

Ein neuer Versuch über den ersten Herzton.

Von

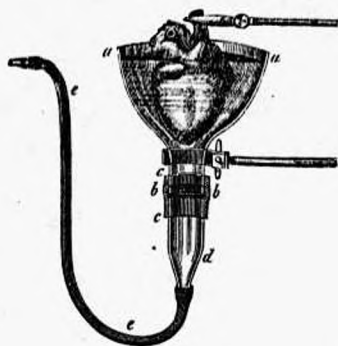
J. Dogiel und C. Ludwig.

Die Annahme, dass der erste Herzton im Wesentlichen als ein Muskelgeräusch anzusehen sei, findet, wie uns scheint, nur darum noch häufigen Widerspruch, weil zu ihrem Beweise ein tadelfreier Versuch fehlt. Zu einem solchen würde gehören, dass der erste Ton noch deutlich hörbar sei an einem Herzen, das 1. eine weit geringere Blutmenge enthält als nöthig, um die venösen Klappen desselben zu entwickeln oder zu spannen, das 2. bei seinen Bewegungen keine Luft aufnehmen kann, weil die sämmtlichen aus den Vorhöfen und Kammern hervorgehenden Gefässe zugebunden sind, und das 3. in dem Apparat, welcher den Schall zum Ohr leitet, so aufgehängt ist, dass durch die Kammercontraction kein geräuscherzeugender Stoss bedingt wird.

Diese Bedingungen haben wir auf folgende Weise herbeigeführt: Ein starker Hund, der mit Curare vergiftet war, wurde durch künstliche Athmung am Leben erhalten und ihm auf bekannte Weise die Brusthöhle eröffnet; dann wurden sämmtliche aus dem Herzen hervorkommende Venen- und Arterienstämme freigelegt und unmittelbar an ihrem Austritt um jeden derselben ein starker Faden geschlungen. Nachdem die Vorbereitung so weit gediehen, wurden die angelegten Fäden bis zur vollständigen Verschliessung des betreffenden Gefässes zugeschnürt. Die Unterbindung geschah in der nachstehenden Reihenfolge. Zuerst an der obern Hohlvene, wobei natürlich die vena azygos, vom Herzen aus gerechnet, jenseits der Ligatur lag, dann die untere Hohlvene, darauf die Lungenarterie, dann die beiden Lungenvenen an den Lungenwurzeln, und endlich, nachdem durch einen sanften Druck das linke Herz möglichst vollständig

entleert war, die Aorta. Darauf wurden jenseits der Ligaturen die Gefässe durchgeschnitten und das Herz zuweilen noch in Verbindung mit den Lungen rasch heraus genommen und augenblicklich in den schalleitenden Apparat gehängt.

Dieser letztere bestand, wie der beistehende Holzschnitt zeigt, aus einem abgesprengten und abgeschliffenen Glas-



kolben von entsprechender Grösse. Die breite offene Basis desselben *aa* war nach oben gerichtet, die Mündung des kurzen Halses war mit einer dünnen Kautschukplatte *b* verschlossen; an diesen Hals schloss sich mittelst der Kautschukröhre *c* ein Glasrohr *d* an, über dessen unteren ausgezogenen Theil das Kautschukrohr eines Stethoscopes von *König* gesteckt wurde. Bevor das Herz in den Raum *aa* hineingebracht wurde, war dieser schon mit defibrinirtem Blut, welches einem andern Thier entzogen war, angefüllt, und bei dem Eintauchen ward dafür gesorgt, dass keine Luftblasen im Blut und an der Herzwand zurückblieben, und ferner dafür, dass das Herz die Wand des Glasgefässes nirgends berührte. Sowie der Versuch bis zu diesem Punkt gediehen war, konnte ein Beobachter mit Hilfe des Röhrchens *e* die Töne, welche sich jetzt noch hören liessen, wahrnehmen.

Bevor wir das, was zu hören war, beschreiben, müssen wir erwähnen, dass es uns trotz grösster Sorgfalt niemals gelungen ist, ein vollkommen blutfreies Herz für den Versuch zu gewinnen. Der rechte sowohl wie der linke Ventrikel zeigten sich jedesmal bei der Obduction noch mit einem merklichen

Blutrest behaftet, selbst wenn sie während des Versuchs den Anschein vollkommener Blutleere darboten. Da die arteria pulmonalis und die arteria aorta noch mehrere kräftige Contractionen ausgeführt hatten, nachdem ihre blutzuführenden Venen unterbunden waren, so gewinnt es darnach den Anschein, als ob sich die Kammerhöhlen nicht mehr vollständig in die Arterie zu entleeren vermöchten, wenn sich die Venenklappen aus Mangel an spannendem Blut nicht mehr zu stellen vermögen. So wünschenswerth eine weitere Verfolgung dieser Erscheinung ist, so wenig kann dieselbe als eine für unsern Zweck störende angesehen werden. In einigen Fällen haben wir die im Herzen restirende Blutmenge gemessen und mit denjenigen verglichen, welche nothwendig waren, um eine Entfaltung der Venenklappen an der linken Kammer herbeizuführen. Hierbei stellte sich heraus, dass die restirende Menge um das Vier- bis Zwanzigfache geringer war als diejenige, welche der Ventrikel zur Stellung der Zipfelklappen nöthig hatte. Demnach konnte die Blutmenge, welche das ausgeschnittene Herz noch fasste, in keiner Weise zur Klappenspannung genügen; dass dieses auch bei den Herzen, in denen wir keine ähnlichen Bestimmungen ausgeführt haben, unmöglich war, ging ohne Weiteres aus dem zusammengefallenen Ansehen derselben hervor, welches sie in der Diastole darboten.

Die Contraction der Kammern, welche das ausgeschnittene Herz sehen lässt, erstrecken sich entweder gleichzeitig auf alle Stücke derselben und sind dann normal und kräftig, oder sie erfolgen nicht gleichzeitig in allen Muskelpartien, sondern laufen peristaltisch ab. Die erste Art der Zusammenziehung wollen wir als Schlag, die zweite als Gewühl bezeichnen.

Natürlich glücken nicht alle Versuche; verfährt man jedoch mit den Unterbindungen rasch und nimmt man sie erst vor, nachdem die Brusthöhle 20—30 Minuten bei bestehendem Lufteinblasen eröffnet war, so gelingen weitaus die meisten der Beobachtungen.

Da das ausgeschnittene Herz sehr unregelmässig schlägt, so kann man diesen Umstand benutzen, um sich vor weitem Täuschungen sicher zu stellen. Man lässt den Beobachter, in dessen Ohr das Kautschukrohr ausmündet, mit abgewendetem Gesicht die Schläge zählen, welche er hört, während dess ein anderer Beobachter sich durch die Betrachtung des Herzens

überzeugt, ob die gesehenen mit den gehörten Schlägen übereinstimmen.

Auf diese Weise haben wir Beide uns davon vergewissert, dass das ausgeschnittene nahezu blutleere Herz während der Zusammenziehung seiner Kammern einen Ton hervorbringt, welcher, soweit unser Unterscheidungsvermögen reichte, nicht wesentlich von dem verschieden ist, den die Kammer-Systole des lebenden Hundeherzens erzeugt. Dieses trifft jedoch nur dann ein, wenn die Bewegung des ausgeschnittenen Herzens eine schlagende ist. Tritt statt ihrer das Kammerfleisch in die wühlende Bewegung, so verwandelt sich das, was man hört, in ein summendes Geräusch.

Die Herren Professoren *O. Funke* und *Schweigger-Seidel* haben die Güte gehabt, die von uns gewonnenen Resultate zu prüfen und dabei unsern Befund bestätigt. Trotzdem hielten wir es für gerathen, eine Bestätigung durch ein sehr geübtes Ohr zu erhalten. Wir ersuchten deshalb Herrn Dr. *L. Thomas*, sich an unsern Versuchen zu betheiligen und sich schriftlich über das, was er gehört hätte, auszusprechen. Herr Dr. *Thomas* hatte die Güte, unserm Wunsche zu entsprechen und uns namentlich die Erlaubniss zu ertheilen, die folgenden von ihm niedergeschriebenen Zeilen veröffentlichen zu dürfen. Wir legen selbstverständlich auf das Urtheil dieses ausgezeichneten Fachmannes einen grossen Werth. — Zu den drei Beobachtungen, welche Herr Dr. *Thomas* erwähnt, müssen wir bemerken, dass in der ersten derselben das Herz nicht mehr schlug, nachdem dieses in das Blut des Glaskolbens eingetaucht war, sondern dass seine Muskeln nur noch die wühlende Bewegung darboten; in den beiden andern Versuchen schlug das Herz innerhalb des Blutgefässes anfangs noch kräftig, dann aber ging es, wie immer, in das Muskelgewühl über.

»Beim ersten Versuch hörte ich ausser einem undeutlichen Summen, welches in unregelmässiger Weise wiederkehrte, nichts Auffallendes.

»Beim zweiten Versuch (27. März) hörte ich beim Eintauchen des Herzens sofort und sehr deutlich eine Reihe von ungefähr dreissig verhältnissmässig lauten einfachen »Tönen«. Die Schallerscheinung war kurz und scharf abgeschlossen, eine Spaltung durchaus nicht wahrzunehmen. Ihre Lautheit schätze ich auf die Hälfte eines normalen ersten Herztons; ihre Frequenz

auf 80—90. Ziemlich plötzlich wurden die Töne viel schwächer und langsamer; sie erschienen der geringeren Stärke wegen nicht so wie früher von dem im Gummischlauch entstehenden Nebengeräusch begleitet, also reiner, und hörten bald auf, um dem im ersten Versuch erwähnten undeutlichen Summen zu weichen.

»Beim gestrigen dritten Versuch waren anfänglich die Töne zwar in etwas geringerer Intensität, doch in völlig gleicher Qualität hörbar. Ihre Frequenz war zuerst viel beträchtlicher als früher; nachdem sie langsamer geworden waren, erschienen sie wie am Schlusse des vorgestrigen Versuchs. Zuletzt kam wieder das uncharakteristische Summen.

»Ich habe stets nur einen Ton wahrgenommen synchronisch mit der Systole.

»Der gehörte ‚Ton‘ hat nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem Geräusch, welches durch Anklopfen oder auf andere Weise in dem bei der Untersuchung benutzten Glasgefäss entstanden sein könnte. Insbesondere bringt Anschlagen der Herzspitze an die Wandungen desselben eine irgend ähnliche Schallerscheinung nicht hervor.

»Der Ton unterscheidet sich vom normalen ersten Herzton nur durch seine Länge und etwas geringere Intensität; es erscheint der erste Herzton, zumal bei kräftiger Aktion öfters gespalten oder vielmehr so zu sagen leicht einfach oder doppelt gekerbt, was bei diesen Versuchen entschieden nicht der Fall war.«

Nachdem es durch die vorstehenden Versuche sicher gestellt war, dass das ausgeschnittene Herz unabhängig von der Klappenspannung zu einem Ton Veranlassung geben kann, entschlossen wir uns, das blutleere Herz noch zu einem andern, leichter zu handhabenden und sicherer gelingenden Versuch zu benutzen.

Dieser letztere bestand einfach darin, dass wir auf die oben beschriebene Weise das Herz des curarisirten Hundes blutlegten und die Fäden, deren wir oben Erwähnung gethan, um die Gefäße schlangen, dann durch einen Gehülften die Fäden in der oben bezeichneten Reihenfolge so lange empor heben liessen, bis das Herz blutleer geworden war; sowie diess geschehen, nahm ein Beobachter mittelst eines Stethoscops, das unmittelbar auf den Ventrikel gesetzt wurde, die Auscultation vor. Um den Ton, welcher vom Herzen selbst ausging, unabhängig erschei-

nen zu lassen von demjenigen, welcher durch das Anschlagen der Herzmasse an das Material des Stethoscops erzeugt wurde, fertigten wir uns vier verschiedene Sorten von Stethoscopen an. Alle vier derselben besaßen ein Kautschukrohr, das in einen kleinen Trichter auslief. Dieser letztere war an jedem von einem andern Material hergestellt. Der eine von ihnen war das bekannte Stethoscop von *König*, also Messing mit Kautschuk gedeckt; bei dem zweiten bestand der Trichter aus dünnem Messing, ohne Deckung an seiner Basis; bei dem dritten aus Glas ohne Deckung, am vierten endlich, welcher aus Messing hergestellt war, war die Basis mit einer dünnen Zinkplatte gedeckt, die an den Messingrand gelöthet war. — Beim Anschlagen mit dem Finger gab jeder dieser Trichter einen eigenthümlichen wohl zu unterscheidenden Klang.

Als wir der Reihe nach die aufgezählten Stethoscope auf das Herz anwendeten, hörten wir zwei tonartige Geräusche; das eine von diesen wechselte mit dem Material des angewendeten Trichters, das andere war dagegen in allen Fällen dasselbe. Herr Dr. *Thomas*, welcher auch bei einigen von diesen Versuchen uns zu unterstützen die Güte hatte, schilderte das, was er gehört, durch folgende tabellarische Mittheilung.

Material, welches das Herz berührt.	Im Beginn	Im Verlauf der Kammercontraction.	Zu Ende
Kautschuk	unbestimmtes Geräusch, ganz kurz, relativ laut	sehr reiner Herzton	scharrendes gedehntes Geräusch, vom Herzton deutlich zu unterscheiden.
Metall. Luft	Schwaches unbestimmtes Geräusch	Herzton dumpf, wenig stark	schwaches dumpfes Streifen.
Glas. Luft	dasselbe	Herzton deutlich hell, nicht laut	ein Hauchen neben einem hellen hohen Pfeifen.
Metall	nichts	Herzton schwach und dumpf	unbestimmtes schwaches Streifen.

Mit dieser Bezeichnung der Empfindungen konnten wir uns ebenfalls einverstanden erklären, wenn wir auch, wie es bei der unvollkommenen Bezeichnungsweise der Geräusche natürlich ist, uns etwas anderer Ausdrücke bedient haben würden. Dar-

über, und diess scheint uns das Entscheidende, war jedoch bei allen Betheiligten kein Zweifel, dass die in der ersten und letzten Reihe aufgeführten Nebentöne auch durch die Berührung der in der ersten Reihe aufgezählten Materialien zu Stande kamen und dass neben diesen Geräuschen noch ein Ton von den bekannten Eigenschaften des ersten Herztons gehört wurde. Dieser letztere musste also schon innerhalb des Kammerfleisches entstanden sein, da er durch den Anstoss einer weichen Fläche gegen die verschiedenen Materialien des Hörtrichters nicht hervorzubringen war.

Mit einigen leicht zu erfüllenden Vorsichtsmassregeln lässt sich der letzterwähnte Versuch ausserordentlich oft wiederholen und variiren. Denn wenn in Folge der einige Minuten dauernden Blutleere das Herz unregelmässig und schwach zu schlagen beginnt, so braucht man nur die emporgehobenen Ligaturen zu senken, damit das Blut von Neuem einige Minuten das Herz durchsetzt und dieses wieder herstellt. alsbald kann man die Ligaturen wieder anziehen und die Beobachtung am blutleeren Herzen wiederholen.

Dieses Verfahren wird auch geeignet sein, um den Unterschied des Geräusches zu ermitteln, welchen das blutleere im Gegensatz zu dem Herzen ausgiebt, dessen Höhlen mit Blut gefüllt und dessen Zipfelklappen darum gespannt sind.

Während wir am ausgeschnittenen Herzen niemals etwas von dem zweiten Herztone wahrnehmen konnten, haben wir ihn mehrmals, wenn auch schwach, an dem Herzen beobachtet, das in seiner normalen Lage blutleer gemacht worden war. Auch Herr Dr. *Thomas* hat sich in einem Fall von der Anwesenheit dieses zweiten Tons überzeugen können. Sein Erscheinen verliert das Auffällige, wenn man erwägt, dass, wie schon früher bemerkt, trotz der Fadenschlingen um die Gefässe die Herzhöhlen noch etwas Blut enthalten. Dieses dürfte, wenn es in eine Aorta geworfen wird, die in der Nähe des Herzens abgebunden ist, hinreichen, um die Halbmondklappen zu entfalten. Diese letztern konnten aber während der vorhergehenden Pause etwas zusammenfallen, weil dem Inhalt des Aortenstumpfes durch die Kranzarterien ein Ausweg gestattet war. Bei einer Wiederholung der vorstehenden Versuche wird hierauf Rücksicht zu nehmen sein; lässt man die Aorta offen, während alle übrigen grossen Gefässe geschlossen sind, so wird, wie zu er-

warten, der zweite Ton immer ausbleiben, eine Annahme, von deren Richtigkeit wir uns schon überzeugt zu haben glauben.

Eine weitere Fortsetzung der vorstehenden Versuche haben wir unterlassen, da wir der Ueberzeugung sind, dass sie erfolgreicher von Andern weiter geführt werden können, welche besser als wir im Auffassen der Herztöne geübt sind. Uns hat es genügt, eine neue Stütze gewähren zu können der zuerst von *Charles Williams* ausgesprochenen Behauptung, welche, wenn wir sie recht verstehen, dahin lautet: »dass das Muskelgeräusch einen wesentlichen Antheil an der Erzeugung des ersten Herztons nehme.« So gefasst, bleibt durch die vorliegenden Beobachtungen nicht ausgeschlossen, dass auch noch andere Umstände wie z. B. die Erzitterung der Klappen einen Beitrag zum ersten Herzton liefern. Durch Versuche an Hunden, die mit Curare beruhigt sind, wird sich dieses von einem geübteren Ohr leicht ermitteln lassen.

In obigen Zeilen wurde wiederholt der Ton, welchen das ausgeschnittene blutleere Herz erzeugte, als ein Muskelton bezeichnet. In der That scheint die Berechtigung zu diesem Ausdruck auf dem Wege der Exclusion geführt zu sein. Welch anderer Umstand könnte noch tonerzeugend wirken? Gesetzt, man anerkenne aber in dem ersten Herzton einen Muskelton, so würde es immer fraglich bleiben, ob dieser seiner Entstehung nach mit den Geräuschen oder Tönen in Parallele gesetzt werden dürfe, welche in tetanisch erregten Muskeln entstehen. Bekanntlich begünstigen die in der neuern Zeit bekannt gewordenen Thatsachen die Unterstellung, dass die Systole der Kammer eine einfache Zuckung sei; bei einer solchen wäre also von einer Reihe rasch aufeinander folgender Stösse nicht die Rede, die, wie *Helmholtz* zeigte, die Höhe des Tons bestimmen, der vom tetanisirten Muskel ausgeht. Kaum wird es der Erwähnung bedürfen, dass auch ohne eine Reihe rasch ablaufender Erregungsstösse ein System von Fasern, wie das des Herzens, das sich so plötzlich spannt und so vielfach verschlungen ist, Töne oder Geräusche voranlassen kann.
