DEUTSCHE MEDICINISCHE WOCHENSCHRIFT.

Mit Berücksichtigung des deutschen Medicinalwesens nach amtlichen Mittheilungen, der öffentlichen Gesundheitspflege und der Interessen des ärztlichen Standes.

Begründet von Dr. Paul Börner.

Neunzehnter Jahrgang.

Redacteur Geh. Sanitäts-Rath Dr. S. Guttman in Berlin W.

Verlag von Georg Thieme, Leipzig-Berlin.

I. Cardiogramm und Herzstossproblem.

Von Prof. Dr. F. Martius.

Cardiogramm heisst auf Deutsch Herzcurve, selbstverzeichnetes Herzbewegungsbild. Dem Wortlaut nach ist jede Curve, die den cyclischen Phasenablauf der Herzarbeit durch mechanische Registrirung wiedergibt, ein Cardiogramm. In diesem ganz allgemeinen Sinne wendet Marey, der geist- und erfindungsreiche Vater der Cardiographie, den Ausdruck *Tracés cardiographiques* (Cardiogramme) an, und die meisten Autoren sind ihm darin gefolgt. Gleich im ersten Anlauf beschritt Marey die verschiedensten Wege und ersann die mannigfachsten Instrumente, um selbstverzeichnete Bewegungsbilder des Herzens zu erhalten. Aber ob er die „cardiographische Sonde“ in das Innere des Pferdeherzens einführt, um den Druckablauf in Ventrikel und Vorhof zu studiren, oder ob er mit Hülfe des „Myographen“ die Zuckungcurve des ausgeschnittenen, blutleeren Froschherzens verzeichnen lässt; ob er die „Spitzenstosscurve“ des Menschen an unversehrter Brustwand oder mit anderen Instrumenten die „Pulsationen“ wechselnder Stellen des blossgelegten Herzens kleiner Säugethiere aufschreibt — auf jeden Fall ist ihm die gewonnene Curve ein Cardiogramm.

In der klinischen Medicin hat derselbe Ausdruck von vornherein einen ungleich beschränkteren Sinn. Der Arzt, der zu diagnostischen Zwecken das Herz eines Menschen untersucht, kann weder dasselbe blosslegen, noch eine Registrirsonde in das Innere desselben einführen. Nur der Theil der Herzbewegung, der sich unter günstigen Umständen sicht- und fühlbar auf die Brustwand überträgt, ist dem Schreibhebel des Untersuchers zugänglich. Von pathologischen Ausnahmefällen — angeborenen oder erworbenen Brustwanddefecten etc. — sehen wir hier zunächst ab.

Wenn der Kliniker das Wort Cardiogramm gebraucht, so meint er damit — wenn nicht anders bemerkt — ausschliesslich die Herzstosscurve des Menschen.

Neuere Arbeiten über die „Cardiographie“ führen sich mit Vorliebe mit dem Satze ein, dass die Widersprüche der einzelnen Autoren auf diesem Gebiete endlos und unüberbrückbar seien. Das ist für diejenigen Beurtheiler richtig, die kritiklos die verschiedenen Cardiogrammart durcheinanderwerfen und ohne viel Beweise etwa in der Herzstosscurve des Menschen ein getreues Bild des Druckablaufs im Hundeventrikel sehen wollen. Ob Marey sachlich an dieser Confusion Schuld ist, lasse ich dahingestellt. Sicher ist er es formell, insofern, als die erwähnte unterschiedslose Bezeichnung aller Herzcurven als Cardiogramme schlechthin mindestens den Anschein erwecken musste und erweckt hat, als wenn das alles form- und wesensgleiche Dinge seien. Und doch gehört verhältnissmässig wenig Scharfsinn und Ueberlegung dazu, um einzusehen, dass, ebenso wie es verschiedene „Arten“ oder Geschlechter von Pulscurven (v. Frey) giebt, es verschiedene Arten oder Geschlechter von Cardiogrammen geben müsse.

Die Neigung, Herzcurven ganz verschiedenen Ursprungs und ganz verschiedener Bedeutung zu identificiren, entsprang wohl der Beobachtung, dass solche Curven häufig eine gewisse äussere Formähnlichkeit zeigen. Am weitesten ist darin Fredericq gegangen, der eine völlige Uebereinstimmung zwischen der Kammerdruckcurve und der Herzstosscurve feststellen zu können glaubte.

Schon in meinen ersten Arbeiten über Cardiographie habe ich auf die Nothwendigkeit einer strengeren Scheidung der Herzcurven verschiedenen Ursprungs und verschiedener Bedeutung hingewiesen. Eine blosse äussere Formähnlichkeit genüge keineswegs, um Schlüsse

aus der einen Curvenart auf die andere zuzulassen. Es bedürfte jedesmal erst einer besonderen Untersuchung, um festzustellen, welche ausgezeichneten Punkte der einen und der anderen Curvenart identisch seien, d. h. derselben Phase der Herzbewegung entsprächen.

Diese Warnung bezog sich hauptsächlich auf den immer wiederkehrenden Versuch, die menschliche Stoss- mit der thierischen Druckcurve zu identificiren, mit anderen Worten, in der Herzstosscurve des Menschen den graphischen Ausdruck des Druckablaufs im Ventrikelinnern zu sehen.

Ich habe das für einen fundamentalen Irrthum erklärt. v. Frey und Engelmann sind zu derselben Ueberzeugung gekommen. v. Frey spricht ebenso wie ich die Ansicht aus, dass gerade dieser fundamentale Irrthum es sei, „der für die Deutung des Herzstosses verhängnissvoll geworden ist.“¹⁾

Die Gründe für diese Behauptung scheinen indess noch nicht recht durchgeschlagen zu haben. Wenigstens kommt Hürthle²⁾ in seinem neuesten Vortrage über das Cardiogramm wieder auf dieselbe Argumentation zurück, indem er einen Beweis für seine Annahme, dass der Uebergang des Plateaus in den absteigenden Schenkel an der Herzstosscurve des Menschen Systole und Diastole scheidet, einem Vergleich mit der Druckcurve des Thieres entnimmt. „Diese Annahme findet ausserdem noch eine Stütze in der grossen Aehnlichkeit, welche das Cardiogramm mit der Curve des Druckes in der Kammerhöhle von Thieren hat, an welcher der Moment der Erschlaffung unmittelbar zum Ausdruck kommt.“

Derartige „Beweise“ gehören wirklich zu den Kinderkrankheiten der Cardiographie, die eigentlich überwunden sein sollten. (Zur Sache selbst vergleiche man die unter (1) angeführte Arbeit von v. Frey).

A. Schmidt,³⁾ ein Schüler Hürthle's, verlässt sich wenigstens nicht mehr auf die blosse, äussere Formähnlichkeit. Er nimmt eine, auf einer besonderen Berechnung beruhende Vergleichung vor und kommt zu folgendem Schluss: „Das auffällige dieser Resultate besteht zunächst darin, dass in allen Versuchen der Anfang der Systole nicht mit dem Fusspunkt des Cardiogramms überhaupt, sondern mit einer Ecke im ansteigenden Schenkel zusammenfällt. Mit anderen Worten: es findet sich kein einziges typisches Cardiogramm darunter, welches ohne weiteres mit der Kammerdruckcurve übereinstimmt.“ Nun ja. Gewiss. Nur dass das nicht auffallend, sondern — wenn auch aus anderen Gründen — längst selbstverständlich ist, seitdem wir wissen, dass es sich um zwei Curvenarten ganz verschiedenen Geschlechtes handelt.

Mit der Behauptung Hürthle's, dass die Spitzenstosscurve der Kammerdruckcurve in manchen Fällen nicht nur ähnlich ist, „sondern dass sie derselben direkt gleichen kann,“ ist es also nichts. Und so wären wir denn über diesen Punkt in erfreulicher Weise einig. (Zwei Seiten später sagt Schmidt freilich wieder, dass „durch diese Versuche die viel angefochtene Aehnlichkeit der Stosscurve mit der Kammerdruckcurve zweifellos festgestellt sei.“)

Wie dem auch sei, ich muss mit einigen Worten noch bei diesem Gegenstand verweilen.

Schmidt insinuiert mir nämlich bei dieser Gelegenheit die sinnlose Behauptung, dass es überhaupt nicht gestattet oder möglich sei, eine Vergleichung zwischen beiden Arten von Curven vorzunehmen. Ich hätte mich mit scharfen Ausdrücken „gegen jeden derartigen Versuch“ ausgesprochen. Zwecks Widerlegung dieser vermeintlichen Ansicht erhebt er sich zu folgenden allgemeinen Sätzen:

„Es ist doch die Aufgabe der Wissenschaft, verschiedene Erscheinungen unter gemeinschaftlichen Gesichtspunkten zu ordnen, und die Erklärung einer Erscheinung besteht immer im Zurückführen derselben auf feststehende Thatsachen. Die menschliche Stoss- und die thierische Druckcurve haben nun, wie jeder zugeben wird, eine gemeinschaftliche Ursache, nämlich die abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung des Herzmuskels, und es ist deshalb nicht einzusehen, weshalb man zwei Folgeerscheinungen eines und desselben Vorganges nicht auch mit einander vergleichen sollte.“

Gewiss nicht. Das ist aber auch niemals behauptet worden. Sicher wenigstens nicht von mir. Das geht aus den Sätzen hervor, die zwischen den von Schmidt gemachten Citaten aus meiner Arbeit stehen, und die er ausgelassen hat. Diese Sätze lauten: „Welche Punkte der beiden Curven gleichen Phasen der Herzthätigkeit entsprechen, also untereinander identisch sind, das kann niemals aus jener zufälligen Formähnlichkeit erschlossen werden. Beim Thier lassen sich die identischen Punkte durch gleichzeitige Aufnahme beider Curven ermitteln (Roy und Adami).“ Dann kommt erst: „Der Vergleich der menschlichen Stoss- mit der thierischen Druckcurve hat überhaupt wenig Sinn und verleitet nur zu falschen Vorstellungen.“

Das heisst also: Wenn man sich nicht auf die blosse Formähnlichkeit verlassen will, so bedarf es besonderer Methoden der Vergleichung, um identische Punkte zu finden (z. B. gleichzeitiges Schreiben zweier verschiedener Curvenarten an einem und demselben Thier). Gerade zwischen menschlicher Stoss- und thierischer Druckcurve ist aber der Natur der Sache nach eine solche direkte Methode der Vergleichung nicht anwendbar. Daher die besonderen Schwierigkeiten.

Im übrigen ist ja in dem ganzen Passus ausdrücklich nur von dem Act des Vergleichens verschiedener Curvenarten die Rede.

Misszuverstehen ist das wohl nicht. Was nöthigt also Herrn Schmidt, beim Leser den Anschein zu erwecken, als wenn in meinen Arbeiten, deren wesentliches Resultat er (Schmidt) kurzweg für falsch erklärt, der helle Unsinn stehe? Derartige Geschosse prallen auf den Schützen zurück.

Doch das nebenbei. Nicht der Polemik ist diese kurze Arbeit gewidmet, sondern einer sachlichen Darstellung meines Standpunktes. Dieselbe mag insofern nicht überflüssig erscheinen, als sie nach neuen Gesichtspunkten erfolgt, die hoffentlich zur Klärung und Verständigung das ihre beitragen werden.*)

In seinem Pulsbuche*) hat v. Frey es klar und unzweideutig zum Ausdruck gebracht, weshalb es unbedingt nothwendig ist, verschiedene Arten oder Geschlechter von Pulscurven zu unterscheiden.

Wengleich alle Pulscurven — die Druck-, die Volum- und die Strompulse — von demselben Vorgange stammen und daher die gleiche Periode haben, so stellen sie doch sehr verschiedene Erscheinungsweisen und Functionen eben dieses Vorganges dar. Daraus erklärt sich trotz der gleichen Periode ihre Formverschiedenheit.

Genau dasselbe gilt für die Herzcurven. Auch sie stellen verschiedene Erscheinungsweisen und Functionen eines und desselben Vorganges, der abwechselnden Zusammenziehung und Erschlaffung des Herzens dar. Trotz der gleichen charakteristischen Periode zeigen sie wesentliche Unterschiede, die zu erkennen, Aufgabe der experimentellen Forschung ist. Nicht in der „Rückkehr zu den einfachen Anschauungen des Begründers der Cardiographie“, sondern in der principiellen Sonderung der verschiedenen Functionen desselben Vorganges darstellenden Curven liegt der Fortschritt.

Wir unterscheiden bis jetzt 1) Druckcurven, 2) Volumecurven, 3) Zuckungcurven, 4) Spitzenstosscurven.

Sind das vier Curvenarten gleicher Ordnung? Das ist die Frage, die sich zunächst erhebt.

Wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, nimmt die Spitzenstosscurve den anderen gegenüber, zunächst rein äusserlich, eine Sonderstellung ein. Während der experimentelle Physiologe allen vier Curvenarten in gleicher Weise sein Interesse zuwendet oder wenigstens zuwenden kann, hat der Kliniker, der Arzt am Krankenbette, der Cardiographie zu Erkenntnisszwecken treiben will,

es ausschliesslich mit der Stosscurve zu thun. Reine Druck-, Volum- oder Zuckungcurven lassen sich beim Menschen nicht erzeugen.

Dieser Unterschied erscheint unwesentlich und rein äusserlicher Natur zu sein. Thatsächlich ist er ein principieller und wesentlicher. Es besteht ein bisher nicht genügend gewürdigter, sachlich begründeter Gegensatz zwischen der klinischen Herzstosscurve und den drei erstgenannten, physiologischerseits mit Vorliebe studirten Curvenarten.

Dieser principielle Unterschied tritt schon hervor bei genauerer Umgrenzung und Feststellung der zu lösenden Aufgabe. Der Thierphysiologe hat für sich alle Vortheile des vivisectionischen Experimentes, d. h. er kann sich willkürlich die Bedingungen schaffen, die es ermöglichen, Curven von einer ganz bestimmten, zum voraus gewollten Art zu liefern. Während der Herzarbeit und durch dieselbe vollzieht sich in den verschiedenen Abtheilungen des Herzens ein fortwährender Wechsel des Druckes. Gleichzeitig ändert sich fortwährend das Gesamtvolum des Herzens und das seiner einzelnen Abschnitte. Dazu kommt, dass das Herz als Ganzes sowohl, wie in seinen Abschnitten Ortsveränderungen erkennen lässt. Der Physiologe kann bei seinen Versuchen am Thier von vornherein die Bedingungen so wählen, dass er nur die einen oder die anderen dieser cyclisch mit der Herzarbeit ablaufenden Vorgänge graphisch fixirt. Er macht eine bestimmte Function der Herzarbeit, nur den Druckablauf, oder nur den Volumwechsel oder nur die Ortsveränderungen zum Gegenstand seines Studiums. Kritik und Discussion beschränken sich in diesem Falle auf die Frage, ob die gewählten Versuchsbedingungen die zur Erreichung des gewollten Zweckes geeigneten waren, oder nicht.

Wenn zwei Forscher für den Druckablauf im Innern des Hundeventrikels zwei in der Form weit von einander abweichende Curven erhalten — der eine eine Curve mit einem Plateau, der andere eine solche mit einem Gipfel, so muss das seine Ursache in der Verschiedenheit der Versuchsbedingungen im weitesten Sinne des Wortes, einschliesslich der Verschiedenheit der angewandten Registrirapparate haben. Darüber müssen sie sich auseinandersetzen. Ein Zweifel daran, dass der Druckablauf im Innern des Herzens ein typischer ist, kann jedoch durch diese Verschiedenheit keineswegs entstehen.

Genau dasselbe gilt für den Volum- und Ortswechsel. Alles kommt darauf an, die Versuchsbedingungen so zu treffen, dass das Typische des Vorganges graphisch zum Ausdruck kommt.

Vor einer ganz anderen Aufgabe steht der Kliniker. Unter uns von vornherein völlig unbekannten Bedingungen wird ein Theil der Herzbewegung sicht- und fühlbar auf die Brustwand übertragen. Welche Function der Herzbewegung ist es, die den Intercostrraum vorwölbt? Ist es der Ortswechsel des Gesamtorgans? Ist es das An- und Abswellen eines bestimmten Herzabschnittes? Ändert sich Kraft und Grösse der Vorwölbung gleichsinnig mit Wachsen und Fallen des Binnendruckes? Das sind die Fragen, die erst ex post gelöst werden sollen. Ihre Lösung erledigt das Herzstossproblem.

Der principielle Unterschied ist in die Augen springend. Der Physiologe studirt den Phasenablauf der Herzbewegung mit Hilfe von „Cardiogrammen“ (im weiteren Sinne), deren Art und Natur er im voraus kennt, weil er ihre Art durch die gewählte Versuchsanordnung von vornherein selbst bestimmt hat. Der Kliniker will durch Analyse einer Curve unbekannten Ursprungs ihre Art erst hinterher bestimmen. Er will untersuchen, welchen Phasen der Herzbewegung die einzelnen ausgezeichneten Punkte der erhaltenen Curve entsprechen; er will vor allen Dingen die Frage entscheiden, welche Function des Herzens den Stoss erzeugt.

Am einfachsten wäre nun die letztere Aufgabe gelöst, wenn sich nachweisen liesse, dass die Stosscurve typisch und mit einer der genannten physiologischen Curven identisch sei. Wissen wir erst einmal, ob die Stosscurve eine Druck-, eine Volum- oder eine Zuckungcurve darstellt, so wissen wir auch, welche Function der Herzbewegung die Ursache des Stosses ist.

Es ist ein Verdienst v. Frey's, in seinem Pulsbuche nach dieser bestimmten Fragestellung die Untersuchung zum ersten male systematisch durchgeführt zu haben.

Schon die allgemeinere Fragestellung bedeutet einen Fortschritt gegenüber der lange Zeit herrschenden Vorstellung, als wenn bei der Vergleichung nur die Druckcurve in Rechnung zu ziehen sei. Die anderen physiologischen Curvenarten kommen an sich mit demselben Recht bei der Vergleichung in Betracht.

Zuvor müssen wir uns jedoch darüber verständigen, was unter übereinstimmenden (identischen) Herzcurven zu verstehen ist.

Identisch sind solche Curven, in denen gleichen Phasen der Herzthätigkeit gleiche Richtungsänderungen des schreibenden Hebels entsprechen.

*) Ich verzichte daher auch auf eine Erwiderung auf die gegen mich gerichteten Ausführungen des Herrn Hürthle (Diese Wochenschrift 1893, Nr. 4). Dieselben enthalten so handgreifliche Entstellungen des litterarischen Thatbestandes, dass ich eine ausdrückliche Widerlegung für überflüssig halte. Hürthle meint, dass ein gewissenhafter Beobachter den Resultaten der (nebenbei von einem Beobachter wie v. Ziemssen sorgfältig nachgeprüften und für zulässig erklärten) akustischen Markirmethode kein Vertrauen schenken könne! Ich meinerseits bin der unmaassgeblichen Ansicht, dass der ernste Forscher nicht nur gewissenhaft beobachtet, sondern auch gewissenhaft liest und schreibt.

Es ist nicht meine Absicht, die Untersuchung nach diesem Princip hier bis in's einzelne durchzuführen. Nur einige wenige ausschlaggebende Momente sollen hervorgehoben werden. Wie verhält sich zuerst die Stoss- zur Druckcurve?

Im zweiten Theil der Systole, der Austreibungszeit, fällt die Cardiogrammeurve mehr oder weniger steil ab. In derselben Phase der Herzthätigkeit steigt der Druck noch weiter an (v. Frey). Mindestens kann er während derselben niemals sinken. Schon aus diesem Grunde kann das Cardiogramm nicht der Ausdruck der Druckschwankungen im Ventrikelinnern sein.

Es würde wohl auch sehr schwer sein, sich eine mechanische Vorstellung davon zu bilden, wie gerade der Druckablauf im Ventrikelinnern als solcher durch die Herzspitze nach aussen auf die Brustwand übertragen werden soll!

Viel näher läge an sich der Gedanke, dass die Aenderungen des Volums es sind, die das Cardiogramm erzeugen. Aber auch diese Voraussetzung erweist sich bei näherer Ueberzeugung als unhaltbar. Denn gerade in der Phase der Herzthätigkeit, die mit dem eigentlichen Stoss zusammenfällt, der Verschluss- oder Anspannungszeit, ändert sich das Volum der Ventrikel nicht!

Ich stimme v. Frey vollkommen zu, wenn er zu dem Schlusse kommt, dass der Herzstoss und sein graphisches Bild weder über den Verlauf des Druckes im Ventrikel, noch über die Volumveränderungen Aufschluss geben können.

Was bleibt übrig? Müssen wir, gewissermaassen per exclusionem schliessen, dass das Cardiogramm eine Zuckungcurve sei, weil sie weder eine Volum- noch eine Druckcurve darstellt? v. Frey scheint von diesem Gedanken geleitet zu sein, wenn er das Cardiogramm im wesentlichen für eine Zuckungcurve erklärt. Hier trennen sich unsere Wege. Ebenso wenig wie eine Volum- oder Druckcurve, kann ich in der Herzstosscurve des Menschen eine Zuckungcurve sehen.

Eine Zuckungcurve des Herzens bringt „die jeweilige Grösse des Abstandes zwischen Herzwurzel und Herzspitze zum Ausdruck“ (Engelmann⁵).

Dieser Abstand ist am kleinsten am Ende der Austreibungszeit. In diesem Moment erreicht die Zuckungcurve (das Suspensionscardiogramm) den Gipfelpunkt. Letzterer trennt Systole von Diastole. Das ist bei der menschlichen Stosscurve niemals der Fall.

Das Resultat ist, dass die menschliche Stosscurve (jeder Form, nicht nur die von mir selbst früher veröffentlichten) mit keiner der typischen, unter vorher bestimmten Bedingungen des Experiments gewonnenen physiologischen Herzcurven formverwandt und wesensgleich ist.

Das ergibt sich auf rein empirischem Wege, durch einfache Vergleichung der Curven.

Bei näherer Ueberlegung lässt sich auch der Grund einsehen. Bei den physiologischen Curven, der Druck-, Volum- und Zuckungcurve werden von vornherein auf vivisectionischem Wege die Bedingungen des Experiments so gewählt, dass nur die gewollte Seite des complexen Bewegungsvorganges registrirt wird, nur die Druck-, Volum- oder Längsveränderungen des Herzens, diese aber ganz. Darum sind die Curven typisch. Sie geben — vorausgesetzt, dass die benutzten Apparate genügend gut functioniren — die untersuchten Schwankungen des Druckes, des Volums, der Länge in ihrer ganzen Grösse und ihren wahren Verhältnissen wieder. Wenigstens ist dies principiell die Aufgabe. Thun sie es nicht, so ist eben das Experiment schlecht angestellt.

Im schroffen Widerspruche dazu stehen die Verhältnisse bei der Registrirung des menschlichen (bezw. auch des thierischen Herzstosses) an der unversehrten Brustwand. Unter völlig normalen Verhältnissen, bei ganz gesunden Menschen ist der Stoss nur manchmal deutlich, manchmal dagegen schwach, oft gar nicht vorhanden. Das Herz überträgt also gewisse Momente seiner Bewegung unter normalen Verhältnissen manchmal gar nicht und, wenn überhaupt, in sehr verschiedenem Grade auf die Brustwand.

Selbst wenn also das Cardiogramm vorwiegend eine Volum-, Druck- oder Zuckungcurve wäre, so würde es doch mit jenen typischen physiologischen Curven nicht ohne weiteres vergleichbar sein. Denn jene bringen — je nach der Versuchsanordnung — die Volum-, Druck- oder Längsschwankungen des Herzens in ihrem ganzen Betrage zum Ausdruck. Hier könnte es sich höchstens um einen, und zwar stark wechselnden aliquoten Theil jener Schwankungen handeln. Das ist ein wesentlicher Unterschied.

Aber dieser Unterschied greift noch viel tiefer. Ich will den folgenden Gedanken der Einfachheit wegen lediglich an der Annahme durchführen, die Stosscurve bringe den Druckablauf zum Ausdruck. Die Ausführung gilt mutatis mutandis ebenso für die Hypothese, dieselbe sei eine Volum- oder Zuckungcurve.

Wir nehmen also an, es komme am menschlichen Cardiogramm ein zwar individuell wechselndes, aber doch bei dem einzelnen

Individuum mit gegebener Stossgrösse constanter Theil der Druckschwankungen des Ventrikelinnern zum Ausdruck. Dann müsste jedenfalls mit wachsendem Druck die Stärke des Stosses zu-, mit sinkendem Druck abnehmen. Mit anderen Worten: Wenn auch nicht die ganze Grösse der Herzenergie am Stoss zum Ausdruck kommt, so müssen doch Aenderungen der Herzkraft durch gleichsinnige Schwankungen der Stossstärke erkennbar sein. Unter dieser Voraussetzung wäre die Stärke des Stosses ein — wenn auch nur relatives — Maass für die Herzarbeit.

Es ist jetzt klinisch wohl allgemein anerkannt, dass dem die Erfahrung direkt widerspricht. Freilich wächst häufig die Stossstärke mit der Energie der Herzcontractionen, aber durchaus nicht immer.

Die von mir schon mehrfach hervorgehobenen, klinisch so wichtigen Fälle, in denen bei beginnender Herzinsufficienz ohne Klappenfehler ein auffallend starker Stoss mit kleinem leicht unterdrückbarem Pulse sich paart, diese Fälle lassen sich weder mit den herrschenden Herzstosstheorien vereinen, noch lassen sie die Auffassung zu, dass im Cardiogramm Druckschwankungen oder Zuckungsgrössen sich ausprägen.

So bleibt denn das alte Problem übrig. Welches Moment der Herzbewegung ist es, das im sicht- und fühlbaren Stoss zum Ausdruck kommt? Ebenso wie die alten Herzstosserklärungen, scheitern hier die modernen Cardiogrammauffassungen an der harten Klippe der Thatsachen. Weder die Rückstosstheorie Skoda's, noch die Umformungstheorie von Arnold-Ludwig ermöglicht ein Verständniss der Thatsache, dass mit sinkender Energie der Stoss stärker werden kann.

Ebenso wenig ist das unter der Voraussetzung möglich, dass im Cardiogramm, dem graphischen Bilde des Stosses, der Druckablauf im Ventrikelinnern sich ausprägt. Der Stoss muss durch besondere Methoden für sich erklärt werden.

Ich habe diese Erklärung zu geben versucht mit Hülfe der akustischen Markirmethode. Der Fortschritt, den dieselbe brachte, liegt in der Möglichkeit, genauer als bisher diejenige Phase der Herzthätigkeit ausfindig zu machen, mit der die Vorwölbung des fünften Intercostalraumes, der Stoss, zusammenfällt. Diese Vorwölbung, der Stoss, dauert nur sehr kurze Zeit. Gerade die neueren Cardiogrammaufnahmen mit sehr wenig oder gar nicht schleudernden Apparaten beweisen das. Der Stoss ist sicher viel kürzer wie die Systole. Sehr leicht ist es nun, sich davon zu überzeugen, dass der Stoss in den Anfangstheil der Systole fällt. Es bedarf dazu nicht complicirter Apparate. Gleichzeitiges Fühlen und Auscultiren der Herztöne genügt. Die graphischen Aufnahmen gleichzeitig mit akustischer Markirung bestätigen nur diesen Satz. Lassen wir den Streit über die feineren Details der Cardiogrammmform ganz bei Seite. Darauf kommt es hier gar nicht an. Jeder Hebel, auch der des weniger guten Apparates, schlägt nur dann aus, wenn er angestossen wird. Die akustische Markirmethode ist genau genug, um sicher zu beweisen, dass der starke, vom Spitzenstoss herrührende Anstoss mit dem ersten Theil der Systole zusammenfällt. Der erste Theil der Systole ist die Verschluss- oder Anspannungszeit. Das steht fest unabhängig von aller Cardiogrammerkklärung. Die direkte Beobachtung, meine eigenen Markirversuche, die Curven von v. Ziemssen, die auf ganz anderem Wege gewonnenen, sehr genauen Berechnungen von Edgren, all' diese Beweismittel stimmen darin überein, dass der Stoss mit der Verschlusszeit zusammenfällt. Ich habe meine eigenen Versuche mit ganz neuen, von Verdin aus Paris bezogenen Kapseln, die mir Herr Prof. Langendorff freundlichst zur Verfügung stellte, wiederholt. Das wesentliche Resultat blieb dasselbe. Der Stoss ist eine Function der Verschlusszeit. Wenn früher mit schlechter functionirenden, d. h. leicht schleudernden Instrumenten die Vorwölbungs- (Stoss-) Zeit manchmal grösser, d. h. später endend gefunden wurde, wie die Verschlusszeit (Hilbert, Rech und andere), so spricht das a fortiori für meine Annahme, dass beide zusammenfallen.

Auf diese Thatsache gründet sich meine Herzstosstheorie. Sie hat Beachtung gefunden, weil sie die klinischen Erscheinungen des Stosses erklärt und mit bekannten Erfahrungen am Krankenbett nicht in Widerspruch geräth.

Ohne das wesentliche der Theorie auch nur mit einem Worte zu erwähnen, erklärt ganz neuerdings Hürthle sie für „selbstverständlich“ falsch, weil — der Grunmach'sche Apparat, mit dem ich früher meine Cardiogramme schrieb, die Curven deformirt wiedergebe. Schmidt schliesst sich ihm an.

Davon, wie denn nun die Genese des Stosses sonst zu denken sei, erfahren wir nichts. Diese Art der Beweisführung muss ich ausdrücklich zurückweisen. Ob durch den Grunmach'schen Apparat gewisse Details der menschlichen Stosscurve eine mehr oder weniger ausgesprochene Deformirung erfahren, das lasse ich hier dahingestellt sein. Viel wichtiger als der Streit um die Deutung kleiner

secundärer Zacken und Knicke des Cardiogramms erscheint mir die Lösung des Stossproblems selbst, und diese ist ganz unabhängig von den Einzelheiten der Grunmach'schen Curve, bezgl. der Güte des Grunmach'schen Apparates.

Wir wollen nicht wieder Missverständnisse aufkommen lassen. Eine Experimentalkritik der graphischen Apparate und eine darauf gegründete Kritik der von ihnen gelieferten Curvenformen ist sicherlich ein verdienstvolles Werk. Erweist sich der Grunmach'sche Apparat wirklich als wesentlich unzuverlässiger als die anderen, so werden wir ihn bei Seite stellen. Vielleicht ist auch die Auffassung einiger secundärer Zacken und Knicke der von ihm gelieferten Curven zu modificiren. (Freilich muss ich immer wieder hervorheben, dass vor groben Irrthümern auf Grund von durch den Apparat verschuldeten Deformationen ja gerade die akustische Markirmethode schützen soll und schützt. Meine Behauptungen lauten ja immer nur: an diesen Curven, wie sie dieser Apparat geliefert hat, liegt die Marke des ersten Tones hier, die des zweiten dort!)

Aber was ich als ungerechtfertigt und darum ungerecht zurückweise, das ist der, die wesentlichen Zwischenglieder überspringende Schluss: Die Herzstosstheorie von Martius ist falsch, weil der Grunmach'sche Apparat schlecht ist. Eine Thatsache genüge zum Beweis, wie willkürlich und übereilt dieser Schluss ist.

Edgren, der nicht mit dem Grunmach'schen, sondern mit eigens construirtem Apparat gearbeitet hat, und dessen Curven wegen ihrer Form auch den Anhängern der Plateautheorie unverständlich sein werden, kommt völlig unabhängig von mir und von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehend sowie mit ganz anderer Methode arbeitend zu dem Schluss (p. 128): „Die Entfernung a b (das ist der starke Anstieg der Curve, der die Stosszeit repräsentirt) entspricht also der Zeit, welche vom Anfang der Kammercontraction bis zum Oeffnen der Aortaklappen vorgeht.“ Mit anderen Worten: Stosszeit und Verschlusszeit sind identisch!

Hat Edgren Recht oder nicht? Seine Methode der Untersuchung ist die von Schmidt verlangte, nämlich die des Vergleiches mit der Pulscurve der grossen Arterien, welche eine genauere Deutung des menschlichen Cardiogramms ermöglicht, als die akustische Markirmethode. Ist die Methode Edgren's und ihre Verwerthung falsch, so widerlege man sie. Ist das nicht der Fall, so gebe man die Behauptung auf, dass meine Herzstosstheorie mit dem Grunmach'schen Apparate stehe und falle.

Aber ich muss noch einen Schritt weiter gehen. Ich halte meine Herzstosstheorie aufrecht auch unabhängig von jeder Cardiographie und jeder Curvenklärung überhaupt. Ebenso wie jede andere Herzstosstheorie hat sie das Recht, als solche geprüft und an den klinischen Thatsachen gemessen zu werden. Das ist der letzte Theil meiner heutigen Aufgabe.

Ist es richtig, dass die als Stoss imponirende Vorwölbung des Intercostralaumes mit dem ersten Theil der Systole zusammenfällt, so ist damit, wie ich nicht noch einmal auszuführen brauche, der Rückstoss- und verwandten Theorien der Boden entzogen. Es ist in der That die systolische Umformung der sich contrahirenden Ventrikel, die an der Brustwand sich ausprägt. Im positiven Sinne geschieht das aber nur so lange, als die Umformung ohne Volumverkleinerung vor sich geht. Sobald die letztere beginnt, schlägt die Vorwölbung des Intercostralaums in ein Zurücksinken um. Bei gesunden Individuen im Mannesalter mit geräumigem Thorax ist das Herz, auf dem Zwerchfell ruhend, zwischen den Lungen so eingeschaltet, dass überhaupt nichts von der systolischen Umformung auf die Brustwand übertragen wird. Das Herz arbeitet gewissermaassen mit einem Minimum von Reibung. Das ist offenbar der günstigste Fall. Je grösser der Herzumfang relativ zur Thoraxcapacität wird, desto grösser wird — um im Bilde zu bleiben — die Reibung, d. h. um so grösser ist der Bruchtheil der Herzenergie, der sich auf die Brustwand überträgt und dadurch für die Herzarbeit selbst verloren geht. Aber immer kann sich aus mechanischen Gründen nur der Theil der systolischen Umformung auf der Thoraxoberfläche ausprägen, der am nicht sich verkleinernden, sondern sein Volumen bewahrenden Herzen sich vollzieht.

Den grössten Umfang erreicht das erweiterte und wandverdickte Herz. Es macht einen starken und verbreiterten Stoss. Aber auch das stark erweiterte und wandschwache Herz, das an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit steht und eben nur noch imstande ist, den Kreislauf zu unterhalten, macht einen starken, verbreiterten Stoss. Das gemeinsame Moment ist der Umstand, dass die systolische Umformung während der Verschlusszeit an einem stark vergrösserten Herzen vor sich geht. Dadurch sind die mechanischen Bedingungen der Uebertragung günstiger geworden. Aber immer ist es nur ein unberechenbarer Bruchtheil der systolischen Energie, den wir durch die Brustwand fühlen können. Das schwache, gedehnte Herz und das kleine, gesunde Herz, beide übertragen nur einen Bruchtheil ihrer Energie auf die Brustwand, aber der Bruchtheil, den jenes liefert, ist,

absolut genommen, grösser wie bei diesem, nur weil und sofern das schwache Herz den viel grösseren systolischen Umfang hat. Ein schwaches Herz ohne Umfangsvergrösserung macht niemals einen verstärkten Stoss.

All' das ist verständlich durch die Thatsache einer Verschlusszeit. Wenn man sich die Mühe giebt, die classischen Erörterungen Skoda's über den Herzstoss wieder einmal durchzulesen, so ergibt sich, dass seine scharfsinnigen Einwände gegen die Umformungstheorie nur durchschlagen konnten, weil er die Verschlusszeit nicht kannte. Ich kann das in diesem kurzen Artikel nicht im einzelnen durchführen.

Zum Schluss zurück zum Cardiogramm. Das klinische Cardiogramm ist in erster Linie der graphische Ausdruck des Stosses, d. h. der auf die Brustwand zu einem Bruchtheil übertragenen systolischen Umformungsenergie der Ventrikel während der Verschlusszeit. Ob und welche durch das blosses Getast nicht erkennbaren anderen Momente der Herzbewegung (Vorhofscontraction, Klappenschlüsse etc.) ebenfalls unter günstigen Umständen an der Curve sich ausprägen, das lassen wir hier — als noch im Fluss begriffene Fragen unerörtert.

Die auf vivisectorischem Wege zu gewinnenden physiologischen Cardiogramme (Druck-, Volum-, Zuckungscurven) sind insofern typisch, als sie nur die untersuchte Function der Herzbewegung, diese aber in ihrem ganzen Betrage zum Ausdruck bringen.

Die Herzstosscurve des Menschen unterscheidet sich principiell von jenen dadurch, dass sie nur einen kleinen, unter verschiedenen Umständen wechselnden Bruchtheil der Herzenergie zum Ausdruck bringt. Dabei handelt es sich nachweislich weder ausschliesslich um blosses Volumen-, noch um blosses Druckschwankungen, noch um blosses Ortsveränderungen, als deren Bild die Curve anzusehen wäre. Am systolischen Theile der Curve prägt sich vielmehr ein Theil der activen Umformungsenergie der Ventrikel aus, und zwar als Anstieg (Stoss), so lange das Gesamtvolum der Ventrikel unverändert bleibt, als mehr oder weniger geeignetes Plateau, bezüglich als Abstieg während der Volumverkleinerung infolge des Blutstromes in die grossen Gefässe. Diese Uebertragung eines Theiles der Herzenergie auf die Brustwand findet um so leichter und ausgiebiger statt, je grösser das Herzvolum relativ zur Capacität des Thoraxinnern ist.

Schlussatz: Meine Herzstosstheorie findet — unabhängig von jeder Cardiographie — ihre wesentlichste Stütze und wichtigste Begründung in der klinischen Beobachtung am gesunden und kranken Menschen. Dabei steht sie jedoch keineswegs mit den gesicherten Ergebnissen der Cardiographie im Widerspruch. Im Gegentheil. Ausser meinen eigenen Markirversuchen sind die Versuche v. Ziemssen's am Knaben Wittmann und vor allem die genauen Berechnungen Edgren's direkte Beweise für die Richtigkeit des ihr zu Grunde liegenden Fundamentalsatzes. Andererseits schaffen auch die Curven von Hürthle und Schmidt eben diesen Fundamentalsatz, dass der Stoss im klinischen Sinne im wesentlichen eine Function der Verschlusszeit ist, meiner Ueberzeugung nach nicht aus der Welt. Das weitere überlasse ich ruhig der unbefangenen Nachprüfung kommender Zeiten.

Litteratur.

1. v. Frey, Das Plateau des Kammerpulses. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1893. S.-A. S. 16. — 2. Hürthle, Ueber die Erklärung des Cardiogramms etc. Deut. med. Wochenschr. 1893 Nr. 4. — 3. A. Schmidt, Cardiographische Untersuchungen. Ztschr. f. kl. Med. Bd. 22. — 4. v. Frey, Die Untersuchung des Pulses etc. Berlin 1892. — 5. Engelmann, Beobachtungen und Versuche am suspendirten Herzen. Pflüg. Arch. f. Physiol. Bd. 52, 1892. — 6. Edgren, Cardiographische und sphygmographische Studien. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 1, 1889.