die technische Vorstufe – wenn nicht das Vorbild – des vom deutschen Arzt SAMUEL SIEGFRIED VON BASCH (1837 bis 1905) im Jahre 1881 eingeführten Sphygmomanometers² das den methodischen Grundgedanken der heute in der täglichen Praxis verwendeten Blutdruckmessung bereits in sich schließt. Direktere Beziehungen zum VIERORDTSchen Sphygmographen – die Bezeichnung stammt vom Erfinder selber – weisen zwei Mitteilungen in der Literatur der dreißiger Jahre auf, die VIERORDT bei seinen Vorarbeiten vielleicht begegneten. Doch sind sie in seinem geschichtlichen Passus nicht erwähnt. In einem aus Paris an den Physiologen JOHANNES MÜLLER (1801 bis 1858) als Herausgeber des «Archivs für Anatomie»³ gerichteten Brief weist ein gewisser BEHN auf die unbewußten Bewegungen der menschlichen Extremitäten hin, die bei Versuchen mit dem magnetischen Pendel vom bekannten Chemiker MICHEL-EUGÈNE CHEVREUL (1786-1889) nachgewiesen worden waren. BEHN beobachtete an sich selbst, «... daß wenn die Kniekehle meines einen Beines auf dem Knie des andern ruhte bei frei herabhängenden Unterschenkeln, der schwelende Fuß in einer steten, aller Willkür fremden Bewegung verharre» und sah in dieser ein «Anzeichen der Bewegung des Herzens». Weiter wurde jedoch von dem deutschen Arzt die Feststellung nicht verwertet. Der Tübinger Physiolog schöppte aus diesem sicher auch schon früher beobachteten, alltäglichen Phänomen die Anregung zur Konstruktion seines neuartigen Pulsschreibers.

Der zweite, in technischer Hinsicht ganz unmittelbar mit VIERORDTS Apparat zusammenhängende Vorschlag stammt aus der Feder eines einfachen englischen Landpraktikers in Dorset Terrace. Der auch als Pionier der Endokrinologie bekannte THOMAS WILKINSON KING (1809-1847) hatte offenbar im Jahre 1836, in dem auch die Abhandlung über die Schilddrüsenfunktion erschien, den Höhepunkt seiner kurzen wissenschaftlichen Wirksamkeit erkommen. Denn in der «London Medical Gazette»⁴ erschien eine kurze, als Anregung gedachte Mitteilung «über Pulsation in den Venen, die Ursachen dieses Phänomens und die Art, es zu beobachten». Ausgehend von der Pulsation der Stirnvenen, die KING nach einer reichlichen Mahlzeit im hellen Sonnenlicht besonders deutlich beobachten konnte und die er in einer früheren Studie auf die Systole des linken Ventrikels zurückgeführt hatte, kam der junge Arzt auf den Gedanken, diesen Venenpuls durch ein «genügend empfindliches Instrument» zu verstärken und damit überall nachzuweisen. Diesen Zweck schien ihm «ein feiner, aber fester, haarförmiger Hebel, mit langem Zeiger»⁵, der neben der Vene mit Wachs befestigt und quer über das pulsierende Gefäß gelegt wird, am besten zu erfüllen. Er führte damit an verschiedenen Personen und an sich selbst Versuche aus, die eine befriedigende Verstärkung der Pulsation ergaben. KING scheint jedoch später diese Versuche nicht weitergeführt zu haben.

Offenbar unabhängig von den beiden eben genannten Gelehrten gelangte nun VIERORDT zu seinem Sphygmo-

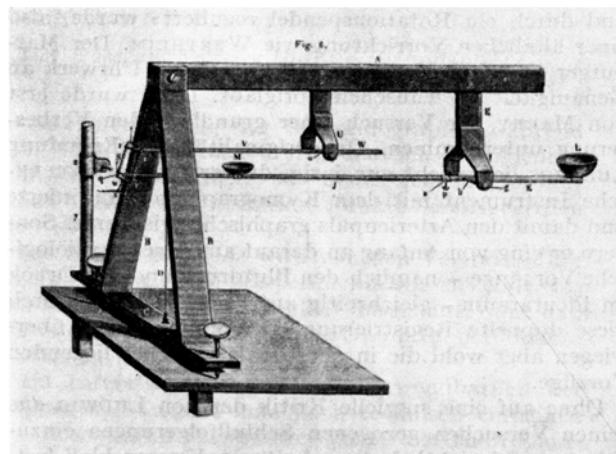


Fig. 2. Der VIERORDTSche Sphygmograph, der für die unblutige Pulsschreibung richtunggebend wurde. Es ist nur die eine Hälfte des Apparates dargestellt, auch fehlt die Rotationstrommel. (Nach VIERORDT, Der Arterienpuls. Braunschweig 1855.)

difikationen dieser Qualitäten im gesunden und kranken Zustande mit Schärfe und unter sich wieder unterscheiden zu können.» Bei einem Blick auf die Physiologie des letzten Jahrhunderts läßt sich tatsächlich feststellen, daß seit etwa 1850 die um ihrer selbst willen betriebene Experimentalwissenschaft am Lebenden einer Forschungsrichtung Platz macht, die auch die krankhaften Funktionen umfaßt. Als eine der ersten Auswirkungen dieser Neuorientierung von der Klinik her dürfen wir die von VIERORDT eingeführte unblutige Methode der Sphygmographie betrachten. Mochte diese auch zahlreiche Mängel aufweisen, so waren doch durch sie grundsätzlich neue Möglichkeiten der Pulsforschung gegeben. Die pathologische Physiologie hatte sich ein neues wichtiges Feld erobert.

Als Gelehrter von weitem Horizont, den wir im Tübinger Physiologen bewundern müssen, geht VIERORDT den frühesten Versuchen der künstlichen Pulsverstärkung nach, deren erste Anzeichen er schon bei STRUTH findet. Ich muß dafür auf seine Darstellung verweisen und möchte diese hier nur ergänzen, soweit dies notwendig erscheint. Eine Kombination der Manometer mit der von VIERORDT inaugurierten «trockenen» Me-

¹ «Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animaler Muskeln...», Arch. Anat. Physiol. 276-364 (1850).

² Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen. Braunschweig 1855, S. 17.

¹ «Le sphygmomètre, qui traduit à l'œil toute l'action des artères. Ref. Schmidts J. Bücher 5, 353f. (1885), mit Abb.; vgl. den Bericht von SERRES und MAGENDIE darüber, ibid., 7, 51 (1835).

² Z. klin. Med. 2, 79-96 (1881).

³ Ibid., Jg. 1835, S. 521.

⁴ 18, 530 (1936).

⁵ «... a fine, but firm, capillary lever, with a long index radius».

graphen, den er im Jahre 1853 an der Versammlung deutscher Ärzte und Naturforscher erstmals demonstrierte¹. Die erste Veröffentlichung aus der Feder VIERORDTS erschien in dem von ihm redigierten «Archiv für physiologische Heilkunde»². Der in Fig. 2 wiedergegebene Apparat, von dem aus Raumgründen nur die linke Hälfte abgebildet ist, besteht aus zwei langen Hebel-

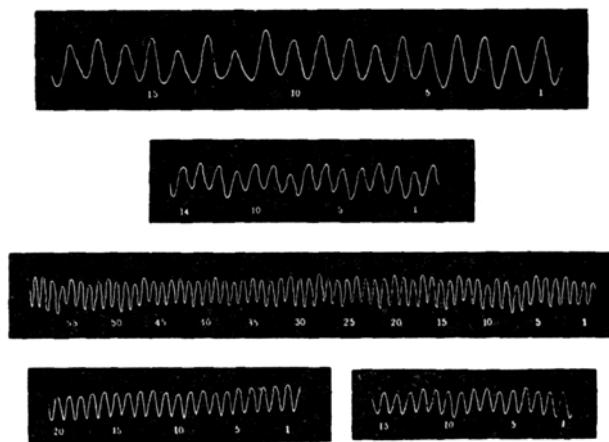


Fig. 3. Mit dem VIERORDTSchen Apparat erhaltene Kurven des seit langem bekannten Pulsus intermittens. Im Gegensatz zu einzelnen Stellen anderer Tafeln fehlt hier der Dikrotismus vollständig. Entsprechende Kurven erhielt auch KARL LUDWIG mit dem in Fig. 1 abgebildeten Instrument.

armen, die zur Übertragung der von p aufgenommenen Dilatation der Arteria radialis auf den Schreibhebel x dienen. Die Länge des Armes J führt zu einer wesentlichen Verstärkung der Pulswelle. Die Schalen M und L dienen zum Einlegen von Gewichten, die die richtige Belastung des registrierenden Teiles ermöglichen. Wie die Abbildung zeigt, handelt es sich um einen sehr voluminösen Apparat. Eine ambulante Verwendung war gar nicht möglich. Schlimmer war aber die Tatsache, daß VIERORDT damit zwar die Frequenz, Spannung und den Rhythmus des Pulses richtig zu erfassen vermochte, daß die erhaltenen Kurven (s. Fig. 3) jedoch die Art des Druckablaufes falsch wiedergaben. Der Tübinger Forscher ging von der Voraussetzung aus, daß die von LUDWIG und VOLKMANN erhaltenen Pulskurven richtig seien, den Pulsus dicrotus in der LUDWIGSchen Publikation hielt er für ein Kunstprodukt³. Tatsächlich ist die von VIERORDT am LUDWIGSchen Kymographion geübte Kritik teilweise berechtigt, aber ebenso viele Mängel besaß seine eigene Methode. Auf eine Würdigung des Sphygmographen im einzelnen können wir uns nicht einlassen, es muß dafür auf die verschiedenen Fachschriften (MAREY, MACH, CYON, PETTER⁴) verwiesen werden.

Gewissermaßen als Ausblick auf die spätere Entwicklung der Sphygmographie sei noch das Instrument von

1 Der entsprechende 30. Band des «Amtl. Berichtes über die Versammlung deutscher Ärzte und Naturforscher» fehlt leider in der uns zur Verfügung stehenden Reihe.

2 13, S. 284f., mit einer Kurve.

3 1855, S. 7.

4 MAREY, Recherches (1860), Näheres s. die nebensteh. Anm. 2 - ERNST MACH, Zur Theorie der Pulswellenzeichner. Sitzber. Kais. Akad. Wiss. Wien, math.-physik. Kl., 46, 157-174 (1863). - E. CYON, Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen. Gießen und St. Petersburg 1876, S. 156f. - J. PETTER, Kritische Studie zur Entwicklung des Sphygmographen. Diss. med. Gießen 1906, S. 18-23, 52.

22 Exper.

ETIENNE-JULES MAREY (1830-1904) erwähnt, das im Jahre 1859 der «Société de Biologie» in Paris vorgeführt wurde (s. Fig. 4). Dadurch, daß der voluminöse Mechanismus der Gewichte, der bei VIERORDT das Anlegen der Pelotte p an die Arterie besorgen mußte, durch eine Stahlfeder ersetzt wurde, konnte die Apparatur wesentlich mobiler und leichter gestaltet werden. Auch war hier die zur Registrierung nötige Fläche direkt am Apparat angebracht. MAREY, der im Verlauf der nächsten Jahrzehnte zur größten Autorität in der Methode der graphischen Registrierung heranwuchs, war auch der erste, der den Mechanismus der Entstehung der Pulswelle an totem Material (mit Wasser gefüllten Schläuchen) eingehend untersuchte und den Pulsus dicrotus als die normale Art des Druckablaufes in der Arterie nachwies¹. Seine exakte Methode wurde nach den verschiedensten Richtungen ausgewertet, so auch zum Studium des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den arteriellen Druck und die Form des Pulses. Die zu diesem Problem angestellten Untersuchungen sind in Fig. 5 dargestellt². Die obere Kurve zeigt den wechselnden Einfluß der Exspiration und Inspiration, die untere die Wirkung einer gewaltsamen Inspiration unter Abschluß der oberen Luftwege. Eine abschließende Darstellung der wichtigsten Teile der Kreislaufforschung im 19. Jahrhundert gibt JULES MAREY in seinem klassischen Werk «La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies» (Paris 1881). Einen vorläufigen Abschluß scheint die Sphygmographie in technischer Hinsicht durch die Arbeiten des deutschen Physiologen OTTO FRANK³ gefunden zu haben, dessen Apparat noch heute kaum überholt sein dürfte.

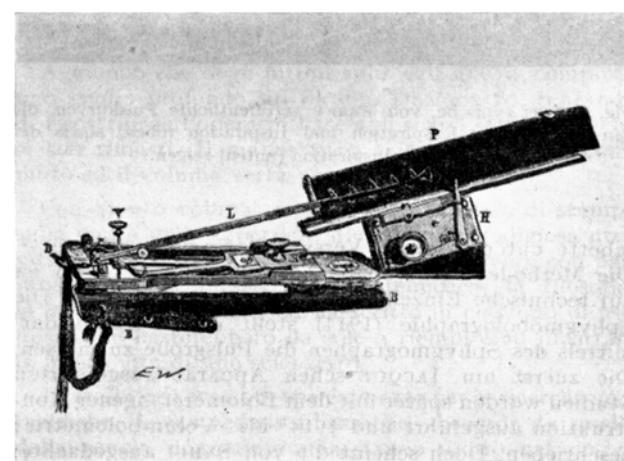


Fig. 4. Der von JULES MAREY konstruierte Sphygmograph, bei dem die Pulspelotte durch eine Feder an die Arterie angedrückt wird. (Nach MAREY, Recherches sur le pouls, 1860.)

3. Von den volumetrischen Verfahren sei zuerst die sogenannte Plethysmographie, also die Aufzeichnung des Volumpulses genannt. Auch sie geht auf den schöp-

1 Siehe seine erste Arbeit dieser Richtung: «Du pouls et des bruits vasculaires», J. Physiol. 2, 259-280, 420-447 (1859).

2 «Recherches sur le pouls au moyen d'un nouvel appareil enregistreur, le sphygmographe», C. R. Soc. Biol. Paris, 3me sér., 1, 281 à 309 (1860), auch selbständig erschienen.

3 Vgl. besonders die mit J. PETTER verfaßte Mitteilung: Ein neuer Sphygmograph, Z. Biol. 49, 70-76 (1907).

ferischen Genius des jungen POISEUILLE zurück, konstruierte er doch einen doppelwandigen Zylinder, der an die freigelegte Arterie angelegt werden mußte. Die zwischen den beiden Wänden befindliche Flüssigkeit zeigt die Erweiterung der Arterie an einem mit ihr in Verbindung stehenden Manometer an. Ähnliche Apparate wurden später von VALENTIN u. a. gebraucht. Am Menschen scheint eine geschlossene Kammer zur Messung der Volumvermehrung des Armes und der Hand durch die Pulswelle erstmals von CHELIUS angewendet worden zu sein¹ (1850). Die ersten brauchbaren Plethysmographen wurden von FICK, BUISSON u. a. konstruiert.

Als weitere Modifikation der Sphygmographie sind abschließend noch die beiden Verfahren des Berner Klinikers HERMANN SAHLI (1856–1933) zu nennen, die er unter den Bezeichnungen Sphygmobolometrie und Sphygmobolographie in die klinische Diagnostik einführte. Die erstere mißt «die Kompressionsarbeit, welche der Puls an einer pneumatischen Oberarmman-

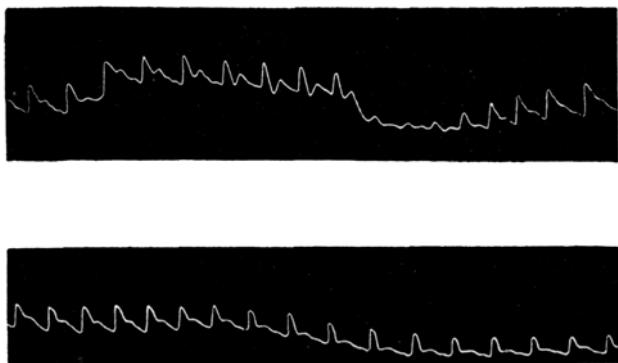


Fig. 5. Zwei typische, von MAREY veröffentlichte Pulskurven, die den Einfluß der Expiration und Inspiration (oben) sowie der gesteigerten Inspiration (unten) zeigen.

scheite unter gewissen Versuchsbedingungen leistet². Die Methode wurde später vervollkommen, doch ist auf technische Einzelheiten hier nicht einzugehen. Die Sphygmobolographie (1911) stellt den Versuch dar, mittels des Sphygmographen die Pulsgroße zu messen. Die zuerst am JACQUETSchen Apparat ausgeführten Studien wurden später mit dem Bolometer eigener Konstruktion ausgeführt und 1914³ als «Volumbolometrie» beschrieben. Doch scheint die von SAHLI ausgedachte, mathematisch-physikalisch gut fundierte Methode für den praktischen Gebrauch allzu kompliziert, als daß sie sich in der ärztlichen Praxis allgemein hätte durchsetzen können. Immerhin kommt seinen ausgedehnten Untersuchungen erhebliche heuristische Bedeutung zu.

¹ Die in der Prager Vjschr. erschienene Originalarbeit war mir nicht zugänglich. Ich verweise auf die Angaben von VIERORDT (1855, S. 19) und MAREY (1881, S. 199f.).

² Die erste Veröffentlichung über diese Methode datiert aus dem Jahre 1907; für das vorliegende Zitat vgl. Korr.bl. Schweiz. Ärzte 41, 561–578 (1911).

³ Über die Volummessung des menschlichen Radialpulses, die Volumbolometrie, Dtsch. Arch. klin. Med. 115, 124–145 (1914).

Elogio di Federigo Enriques

Riassunto della «Commemorazione del Socio FEDERIGO ENRIQUES» letta da GUIDO CASTELNUOVO (Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei del gennaio 1947)

Nel novembre del 1892 venne a Roma per seguire il corso di LUIGI CREMONA, come studente di perfezionamento, un giovane non ancora ventiduenne, che si era laureato a Pisa l'anno precedente. Allievo di maestri quali il BETTI, il DINI, il BIANCHI, il VOLTERRA, quel giovane possedeva larghe vedute sulla nostra scienza, ma non aveva ancora fissato la meta delle sue ricerche. Desiderava familiarizzarsi col nuovo indirizzo di geometria algebrica che per iniziativa di CORRADO SEGRE si era cominciato a coltivare in Italia. Venne perciò da me a chiedere consigli. Stavo per suggerirgli la lettura di libri e memorie, ma mi accorsi subito che non sarebbe stata questa la via più conveniente. FEDERIGO ENRIQUES era un mediocre lettore. Nella pagina che aveva sotto gli occhi egli non vedeva ciò che era scritto, ma quel che la sua mente vi proiettava. Adottai quindi un altro metodo: la conversazione. Non già la conversazione davanti a un tavolo col foglio e la penna, ma la conversazione peripatetica.

Cominciarono allora quelle interminabili passeggiate per le vie di Roma, durante le quali la geometria algebrica fu il tema preferito dei nostri discorsi. Assimilate in breve tempo le conquiste della scuola italiana nel campo delle curve algebriche, l'ENRIQUES si accinse ardimente a trattare la geometria sopra una superficie algebrica. Egli mi teneva quotidianamente al corrente dei progressi delle sue ricerche, che io sottoponevo ad una critica severa. Non è esagerato affermare che in quelle conversazioni fu costruita la teoria delle superficie algebriche secondo l'indirizzo italiano.

Vi era, a dir vero, una Memoria fondamentale di MAX NÖTHER sull'argomento, nella quale il geometra tedesco, con grande acume, aveva gettato le basi ed eretto qualche pilastro dell'edifizio. Ma era una Memoria oscura, dove alcune proprietà erano stabilite con dimostrazioni faticose che non gettavano luce sulla questione, altre erano intuite più che dimostrate. Al contrario l'edifizio di cui l'ENRIQUES tracciò in pochi mesi il disegno, ha i pregi dell'armonia e della spontaneità.

La Memoria che contiene i risultati sull'argomento fu compiuta nei pochi mesi di quell'anno scolastico. Cominciata in gennaio, nel giugno 1893 fu presentata all'Accademia delle scienze di Torino e subito pubblicata.

Senza entrare in particolari troppo tecnici, dirò che in quella Memoria si trovano studiate a fondo le proprietà dei sistemi lineari di curve algebriche sopra una superficie, e vien definita, mediante una relazione funzionale, una operazione con la quale si passa da un sistema lineare ad un altro, detto il sistema aggiunto. Quella relazione funzionale lascia subito apparire che il residuo di un sistema lineare rispetto al proprio aggiunto non dipende dal sistema da cui si parte. Il detto residuo ha carattere invariante di fronte alle trasformazioni birazionali della superficie in un'altra e vien chiamato sistema canonico.

Dall'esame di questo sistema e dalle relazioni tra un sistema lineare e il proprio aggiunto si ricavano vari caratteri invarianti per trasformazioni birazionali: i generi. Anche nel lavoro citato di NÖTHER comparivano tre di questi caratteri, due dei quali si credeva a quel tempo dovessero coincidere salvo in un caso molto particolare. Risulta invece che le cose non stanno così, e che