

dium der Anatomie vorangegangen sind und es mich gelehrt haben.“ Wir bedauern, außer vor Colombo und Fabricio nicht hier auch eine Verbeugung Harvey's zu finden vor Servet und Cesalpin, Sarpi und Rudio.

Wusste doch Harvey ganz genau, was er zu tun hatte. Denn, ehe man das Herz studirt und die Arterien, ihre Bewegungen, ihre Pulsschläge, ihre Geschäfte, ihre Rolle im Haushalt, ist es nötig, so beginnt er die Vorrede, die Werke der Vorgänger zu prüfen und die allgemein verbreiteten Ansichten in Rechnung zu nehmen. Man muss das bestätigen, was richtig, umgestalten, was falsch ist, die Wahrheit suchen mit Hilfe anatomischer Zergliederungen, zahlreicher Erfahrungen und sorgfältig angestellter aufmerksamer Beobachtungen. Er zeigt dann in der Vorrede, dass alles, was bisher seit Aristoteles, Erasistratus und Galen bis auf Colombo, Hoffmann und Riolan über die Bewegungen des Herzens und seine Funktionen geschrieben wurde, voller Ungewissheit ist. Und darin hat er vollauf recht. Nur schade, dass er dabei nicht zeigt, was man bei Servet und Cesalpin bestätigen, was umgestalten, was beseitigen müsse ¹⁾.

Kap. XVII. Harvey's Meisterschrift. Die Hypothesen.

Im Werke selbst zeigt Harvey zunächst, wie er zur Abfassung dieses Buches gekommen sei.

Bei den häufigen Vivisektionen habe ihn oft die Schnelligkeit der Herzbewegungen so in Stauen gesetzt, dass er nicht gewusst habe, wann die Zusammenziehung, wann die Ausdehnung des Herzens stattfindet? Auch sei bei manchen Tieren das Herz so klein, dass er sich in der größten Verwirrung befunden habe bei der Beobachtung seiner Bewegungen. Zuletzt habe er gedacht, jene Herzbewegungen seien für uns ebenso unbekannt, als für Aristoteles die Ursache der Ebbe und Flut in dem schwarzen Meere. Ja das Herz sei in seiner Bewegung ein Geheimniss für jedermann, außer für Gott. Er habe daher lange nicht gewusst, welcher Meinung der verschiedenen Autoren er beipflichten solle. Endlich habe er den Faden gefunden, der ihn aus diesem unentwirrbaren Labyrinth herausführen sollte. Indess seine Ansicht habe den einen gefallen, den andern zu großem Anstoß gereicht. Darum müsse er sie nun begründen (Kap. I).

Harvey schildert nun die bei den Vivisektionen beobachteten Bewegungen des Herzens. Wenn man, sagt er, die Brust eines noch lebenden Tieres öffnet, und die Kapsel, welche sie unmittelbar

1) Uebrigens hat Richet recht, wenn er in der Konfusion dieser Vorrede die Rückwirkung der Konfusion der dargestellten Ansichten sieht. Dennoch war mehr Ordnung möglich.

umgibt, entfernt, so sieht man sofort, dass das Herz bald in Bewegung ist, bald unbewegt. Und dieser Augenblick der Tätigkeit ist von dem Augenblick der Untätigkeit deutlicher zu unterscheiden bei den Tieren mit kaltem Blut, wie z. B. den Fröschen, Schnecken, Fischen. Auch bei den andern Tieren werden sie offener, sobald das Herz zu sterben beginnt. Die Bewegungen werden dann langsamer, seltener. Im Zustand der Ruhe ist das Herz weich, flach, matt. In betreff seiner Bewegung sind vier Erfahrungen zu registrieren.

„1. Es erhebt sich, stellt sich aufrecht, so dass es eine Spitze bildet, und in dem Augenblick schlägt es so stark gegen die Brust, dass man den Schlag an der Außenwand des Brustkastens fühlen kann.

„2. Alle seine Teile ziehen sich zusammen: es scheint sich zu verengen, weniger breit und spitzer zu werden, wie man das bei den Kaltblütern am besten beobachtet.

„3. Nimmt man das Herz eines noch lebenden Tieres in die Hand, so fühlt man, dass es in dem Augenblick, wo es sich bewegt, härter wird, grade wie man die Muskeln des Vorderarms sich verhärten und widerstandsfähiger werden fühlt, sobald sie die Finger in Bewegung setzen.

„4. Auch wird bei den Kaltblütern das Herz im Augenblick der Zusammenziehung bleicher; sobald die Zusammenziehung aufgehört hat, rötet es sich wieder.

„Daraus erhellt deutlich, dass es sich mit Herzbewegung ähnlich verhält wie mit der Muskelbewegung. Und es liegt nahe, daraus zu schließen¹⁾, dass im Augenblick, wo das Herz sich zusammenzieht und die Herzwände sich verhärten, dass in dem Augenblick grade die Herzhöhlen sich verengen und daher das Blut herausjagen, was sie enthielten; dass aber in dem Augenblick das Herz seine Röte wiedergewinnt, wo das Blut zurückkehrt in die Kammern. Durch die plötzliche Zusammenziehung wird das Blut, das sich in den Kammern befand, gewaltsam herausgetrieben. Der Herzschlag gegen den Brustkasten findet also statt im Augenblick der Zusammenziehung (systole) des Herzens und nicht, wie man gemeinhin glaubt, im Augenblick der Ausdehnung (diastole). Das Herz ist tätig grade dann, wenn es sich zusammenzieht und seine muskulösen Wände verdichtet. Aber während die muskulösen Fibern der Herzwände alle kreisförmig sind, so gibt es noch eine andere Art muskulöser Fibern, die horizontal liegen und zwar innerhalb der Herzkammern. Und es ist ein wunderbares Schauspiel, wenn diese zungenförmigen kleinen Fibern zugleich sich zusammenziehen und etwas wie ein Netz bilden in der innern Herzwand, welches mit großer Kraft das Blut heraufstreibt (Kap. II).

1) Nicht, sagt Harvey, ich habe es gesehen, sondern ich schließe es.

Von den Bewegungen des Herzens geht er nun über auf die bei Vivisektionen beobachteten Bewegungen der Arterien.

„1) Im Augenblick wo das Herz sich spannt, zusammenzieht und gegen die Brust schlägt (systole), in demselben Augenblick dehnen und erweitern sich die Arterien (diastole) und findet ihr Pulsschlag statt. Ebenso geht der Pulsschlag der arteriösen Vene und ihre mit den Arterien des Körpers gleichzeitig stattfindende Erweiterung in dem Augenblick vor sich, wo sich die rechte Herzkammer zusammenzieht und das Blut, das sie enthielt, herausjagt.

„2) Sobald die linke Herzkammer sich zu bewegen aufhört und sich nicht mehr zusammenzieht, hört der arterielle Puls auf; wenn sie sich nur schwach zusammenzieht, geht der arterielle Puls kaum merklich. Dasselbe findet statt betreffs der rechten Herzkammer und der arteriösen Vene.

„3) Wenn irgend eine Arterie eingeschnitten oder durchlöchert ist, spritzt das Blut mit Kraft aus der Wunde in dem Augenblick, wo die linke Herzkammer sich zusammenzieht. Desgleichen wenn die arteriöse Vene eingeschnitten ist, spritzt das Blut mit Kraft heraus in dem Augenblick, wo die rechte Herzkammer sich zusammenzieht.

„Ferner so oft man eine Arterie einschneidet, bemerkt man, dass das Blut immer in einem Augenblick nahe bei der Wunde, im andern Augenblick weiter ab von der Wunde aufspritzt; und der stärkere Wurf entspricht immer der Ausdehnung der Arterie und der Zusammenziehung des Herzens, d. h. dem Augenblick, wo das Herz gegen den Brustkasten schlägt.

„Daraus folgt, dass die Ausdehnung der Arterien immer der Zusammenziehung des Herzens entspricht. Die Herzkammern dehnen sich aus, weil sie sich anfüllen, grade wie ein Schlauch oder eine Blase. Keineswegs füllen sie sich an, weil sie sich ausdehnen, etwa wie ein Blasebalg. Auch hier also ist die allgemeine Meinung irrig. In demselben Maße als die Herzkammern mit Kraft sich zusammenziehen, in demselben Maße wird der Pulsschlag der Arterien kräftiger, voller, häufiger, schneller. Der Rhythmus der Pulsschläge entspricht durchaus dem Rhythmus der Zusammenziehungen des Herzens. Und der Pulsschlag sämtlicher, auch der äußersten Arterien findet durchaus in demselben Moment statt, wie das Gegenschlagen des Herzens gegen den Brustkasten, was übrigens schon Aristoteles bemerkt hat. Der arterielle Puls ist nichts anderes als die Eindrängung (impulsio) des Blutes in die Arterien (Kap. III).

Von der Bewegung der Arterien geht Harvey über zur Bewegung und den Funktionen der Vorkammern.

„Bei den Vivisektionen gewahrt man, dass die Bewegung des Herzens nicht durchaus, aber fast in derselben Zeit stattfindet, als die Bewegung der Vorkammern. Ganz besonders bei den Kaltblütern und bei den sterbenden Tieren gewahrt man einen Zeitunterschied

in der Bewegung der Vorkammern und der der Kammern selbst. Schon Galen hat beobachtet, dass beim Sterben die linke Kammer zuerst zu schlagen aufhört, dann die linke Vorkammer, darauf die rechte Kammer, endlich die rechte Vorkammer. Wenn die Kammern keinen Pulsschlag mehr aufweisen, pulsiren noch die Vorkammern. Zuerst ziehen sich die Vorkammern zusammen und dann erst das Herz selbst. So oft die Vorkammern sich zusammenziehen, werden sie bleicher besonders an den Stellen, wo sie mit wenig Blut in Berührung stehen, an ihren Enden und in der Nachbarschaft der Kammern. Auch im Ei, wie Aristoteles sah, und im Fötus bewegen sich und sind gerötet die Vorkammern, wenn die Kammern selbst noch bleich und bewegungslos verharren. Streng genommen, sollte man also nicht sagen, das Herz ist das erste, was lebt und das letzte, was stirbt, sondern die Vorkammern sind es. Merkwürdigerweise haben fast alle Tiere ein Herz, auch die ganz kleinen, wie die Krebse und Schnecken. Auch bei den Wespen und Fliegen habe ich es, sagt Harvey, mit Hilfe einer Lupe beobachtet. Aber bei den blutlosen Tieren schlägt das Herz außerordentlich langsam. Während des Winters hört bei solchen Tieren, wie ich bei der Schnecke beobachtet habe, sagt Harvey, das Herz zu schlagen auf, so dass dieser Tiere Leben dann dem Leben der Pflanze gleicht. Alle Tiere aber, die ein Herz haben, haben auch vor den Herzkammern Vorkammern oder etwas dem ähnliches (Kap. IV)

„Durch diese Beobachtungen fand ich“ sagt Harvey „endlich den Mechanismus und den Nutzen der Herzbewegungen.

„Die Vorkammer zieht sich zuerst zusammen. Durch ihre Zusammenziehung drückt sie das Blut, das sie enthielt, und da sie der Ausläufer der Venen ist, der Sammelplatz und der Behälter für das Blut, so kann sie auf diese Weise alles Blut hineintreiben in die rechte Herzkammer. Sobald nun die Herzkammer angefüllt ist, richtet sich das Herz auf und zieht alle seine Muskeln zusammen; die Herzkammern verengen sich und es findet eine Schlagbewegung statt. Infolge dieser Schlagbewegung wird das Blut von der rechten Vorkammer hinübergeführt in die Arterien. Die rechte Herzkammer schiebt nämlich das Blut in die Lungen durch jenes Gefäß, das man arteriöse Vene nennt, welches aber durch seine Struktur, seinen Gebrauch und seine Anlage eine Arterie ist. Die linke Herzkammer schiebt das Blut in die Aorta und mittels der verschiedenen Arterien in alle Teile des Körpers.

„Diese beiden Bewegungen, die in den Vorkammern und die in den Kammern, folgen sich so schnell, so harmonisch und so rhythmisch, dass es wie eine einzige Bewegung erscheint, besonders bei den Heißblütern, deren Herz sich so schnell bewegt. So sind die Herzbewegungen gewissermaßen ein Verschlucken des Blutes der Venen durch die Arterien. Und der Nutzen des Herzens ist, den Durch-

gang des Blutes nach den Extremitäten mittels der Arterien zu bewirken, so dass der Puls, den wir in den Arterien fühlen, nichts anderes ist als die Eindrängung (*impulsio*) des aus dem Herzen verjagten Blutes.

„Man hat das vielfach überschen, weil man die Beziehungen des Herzens zur Lunge nicht kannte. Und diese hinwiederum übersah man, weil man die Anatomie bloß auf den Menschen beschränkte, statt alle Tiere zu Hilfe zu ziehen und insbesondere lebend.

„Bei den Tieren, die keine Lunge haben, z. B. bei den Fischen, ist der Uebergang des Blutes der Venen durch das Herz in die Arterien sehr einfach. Aehnlich verhält es sich bei denjenigen Tieren, die zwar eine Lunge haben, aber nur eine Herzkammer, wie bei den Kröten, Fröschen, Schlangen, Eidechsen. Auch bei den Embryonen der Lungentiere mit zwei Herzkammern geht der Blutlauf direkt von der rechten in die linke Herzkammer. Denn da die Lungen im Mutterleibe noch nicht zu arbeiten haben, so behandelt die Natur noch beide Herzkammern wie eine, was den Botal einst und mich selber früher, sagt Harvey, in Irrtümer verleitet hat.

„Bei den edlern Tieren aber, sobald sie erwachsen sind, hat die Natur für zweckmäßig gefunden, jene breiten Anastomosen zu schließen und das Blut einen Umweg zu führen durch die Lungen. Warum das die Natur für zweckmäßig hielt, darüber hat Harvey seine eignen Gedanken, die er einmal in einer besondern Abhandlung veröffentlichten will. Vielleicht, meint er hier, geschieht es, um das Blut durch die eingeatmete Luft zu erfrischen und so die Siedehitze, die Erstickung oder dergleichen zu vermeiden. Jedenfalls ist es eine Tatsache, dass bei dem Erwachsenen die Scheidewand zwischen der rechten und der linken Herzkammer ohne alle Poren ist, ja dichter und fester als irgend ein Teil des Körpers außer den Knochen und Nerven (Kap. VI vgl. Vorrede).

Harvey zeigt nun zuerst, dass das Blut aus der rechten Herzkammer den Weg durch die Lunge und von da durch die Lungenvene (*arteria venosa*) nehmen kann und darauf, dass es grade diesen Weg nehmen muss.

„Da die Lungenporen beim Atmen sich fortwährend öffnen und schließen, so muss das Blut, welches bei der Zusammenziehung der rechten Herzkammer herausgestoßen wird, schwammartig durch die Lunge eingesogen werden, wie schon Colombo darauf hingewiesen habe wegen der Weite und ganzen Anlage der Lungengefäße und wegen des Vorhandenseins desselben Blutes in diesen Gefäßen wie in der Lungenvene und in der linken Herzkammer. Und selbst Galen hat schon das Eindringen von einem Teil Blut aus der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie (*vena arteriosa*) in die Lungenvene (*arteria venosa*) und von da in die linke Herzkammer zugegeben und diesen Weg bewiesen aus den drei halbmondförmigen Klappen in

der Oeffnung der Lungenarterie (vena arteriosa), welche das einmal dort eingedrungene Blut nicht wieder zum Herzen zurücklassen. Sonst müsste ja, sagt Galen, das Blut, was eben erst in die Lunge eingedrungen ist, gleich wieder zurücklaufen und einen unnützen Weg gemacht haben, wie das immerwährende Ebben und Fluten in dem Schwarzen Meere, eine Bewegung, die dem Blute und der Atmung sicher nicht heilsam wäre. Darum hat der Schöpfer die Klappen gemacht, die einen, welche das in das Herz gedrungene Blut hindern, sofort wieder zu entfliehen; die andern, welche das aus dem Herzen ausgestoßene Blut verhindern, wieder zurückzukehren. Auch Harvey gesteht, dass er jene Poren in der Lunge nie gesehen hat, ja er hält sie für unsichtbar. Dennoch glaubt er daran, dass es einen fortwährenden Lauf des Blutes aus der Hohlvene in die Aorta durch die damals nur noch vorausgesetzten Lungenporen gebe.

Warum auch würde sonst beim Menschen und bei den edlern Tieren die Natur zwei Herzkammern gemacht haben, da doch, sagt Harvey, bei allen lungenlosen Tieren für jenen Blutweg eine Herzkammer genügt, wenn nicht die Natur wollte, dass das Blut durch die Lunge geführt werde (Kap. VII).

„Dass nun ein Teil Blut durch die Lungen geht, möchten gewisse Autoren, gestützt auf Galen's Zeugniß und Colombo's Gründe, annehmen. Wenn ich nun aber bei diesem Blutweg durch die Venen in die Arterien von der Masse des Blutes rede, könnte ich mir mit dieser neuen und ungewohnten Meinung“ — aber Servet lehrte sie doch schon 1546 — „die Eifersucht mancher, ja die Feindschaft aller zuziehen, so sehr wird das allgemeine Vorurteil uns zur andern Natur, besonders wenn die Scheu vor einem hohen Altertum damit verbunden ist.

„Nun habe ich aber bei den Vivisektionen und bei den Aderlässen gefunden, dass die Natur nicht jenen Gefäßen eine so große Ausdehnung und einen so reichen Blutinhalte umsonst gegeben haben kann. Und indem ich nachdachte über den wunderbaren Mechanismus der Klappen, der Fibern und der ganzen Struktur des Herzens und über die Schnelligkeit der Bewegung von so viel Blut, sah ich ein, dass die Venen, bei der fortwährenden Blutspende an die Arterien bald sich erschöpfen und blutleer werden müssten, und dass die von den Speisen in der Leber (vgl. Kap. VII) präparierten Säfte nicht so schnell neues Blut in genügender Masse dem Herzen wieder zuführen könnten, und dass die Arterien, wenn sie das Blut unanhörlich in solcher Menge aufnehmen, ohne es wieder abzugeben, brechen müssten. Und darum schloss¹⁾ ich auf eine fortwährende Rückkehr des Blutes aus den Arterien in die Venen und aus den Venen wieder in die rechte Herzkammer. Und ich fragte

1) Nicht: ich suchte und fand, beobachtete und sah.

mich, ob diese Rückkehr nicht ein wirklicher Kreislauf sei, grade wie Aristoteles redet von dem Kreislauf der Atmosphäre und der Regen, und wie die Sonne im Kreislauf sich bald von der Erde entfernt, bald sich ihr nähert (!)¹⁾. Ebenso wahrscheinlich wird durch die Bewegung des nahrhaften Blutes jeder Teil unseres Körpers ernährt, erwärmt und belebt. An den Extremitäten angekommen, erkaltet und gerinnt das Blut und wird träge. Da geht es denn zu seinem Ursprung zurück²⁾, zum Herzen, wie zu dem göttlichen Schöpfer und Beschützer des Körpers, um dort seine Vollkommenheit wiederzuerlangen. Dort findet es jene natürliche Wärme, welche der Schatz alles Lebens und so reich an Lebensgeistern (*spiritus vitales*) ist. Von da geht es in die Extremitäten zurück. Und die Schnelligkeit dieses Kreislaufs hängt ab von den Bewegungen und Pulsschlägen des Herzens.

„So führt die Arterie das Blut vom Herzen weg in die Glieder, die Vene das Blut von den Gliedern weg zum Herzen; die Arterie kommt vom Herzen, die Vene geht zum Herzen. Die Alten freilich nannten die Arterien auch Venen. Und in vielen Tieren unterscheidet sich die Struktur der Vene durch nichts von der Struktur der Arterie (Kap. VIII)“.

Kap. XVIII. Harvey's Meisterschrift. Der Beweis der Hypothesen.

Im neunten Kapitel beweist Harvey den Blutkreislauf, indem er die erste seiner bisher aufgestellten drei Hypothesen durch die Erfahrung bestätigt.

Harvey's erste Hypothese lautete, das Blut, welches die Zusammenziehung des Herzens herausdrängt, wird aus der Hohlvene nach den Arterien in so großer Menge übergeführt, dass die Nahrungsmittel dazu nicht ausreichen würden, um so weniger als die Gesamtheit des Blutes diesen Weg in sehr kurzer Zeit macht.

„Nehmen wir aus Vernunftgründen oder aus Erfahrung an, die linke Herzkammer enthalte 1, 2 oder 3 Unzen Blut. In einem Leichnam fand ich dort über 3 Unzen. Nehmen wir ferner an, dass das Herz bei der Zusammenziehung irgend einen Teil Blut verliert, wie denn in der Tat die Herzkammer nach der Zusammenziehung stets weniger Blut hat, als vorher. Also ein gewisser Teil Blut geht in die Aorta, wie wir das bei jeder Zusammenziehung sehen. Wahrscheinlich geht also in die Aorta der 4., 5., 6. oder doch wenigstens 8. Teil des Blutes, das in der Herzkammer war. Bei jeder Zusammenziehung des Menschenherzens wird also etwa 1 Unze oder drei Drachmen oder doch 1 Drachme Blut in die Aorta gehen.

1) Und doch war Copernicus schon Zeitgenosse Luther's gewesen!

2) Wie Servet 1546 schrieb: *unumquodque revertitur ad originem suam* (Restitutio S. 160).

„Num aber zählt das Herz des Menschen in der halben Stunde 1000 Pulsschläge oder Zusammenziehungen, bei einzelnen sogar 2000, 3000 bis 4000 Pulsschläge. Multipliziert man diese mit der Zahl der Drachmen, so ersieht man, dass in der halben Stunde aus dem Herzen in die Aorta mindestens 3000 Drachmen Blut übergehen, d. h. bedeutend mehr Blut, als im gesamten Körper sich befindet. Ebenso gehen beim Hammel in der halben Stunde $3\frac{1}{2}$ Pfund Blut aus dem Herzen, während sich in seinem ganzen Körper nicht mehr als 4 Pfund Blut befinden, wie ich mich dessen selbst überzeugt habe.

„Nehmen wir nun, statt der halben Stunde, einen ganzen Tag, so erhellt, dass das Herz an die Arterien weit mehr Blut überführt, als es im stande ist den Tag über aus der Speise sich zu ersetzen.

„Und die Masse des rechts empfangenen und links wieder abgegebenen Blutes entspricht bei den verschiedenen Tieren immer der Struktur des Herzens, wie ich darüber reiche Erfahrungen gesammelt habe. Die Schnelligkeit des Blutwechsels hängt ab vom Temperament, vom Alter, von äußern Umständen und innern Gründen, vom Schlaf und der Ruhe, von der Nahrung, der Uebung, den Leidenschaften u. dgl. m.

„Deshalb genügt bei den Vivisektionen, wie schon Galen bemerkt hat, $\frac{1}{2}$ Stunde, um alles Blut aus den Arterien, aus den Venen herauslaufen zu lassen, wie klein auch die Arterie sein mag, die man öffnet. Auch brauchen die Schlächter, wenn sie dem Ochsen die Halsadern geöffnet haben, um ihn zu töten, kaum $\frac{1}{4}$ Stunde, bis er sich ganz ausgeblutet hat. Beim Hunde ist eine wunderbar kurze Zeit dazu nötig. Unterbindet man aber die Aorta an dem Punkte, wo sie aus dem Herzen hervorgeht, und öffnet man dann irgend eine Arterie, so findet man alle Arterien blutleer und alle Venen blutüberfüllt [während sonst bei jedem Aderlass das Blut hoch aufspritzt aus den Arterien und kaum gelinde träufelt aus den Venen]. Bei den Leichnamen hingegen, wo die Lunge und das Blut nicht mehr in Tätigkeit sind, findet man daher fast kein Blut in den Arterien und so sehr viel Blut in den Venen, fast kein Blut in der linken Herzkammer und so sehr viel Blut in der rechten. Und dieselbe Erscheinung findet sich bei dem Fötus, weil seine Lunge nicht atmet und daher das Blut nicht anziehen kann (Kap. IX).

„Man hat eingeworfen, auch ohne Kreislauf, bloß durch die Nahrung allein, könne so viel Blut in die Arterien laufen. Gebe doch bloß durch die Nahrung allein eine Kuh den Tag über 3, 4, 7 Nössel Milch; eine Frau dem Kinde oder auch den Zwillingen den Tag über 1, 2, auch 3 Nössel. Ja aber ebenso viel und mehr Blut gibt das Herz in einer oder zwei Stunden“. Ganz besonders interessant ist der Experimentalbeweis, den Harvey beibringt aus dem Herzen der lebendigen Schlange, an dem er zwei Todesarten nachweist: die Blutleere, die da erschöpft, und den Blutüberfluss, der da erstickt,

je nachdem man bald die Hohlvene unterbindet, bald wieder die Aorta an dem Punkte, wo sie im Herzen mündet (Kap. X).

Harvey's zweite Hypothese war, dass das Blut durch die Arterien allen Theilen des Körpers sich mittheilt und zurückkommt durch die Venen; dass die Arterien vom Herzen ausgehen, um das Blut dem Körper zuzuführen, während die Venen der Rückweg des Blutes sind nach dem Herzen hin; dass aber die Mittheilung des Blutes aus den Arterien in die Venen stattfindet in den Extremitäten des Körpers, sei es durch kleine Schleusen (anastomoses), sei es durch Einfiltration in die Poren des Gewebes. Man darf nicht vergessen, dass hier die Lupe, nicht bloß Harvey's Gesicht versagt. Daher dies Schwanken, dies entweder oder, dies Zweifeln.

Um nun die zweite Hypothese zu beweisen, macht Harvey zunächst aufmerksam auf den Unterschied zwischen dem losern und festern Verband. Zieht man die Bänder scharf an, wie bei den Amputationen, Kastrationen, Fleischgeschwülsten, Warzen, so hindert der Verband durchaus den Zufluss der nährenden Elemente und der Wärme. Bei dem lockern Verband hingegen werden keine Schmerzen verursacht und die Arterien schlagen noch schwach weiter unterhalb des Verbandes. Dieses Verbandes bedient man sich bei dem Aderlass.

„Man mache z. B. das Experiment an dem Arm eines Menschen. Man wähle einen mageren Arm, an dem man die Venen sieht. Der Körper muss aber auch in den Extremitäten gut erwärmt sein, damit sich dort eine größere Menge Blut befinde und die Pulse kräftiger schlagen.

„Ist der Kreisverband so vollständig, wie man es irgend ertragen kann, angelegt, so hört der Puls unterhalb des Verbandes vollständig zu schlagen auf. Oberhalb des Verbandes aber schlägt die Arterie, ja sie schwillt an, wie ein gehemmter Strom, der das ihm gebotene Hinderniss zu überwinden trachtet. Die Hand aber erkaltet nach einiger Zeit und kein Teilchen Blut dringt in sie hinein. Lässt man nun den Verband ganz allmählich nach, so genügen 10—12 Pulsschläge, um eine so große Masse Blut nach der Hand zu führen, dass diese anschwillt und sich färbt. Hält man nun in dem Augenblick, wo man den Verband nachlässt, den Finger auf die Arterie, so wird man fühlen, wie die Pulsschläge zurückkehren in dem Maße, als das Blut leise in die Hand zurückkehrt. Und mit den Pulsschlägen wird die Person, der man den Arm verbunden hat, die Wärme und das Blut in die Hand zurückkehren fühlen.

„Der enge Verband bringt die Arterien oberhalb des Verbandes zum Anschwellen, der lockere Verband bringt die Venen unterhalb des Verbandes zum Anschwellen, nicht aber die oberhalb des Verbandes. Ein enger Verband hindert durchaus den Lauf des Blutes, nicht bloß in den Venen, sondern auch in den Arterien. Ein leicht-

ter Verband hindert nur das Zurückströmen des Blutes durch die Venen. Nimmt man den Verband ganz ab, so hört die Geschwulst auf, die dunkle Farbe der Hand schwindet und der, dem der Arm lange verbunden war, wird fühlen, wie ihn das kalte Blut mit einem Schauer durchrieselt von der Hand nach dem Ellenbogen und nach dem Herzen zurück.

„Dadurch ist der Beweis erbracht, dass das Blut von den Arterien in die Venen läuft.

„Wenn wir daher beim Aderlassen das Blut mit Gewalt hervorspritzen lassen wollen, so legen wir den Verband an oberhalb und nicht unterhalb des Ortes, wo wir zur Ader lassen wollen. Käme das Blut aus den Venen oberhalb, so würde dieser Verband ein Hinderniss sein und keine Hilfe. Legen wir den Verband unterhalb an, so kommt das Blut nur tropfenweise. Oeffnet man aber irgend eine Vene des Oberarms mit einem Skalpirmesser, so fließt aus der Wunde fast alles Blut des ganzen Körpers heraus (Kap. XI).

„Aus alledem erhellt, dass das Blut fortwährend durch das Herz geht. Die Kraft des Aufspritzens kommt von der Kraft des Pulses und des Herzens: denn das Herz ist es, was ihm den Anstoß gibt. Und da das Blut, wollte man es nach einem Aderlass mit Heftigkeit ausströmen lassen, binnen einer halben Stunde fast ganz die Arterien und die großen Adern entleeren und Lipotomie oder Synkope zur Folge haben würde, so ist es vernünftig anzunehmen, dass binnen einer halben Stunde jene große Quantität Bluts durch das Herz fließt aus der Hohlvene in die Aorta. Da nun schon so viel Unzen Blut durch einen einzigen Arm laufen während zwanzig oder dreißig Pulschlägen und entsprechend viel durch den andern Arm und durch die beiden Venen zu beiden Seiten des Halses und durch alle andern Venen des Körpers, und da die Venen es sind, welche fortwährend den Lungen und den Herzkammern eine neue Quantität Blut zuführen, so muss ein wirklicher Kreislauf stattfinden. Auch könnten weder die Nahrungsmittel so schnell so viel Blut schaffen, noch auch wäre zur bloßen Ernährung der Gewebe so viel Blut nötig. Merkwürdig ist auch, dass, wenn der Verband noch so richtig angelegt und die Ader mit dem Skalpirmesser noch so richtig geöffnet ist, jene Erscheinung nicht eintreten wird, sobald den Patienten plötzlich Furcht oder Schreck oder Ohnmacht befällt. Das Blut spritzt dann nicht mehr, sondern tröpfelt leise; denn das Herz schlägt matt und hat keine Kraft, das Blut auszustoßen und den Verband durchdringen zu können. Aus demselben Grunde stehen die Monde und Blutflüsse der Frauen still. Sobald der Mut zurückkehrt und die Schlagkraft des Herzens wieder zunimmt, schlagen die Arterien von neuem (Kap. XII) ¹⁾.

1) Die zweite und die dritte Hypothese sind hier bei Harvey nicht gehörig auseinander gehalten. Eigentlich hat es die zweite nur mit den Arterien, die dritte nur mit den Venen zu tun (S. Kap. IX im Anfang).

Die dritte Hypothese Harvey's, dass das Blut durch die Venen aus den Extremitäten zum Herzen zurückkehrt, und dass die Venen grade diejenigen Gefäße sind, welche das Blut aus den Extremitäten zum Zentrum führen, beweist er aus der Form und dem Nutzen der von dem berühmten Hieronymus Fabricius de Aquapendente oder schon von Jakob Sylvius entdeckten halbmondförmigen Venenklappen, die man für einen äußerst feinen Teil der innern Haut der Venen ansehen könne, der etwas in die Gefäße hervorspringt; sie befinden sich in einer bestimmten Entfernung voneinander, sagt Harvey, und nicht immer an derselben Stelle bei den verschiedenen Individuen. Angelehnt an die Seitenwände der Vene, haben sie ihren Gipfel nach dem Ursprung der Vene gerichtet und sehen nach dem Licht des Gefäßes hin; sie hindern das Blut durchaus, von dem Ursprung der Vene in ihre Verzweigungen oder von einer großen Vene in eine kleine abzufließen. Und wir müssen hinzufügen, sagt Harvey, dass man in den Arterien keine Klappen findet. Am zahlreichsten sind sie immer an den Verzweigungsstellen der Venen.

„Für die Bewegung nun nach dem Zentrum hin beugen sich diese Klappen leicht herunter, verhindern aber vollständig die entgegengesetzte Bewegung. Auch wo sich zwei solcher Klappen gegenüberliegen, da halten sie mit ihren Säumen ganz fest aneinander, so dass man weder mit dem Auge noch mit dem Stilett die geringste Oeffnung bemerkt, sobald sie sich schleusenartig erheben. Aber sobald sie sich senken, lassen sie das Blut mit der größten Leichtigkeit hindurch.

„So hindern sie durchaus, dass das Venenblut vom Herzen zurückfließt in den Kopf, oder in die Füße, oder in die Arme, oder aus den großen Venen in die kleinen. Dem Blut aber, das von den kleinen Venen in die großen läuft, lassen sie breite und leichte Bahn.

Harvey macht das nun anschaulich durch vier Abbildungen eines über dem Ellenbogen verbundenen Armes.

„So ist denn der Zweck dieser Venenklappen derselbe, als bei den drei halbmondförmigen Klappen an der Mündung der Aorta und der arteriösen Vene: nämlich die Mündung zu verstopfen und das einmal eingelassene Blut nicht wieder zurückzulassen (Kap. XIII).

„Somit ist aus Schlussfolgerungen und durch Vorweisungen bewiesen, dass das Blut durch Lungen und Herz geht, dass es herausgetrieben wird durch die Zusammenziehung der Herzkammern, dass es von dort in alle Teile des Körpers gejagt wird, dass es in die Poren der Gewebe¹⁾ und in die Venen eindringt, dass es darauf durch die Venen von der Peripherie in das Zentrum dringt und von den kleinen Venen in die großen, und dass es so endlich wieder in die Hohlvene und in die rechte Herzkammer gelangt. Und da die Menge

1) Hier also zieht Harvey diesen Weg vor statt der Anastomosen.

des Blutes, welche vom Herzen in die Arterien niedersteigt und in den Venen zum Herzen wieder aufsteigt, viel größer ist, als es die Speise beschaffen und ebenso größer, als es zur Ernährung der Teile dienlich sein könnte, so muss man notwendig schließen“ — nicht: man sieht es — „dass es bei den Tieren eine fortwährende Kreisbewegung des Blutes gebe, und dass es Aufgabe des Herzens ist, durch seine Zusammenziehung diese Bewegung zu veranlassen (Kap. XIV).

Kap. XIX. Harvey's Meisterschrift. Die Folgen der Hypothesen.

„Auch lassen sich ohne die Annahme eines solchen Kreislaufes einige allgemein angenommene Meinungen nicht rechtfertigen.

„So sagt schon Aristoteles, dass alles Leben Wärme, alle Wärme Bewegung ist, dass das Herz das Prinzip des Lebens und der Herd der Wärme sei. Da nun in den Extremitäten das Blut sich immer wieder abkühlt und, sobald es stillsteht, gerinnt, so muss es fortwährend sich bewegen und zum Herde der Lebenswärme zurückkehren.

„Beim Erfrieren gleichen die Glieder bisweilen denen der Leichname. Das Blut steht still. Durch eine Rückkehr des Blutes, welches die Wärme vom Herzen den Gliedern wieder zuträgt, kehrt allein das Leben zurück. Und wie könnten sie neues Blut aufnehmen, wenn sie nicht das kalte zuvor zum Herzen zurückgeschickt hätten, um als Austausch das neue warme, von den Geistern beseelte Blut zu erhalten. Solange das Herz nicht erkaltet ist, kann jeder Körperteil wieder zu neuem Leben sich erwärmen.

„Nun hat das Herz nicht nur in der Arterie und der Kranzvene das Blut in sich, das es zur eignen Ernährung bedarf, sondern es ist auch der Aufbewahrungsort des Blutes für den ganzen Körper in seinen Kammern und Vorkammern. Alle andern Organe haben ihre Blutgefäße nur für sich selbst. Es ist die Heilquelle für alle Teile des Körpers. Der Teil hat aber immer die Tendenz, zum Ganzen zurückzukehren, wie sich bei der geringsten Ursache zeigt, bei der Kälte, der Furcht, dem Schreck und ähnlichen Erregungen. Dagegen bedarf es immer wieder eines gewaltigen Stoßes, um es vom Mittelpunkt in die Teile zu treiben. Und diesen Stoß gibt die Zusammenziehung des Herzens (Kap. XV).

Harvey geht nun über zu den Konsequenzen des Blutkreislaufs und nutzt sie aus als ein Argumentum a posteriori, indem er für eine große Anzahl sonst unerklärlicher Vorgänge den Blutkreislauf als Erklärung beibringt, wie z. B. für die Ansteckungskrankheiten (Venerie), die Vergiftung durch Schlangenbiss oder durch einen tollen Hund, die Tertialfieber, die äußerlich angebrachten und doch innerlich wirkenden Medikamente. Dabei beharrt er bei der Ansicht, dass in den mesenterischen Kapillarvenen es zwei entgegengesetzte Bewegungen gebe, die des Chylus nach oben, die des Blutes nach un-

ten, und sieht darin eine woltätige Vorsehung der Natur, in Anlehnung an Aristoteles. Obwoler, wenn er die mesenterischen Venen öffnete, nie Chylus fand, sondern dasselbe Blut wie in den übrigen Venen, so glaubt er doch an das Vorhandensein des Chylus in diesen Venen und meint, dass die Natur darum die Leber diesem Chylus auf den Weg gesetzt hat, damit in den Meandern dieses Organs der Chylus aufgehalten und vollständig ausgebildet werde (Kap. XVI).

Im letzten Kapitel bestätigt er den Blutkreislauf durch anatomische Bemerkungen.

„Es gibt Tiere ohne Herzen, wie z. B. die Verwesungswürmer, die Austern, die Muscheln, die Schwammtiere und alle Tierpflanzen. Sie brauchen kein Herz um ihre Nahrung anzunehmen, zu verarbeiten und abzuwerfen. Das ganze Tier ist gewissermaßen Herz.

„Die geringe Größe der meisten Insekten hindert uns, sie näher kennen zu lernen.“ Man darf eben nicht vergessen, dass Harvey kein Mikroskop gekannt hat.

„Doch kann man, fährt er fort, mit Hilfe einer Lupe bei den Bienen, Fliegen, Krabben eine Pulsation bemerken, auch, soweit die Körper durchsichtig sind, einen schwarzen Punkt bemerken. Bei den blutlosen und kaltblütigen Tieren, wie den Schnecken, Muscheltieren, Crustaceen, gibt es ein pulsirendes Organ wie eine Herzvorkammer ohne Herzkammer. Die Pulse gehen sehr langsam und man kann sie nur im heißesten Sommer bemerken. In der Kälte scheinen diese Tiere zeitweise gar nicht mehr zu leben. So gleichen sie bald den Tieren, bald den Pflanzen, wie die Insekten im Winter ein Pflanzenleben führen. Zweifelhaft ist es bei den Tieren, die Blut haben, wie die Frösche, Schildkröten, Schlangen, Blutegel. Doch haben die größern Tiere und besonders die, welche wärmeres Blut führen, für ihre Nahrung und größere Kraftentwicklung einen Bewegiger nötig, und sie besitzen daher, wie Aristoteles lehrt, alle ein Herz, wenn auch nur mit einer Vorkammer und einer Herzkammer.

„Die noch größern, heißblütigen und vollkommenern Tiere haben ein starkes, fleischernes Herz nötig, um ihren Bewegungen eine größere Schnelligkeit und Gewalt zu geben. Und um ihre Speisen besser zu verdauen, bedürfen sie der Lungen und einer zweiten Herzkammer. Und da nimmt denn immer die linke, am besten ausgebildete Herzkammer, von der der eigentliche Herzstoß kommt, grade den Mittelpunkt des Körpers ein. Die rechte Herzkammer ist die Dienerin der linken, um deren willen das ganze Herz gemacht ist. Auch ist die Dicke der rechten dreimal geringer, als die der linken. Doch hat die rechte Herzkammer eine größere Höhlung, weil sie nicht nur dasselbe Blut wie die linke aufnehmen, sondern noch obenein die Lunge ernähren muss, während bei dem Embryo das alles anders sich verhält. Sobald aber die Lunge in Tätigkeit treten muss, verschließt sich das ovale Loch zwischen den beiden

Herzkammern; der arterielle Kanal, die Herzkammern hören auf, eine Einheit zu bilden, und jeder der Herzkammern fällt ihre eigenartige Aufgabe zu. Die rechte Herzkammer wirft das Blut nur in die Lunge, während die linke es dem ganzen Körper mitteilt.

„Ueberdies gibt es im Herzen fleischerne Zünglein und viele fibrige Verknotungen, die Aristoteles Nerven nennt, und die, wie kleine Muskeln, bei der Zusammenziehung mitwirken und dem Ausstoß des Blutes eine größere Kraft verleihen. Bei all den Tieren, welche diese kleinen Herzmuskeln besitzen, sind sie zahlreicher und stärker in der linken Herzkammer. Beim Menschen finden sich diese Muskeln auch zahlreicher in den Kammern als in den Vorkammern. Bei einzelnen Individuen fehlen jene Muskeln in den Vorkammern ganz. Bei den kräftigern Individuen sind sie zahlreicher, besonders bei den Landarbeitern, seltener bei den feinen Damen. Bei den kleinen Tieren, deren Herzkammern zart sind, fehlen diese Fibern ganz, wie z. B. bei den kleinen Vögeln, den Schlangen, den Fröschen, den Schildkröten, bei dem Rebhuhn, dem Huhn und bei den meisten Fischen. Bei bestimmten Tieren hat die linke Herzkammer solche fibrige Verknotungen, die rechte nicht: wo nämlich die Lunge schwammig ist und weich, wie bei der Gans, dem Schwan und den andern größern Vögeln, dringt das Blut leicht in die Lunge, ohne dass ein kräftiger Anstoß not tut. Die linke Herzkammer hat solche Muskeln, weil es einer größern Kraft bedarf, um das Blut nach dem ganzen Körper zu versenden.

„Gleichmaßen bedarf es bei einem zartern Körper nicht solcher Muskelkraft zur Verteilung des Blutes überallhin, als bei einem kräftig gebauten, widerstandsfähigern, bei dem alle Gewebe derber sind.

„Auch sind die Herzkläppchen in der linken Herzkammer größer und stärker, als in der rechten und schließen fester, um ja das Zurückströmen des ausgestoßenen Blutes zu verhindern.

„Auch finden sich überall Vorkammern, wo es Herzkammern gibt, um durch die Zusammenziehung den Anprall des Blutes zu verstärken, grade wie man beim Ballspiel den Gummiball weiter bringen kann, wenn er aufstößt, als durch einfachen Wurf. Auch geschehen alle Bewegungen der Tiere zuerst an einer Stelle des Körpers und vollziehen sich durch eine Zusammenziehung. So wird durch Zusammenziehung der Vorkammern das Blut in die Kammern getrieben, durch Zusammenziehung der Herzkammern in den Körper. Auch weist schon Aristoteles darauf hin, dass Nerv von *νευω* (ich falte, ziehe zusammen) herkommt. Aristoteles hat die Muskeln gekannt, nicht aber ihre eigentlichen Funktionen.

„So hat die göttliche, vollkommene Natur, die nichts vergeblich tut, den Tieren kein Herz gegeben, die keines bedurften und hat es nicht eher geschaffen, als bis seine Funktionen nötig waren. Und jedes Tier dringt immer durch dieselben Stufen,

ja gewissermaßen durch die verschiedenen Organisationen der Tierleiter¹⁾, indem es nacheinander Ei, Wurm, Foetus wird und in jeder dieser Phasen seine Vollendung erreicht²⁾. Und Hippokrates hat recht, wenn er das Herz einen Muskel nennt, da das Herz die Funktion eines Muskels ausübt. Und Galen hat recht, wenn er im Herzen die verschiedenartigsten Fibern, aufrechtstehende, transversale, schräge unterscheidet; aber mit jeder Herzbeugung verändern sie ihre Richtung. Auch hat Aristoteles recht, wenn er dem Herzen die Kraft eines Regulators zuschreibt; das Herz existiert vor der Leber und vor dem Hirn, gleichsam wie ein inneres Wesen, das vor allen Organen schon Leben hat; das übrige ist gewissermaßen sein Werk. Es ist das Oberhaupt des Staates, der Fürst, der alles ins Leben ruft und beherrscht, das Prinzip aller Macht.

„Auch ist es merkwürdig, dass, je näher die Arterien dem Herzen liegen, sie in ihrer Struktur um so mehr von den Venen sich unterscheiden; um so kräftiger und fiberreicher sind sie. Je weiter sie dagegen vom Herzen abliegen, um so zarter sind sie, und um so schwerer können sie durch ihre Wände von den Venen unterschieden werden. Ganz natürlich: denn je näher sie dem Herzen liegen, desto stärker ist der Anprall, den sie auszuhalten haben. Auch nimmt der Anprall ab, je kleiner die Verzweigungen der Arterienstämme werden, so dass die letzten Kapillarverzweigungen wie Venen erscheinen. Auch fühlt man in ihnen den Puls nicht mehr. Nur bei besondern Erregungen fühlen wir in den Zähnen, den Geschwülsten, den Fingern die Pulse noch.

„Überall stehen die Organe zueinander in richtigem Verhältniss. Bei den Fischen, Vögeln, Schlangen und derartigen Tieren, wo die Herzkammern zart sind, ohne Fasern, ohne Klappen, mit dünnen Wänden, da unterscheiden sich auch in der Dicke ihrer Wände die Arterien kaum von den Venen.

„Und wenn die arteriöse Vene im allgemeinen die Struktur einer Arterie und die venöse Arterie im allgemeinen die Struktur einer Vene hat, so geschieht das darum, weil in Wahrheit, entgegen der landläufigen Meinung, aus dem Gebrauch und der Anlage erhellt, dass jenes eine Arterie, dieses eine Vene ist“³⁾.

„Alle diese anatomischen Beobachtungen und noch manche andere, die ich gemacht habe, bestätigen den Blutkreislauf; einen Vorgang, der für alle Teile der Medizin, für die Physiologie, Pathologie, Semiotik, Therapeutik von den weitgreifendsten Folgen ist und der eine Menge von Zweifeln löst“ (Kap. XVII cf. XVI).

1) Ein schon servetanischer Gedanke.

2) Harvey ist Darwin's Vorläufer.

3) Bekanntlich nennt man heute die Arteria venalis Lungenvene, die Vena arteriosa die Lungenarterie.

Kap. XX. Ergebniss.

William Harvey hat, nur mit der Lupe bewaffnet, so großes geleistet, dass man nicht ausreden kann, was dieses Genie geleistet haben würde, wenn ihm, wie Malpighi, das Mikroskop zur Verfügung gestanden hätte. Aber der Entdecker des Blutkreislaufes ist Harvey nicht, wie sehr er auch, verführt durch die Gunst zweier Könige und die fast abgöttische Verehrung seiner Nation, sich einzureden suchte, dass er es sei. Und er hat es sich selbst eingeredet und zuletzt daran geglaubt, weil dieser Glaube nur zu bald das Dogma seiner Nation geworden war. Aber in den Augenblicken, wo er unbefangen ist, gesteht er zu, dass einige vor ihm, durch Galen's Ansehen und des Columbus und anderer Gründe bewogen, die Wahrheit über die Blutwege gelehrt und der Meinung beigegeben hätten, die er jetzt die seine nenne; ja dass manche lange vor ihm einen Blutkreislauf gekannt hätten, vermöge dessen fortwährend Blut aus den Arterien in die Venen und aus den Venen zum Herzen zurückkehrt; dass er selbst die Bücher derer gern und fleißig gelesen, die uns die Fackel der Wahrheit vorangetragen hätten, den alten Autoritäten willig die ihnen gebührende Achtung zolle und nur darum die Modernen nicht alle ausdrücklich genannt habe, um nicht Anlass zu Streitigkeiten zu geben; und dass er es sei, der den vor¹⁾ ihm entdeckten Blutkreislauf deutlicher, geordneter, völlig der Wirklichkeit entsprechend (*distincta valde, ordinata et verissima*) und auf festen und notwendigen Grundlagen aufgeführt habe.

Wir konstatiren es noch einmal, Harvey, der Verfasser von „*De motu cordis et sanguinis*“ 1628, hat nicht den kleinen Blutkreislauf entdeckt. Den entdeckte Servet 1546. Harvey hat nicht den großen Blutkreislauf entdeckt. Den entdeckte Cesalpin 1569. Harvey hat nicht die Venenklappen entdeckt. Die entdeckten Jakob Sylvius, Sarpi und am genauesten Aquapendente 1574. Harvey hat nicht die durchschlagenden Beweise für den Blutkreislauf gegeben. Die gaben Servet, Colombo, Valverde, Aranzi, Ruini, Rudio, Sarpi, Cesalpin und Aquapendente. Harvey hat den Kreislauf des Blutes nie gesehen. Den sah Malpighi mehrere Jahre nach Harvey's Tode (1661).

Streng genommen hat auch Harvey nicht den Kreislauf beschrieben, sondern einen doppelten Halbkreislauf. Ob in den Lungen und in den Extremitäten die Arterienenden mit den Venenansätzen in Verbindung stehen durch Anastomosen, oder aber durch Einfiltration in die Poren des Gewebes, das hat er nie zu entscheiden gewagt, da die Lupe ihre Dienste ihm hier verweigerte.

1) S. 586 Pfüger's Archiv 1882 ist die Stelle verdruckt.

Und doch, wenn zwei Halbkreise plötzlich aufhören, ohne nachweisbare Fortsetzung, so ist kein wirklicher, kein geschlossener Kreis da.

Aber darum bleibt Harvey doch ein unvergleichliches Genie. Denn „durch die Genauigkeit und Gründlichkeit der Induktion, durch die Geschicklichkeit, den Fleiß und die Reichhaltigkeit der Experimente, durch die Sorgfalt und Feinheit der Beobachtungen, durch den Scharfsinn und die Schmeidigkeit der Beweisführung, durch die Klarheit und Wahrheit der gezogenen Schlüsse, durch die Neuheit und Wichtigkeit der eingeschobenen Reflexionen, vor allem durch den einheitlichen Zusammenhang des Ganzen“ hat William Harvey, der große Praemonstrator regius circulationis sanguinis, die Bewegung des Herzens und des Blutes aus einer Hypothese dunkler Möglichkeit zu der klarsten Wahrscheinlichkeit, aus den Winkeln einzelner entlegener Studirstuben auf den Schild der öffentlichen Meinung, aus einer individuellen Ansicht einzelner Bevorzugter zu einem überall sanktionirten Dogma erhoben. Und in diesem Sinne kann man wohl sagen: „Ohne die Schule von Padua, ja ohne Erasistratus, Aristoteles, Galen, Servet, Vesal, Colombo, Cesalpin, Aquapendente kein Harvey, ohne Harvey aber keine Entdeckung des Blutkreislaufs.“

Henri Tollin (Magdeburg).

E. du Bois-Reymond, Ueber sekundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen.

Sitzungsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XVI. 1883. S. 343—404.

Bereits in frühern Referaten fanden gelegentlich gewisse elektromotorische Erscheinungen Erwähnung, welche unter dem Einflusse eines fremden Stromes in der durchflossenen Strecke von Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ der Zitterfische sich entwickeln und von du Bois-Reymond als „sekundär-elektromotorische Erscheinungen“ bezeichnet werden. Sie stellen im wesentlichen Polarisationsströme dar, welche entweder „negativ“, d. i. dem erzeugenden Strome entgegengesetzt gerichtet, oder „positiv“ sind, d. i. mit demselben gleiche Richtung haben. Während die erstern bereits länger bekannt sind und zuerst von Peltier im J. 1836 beobachtet wurden, wurde eine positive Polarisation als Folge elektrischer Durchströmung erst von du Bois-Reymond nachgewiesen. Sie bildet eine charakteristische Eigentümlichkeit der genannten tierischen Gebilde im lebenden Zustande, während negative Polarisation auch an toten organischen und anorganischen Objekten vorkommt und hier von du Bois-Reymond eingehend untersucht wurde.

Peltier verglich die von ihm beobachtete negative Polarisation

durchströmter Froschgliedmaßen mit der Polarisation der Metalle und hielt die Ausscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff an der Aus- und Eintrittsstelle des Stromes in die tierischen Teile für die Ursache der Spannungsdifferenz. Du Bois-Reymond fand dagegen später jeden beliebigen Abschnitt der intrapolaren Strecke eines längsdurchströmten Muskels oder Nerven nach Oeffnung des polarisirenden Stromes in gleichem (negativem beziehungsweise positivem) Sinne elektromotorisch wirksam und vertritt daher die Ansicht, dass es sich hier hauptsächlich um sogenannte „innere Polarisation“ handelt.

Wie schon erwähnt wurde, kommt die Fähigkeit, negative innere Polarisation anzunehmen, zahlreichen organischen und anorganischen porösen mit einem Elektrolyten getränkten Körpern zu. Der polarisirende Strom teilt sich dann zwischen der schlechter leitenden tränckenden Flüssigkeit und dem porösen Gerüst, wobei das letztere durch ausgeschiedene Ionen polarisirt wird. „Jedes der unzähligen Zwischenplättchen wirkt nun elektromotorisch im umgekehrten Sinne von dem, in welchem es durchflossen wurde.“ Aus der Superposition aller dieser Partialströme geht dann der durch einen angelegten Bogen sich ergießende Stromzweig hervor. Jede gleichlange Strecke eines solchen regelmäßig gestalteten (etwa zylindrischen) Körpers wirkt im allgemeinen nach der Durchstömung gleich stark sekundär elektromotorisch. Besteht nun zwischen den an Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ zu beobachtenden sekundär elektromotorischen Erscheinungen und den Polarisationserscheinungen an toten organischen oder anorganischen Objekten eine unmittelbare Analogie? Die im Folgenden mitzuteilenden Tatsachen werden zeigen, dass dies nicht der Fall ist.

Um die Polarisationserscheinungen an Muskeln oder Nerven zu untersuchen, bediente sich du Bois in der Regel des gehörig angespannten *M. gracilis* und *M. semimembranosus*, beziehungsweise der beiden Ischiadici eines Frosches. Je ein Paar unpolarisirbarer Elektroden dienten einerseits zur Zuleitung des polarisirenden Stromes, andererseits zur Ableitung des Polarisationsstromes. Die letztern wurden in der Regel zwischen jenen innerhalb der intrapolaren Strecke angelegt. Durch eine besondere Vorrichtung war es möglich, die „Schließungszeit“, d. i. die Zeit, während welcher der polarisirende Strom durch das Polarisationsobjekt gesandt wird, von 0,001—20 Sekunden zu verändern. Dieselbe Vorrichtung vermittelte zugleich die Schließung des Bussolkreises nach Oeffnung des Säulenkreises nach möglichst kurzer und gleicher Zeit.

Die sekundär elektromotorischen Wirkungen, welche unter den erwähnten Versuchsbedingungen an Muskeln beobachtet werden, hängen sehr wesentlich ab von der Dichte und Dauer des primären Stromes und erscheinen wegen der beständigen Interferenz negativer und positiver Wirkungen zunächst sehr verworren. „Bei Stromdichten

unter der von 2 Grove und bei ganz kurzer Schließungszeit erscheint überhaupt keine an der Bussole bemerkbare Polarisation. Die ersten Spuren, welche man bei 1 Daniell und 1 Sekunde Schließungszeit auftreten sieht, sind negativ. Die ersten positiven Spuren dagegen kommen erst bei 2 Grove und ungefähr 0,3" Schließungszeit zum Vorschein.“ Bei wachsender Schließungszeit erreicht die positive Polarisation rasch ein Maximum, um dann langsamer abzunehmen und in negative Polarisation überzugehen, welche dann ihrerseits bis zu einem Maximum zunimmt. Als „kritische“ Schließungszeit bezeichnet du Bois jene, für welche die positive Polarisation in die negative übergeht. Die stärkste positive Polarisation wurde bei den Versuchen an dem genannten Muskelpaare durch 0,075" lange Schließung von 20 Grove, die stärkste negative Polarisation bei 10' langer Schließung eines Grove beobachtet. Kurz dauernde Stromstöße (Induktionsschläge) erzeugen stets nur positive Polarisation.

Sowol die positive als auch die negative Polarisation sind sehr nachhaltig und überdauern unter Umständen die Oeffnung des primären Stromes von 20 Min. und mehr. Erfolgt diese letztere um die kritische Zeit, so beobachtete du Bois nicht selten doppelsinnige Ablenkungen, und zwar meist zuerst negativer, dann positiver Polarisation entsprechend. Es hat dieses Verhalten darin seinen Grund, dass vom Augenblick der Schließung an stets beide Polarisationen gleichzeitig vorhanden sind, aber nach verschiedenem Gesetze wachsen, „indem die negative Polarisation mehr der Schließungszeit proportional zunimmt, die positive zuerst schnell, dann langsam ansteigt.“ Durch Versuche, bei welchen abwechselnd die obere und untere Hälfte regelmäßiger Muskel durchströmt und auf ihren Polarisationszustand geprüft wurde, hält es du Bois-Reymond für erwiesen, dass „die obere Hälfte in aufsteigender, die untere in absteigender Richtung stärkere positive Polarisation zeigt.“

Abgestorbene Muskeln zeigen zwar noch Spuren negativer innerer Polarisirbarkeit, die erst durch Kochen gänzlich vernichtet werden; positive Polarisation kommt dagegen, wie schon erwähnt, ausschließlich lebenden Muskeln zu. Auch während des Tetanus ist die Fähigkeit der Muskeln polarisirt zu werden beträchtlich vermindert.

Die sekundär-elektromotorischen Erscheinungen an Nerven stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den am Muskel beobachteten überein. Auch hier sind stets zwei Polarisationen gleichzeitig vorhanden, welche in gleicher Weise von Stromdichte und Schließungsdauer abhängen. In neuester Zeit stellte auch Tigerstedt Versuche über Nervenpolarisation an, deren Resultate bereits mitgeteilt wurden¹⁾.

Mit Rücksicht auf die oben erwähnte Beobachtung der stärkern positiven Polarisirbarkeit regelmäßiger monomerer Muskeln in der

1) Biolog. Centralblatt III. Band. 1883. S. 381.

Richtung von der Mitte nach den Enden zu, untersuchte du Bois Reymond die Polarisation motorischer und sensibler Wurzeln der Spinalnerven, da es nicht unmöglich schien, dass die intramuskulären Nerven bei jener Erscheinung im Spiel sein konnten, und in zentrifugaler Richtung stärkere positive Polarisation annehmen als in der andern. In der Folge blieb zwar eine derartige ursächliche Beziehung der intramuskulären Nerven zu dem beobachteten Verhalten der positiven Polarisation von Muskeln durchaus zweifelhaft, doch glaubt du Bois-Reymond den Satz als wahrscheinlich bezeichnen zu dürfen, dass in den motorischen Nerven die positive Polarisation in absteigender, in den sensiblen in aufsteigender Richtung überwiegt, beidemale im Sinne der physiologischen Innervationswelle. Ebenso überwiegt auch in der elektrischen Platte des Zitterwelses die positive Polarisation im Sinne des Schlages ¹⁾, und daher scheint du Bois-Reymond die Annahme eines nähern Zusammenhanges zwischen der positiven Polarisation und der Richtung, in welcher normaler Weise die Kontraktionswelle in regelmäßigen Muskeln fortschreitet (von der Mitte nach den beiden Enden hin), nicht ungerechtfertigt.

Aus der Gesamtheit der mitgetheilten Tatsachen ergibt sich zur Genüge, dass weder die positive noch auch die negative Polarisation von Muskeln, Nerven und dem elektrischen Organ mit der innern Polarisation feuchter poröser Körper auf eine Linie gestellt werden kann. Nicht nur die Abhängigkeit der positiven Polarisation vom Lebenszustande der Gewebe, sondern auch die Art und Weise, in welcher dieselbe von Stromdichte, Schließungs- und Oeffnungszeit abhängt, beweist dies. Aber auch die negative Polarisation der genannten tierischen Teile bietet ungeachtet der größern Uebereinstimmung mit rein physikalischer innerer Polarisation bemerkenswerte Verschiedenheiten dar. Es gehört hierher insbesondere die vollständige Vernichtung der Polarisirbarkeit von Muskeln und Nerven durch Kochen, sowie die Tatsache, dass mit wachsender Schließungszeit ein Maximum der negativen Polarisation eintritt. —

Du Bois-Reymond gelangt zu dem Schlusse, „dass in den positiv polarisirbaren Gebilden nicht dem primären Strome gleichgerichtete elektromotorische Kräfte erzeugt, sondern dass die Träger schon vorhandener elektromotorischer Kräfte (elektromotorische Molekel) dem primären Strome gleichgerichtet werden.“

Biedermann (Prag).

1) Vergl. über Polarisationserscheinungen am elektrischen Organ biolog. Centralbl. Bd. I. S. 689.

G. Romiti, Di una rarissima varietà delle ossa nasali e di alcune varietà nervose e muscolari.

Estratto dagli Atti della R. Accademia dei Fisiocritici. Ser. III Vol. III Siena, 1883. Con un tavole.

Der Verf. beschreibt verschiedene seltene Varietäten vom Menschen.

1. Einen Fall von rudimentären Oss. nasi bei einer 30jährigen Italienerin. Das linke Nasenbein war um 2 mm vom Stirubein abgedrängt durch den Processus frontalis oss. maxillaris superioris, das rechte Nasenbein erreichte aber noch mit einer scharfen Spitze den erstgenannten Knochen. Von europäischen Schädeln sind analoge Beobachtungen sehr selten (Sandifort 1777 bei einem Weibe und einem Kinde; Köhler 1795 bei einem Kinde; J. F. Meckel 1809 einseitig bei einem Kinde). Bei andern Rassen, Negern, Buschmännern, ist die Varietät öfter beobachtet worden, ferner bei verschiedenen Affen; man darf denselben daher einen atavistischen Charakter zuschreiben. Trotz der ausgedehnten Substituierung der Nasenbeine durch die Stirnfortsätze beider Oberkiefer bot die äußere Form der Nase in dem beschriebenen und abgebildeten Falle nichts besonderes dar; die Ossa lacrymalia waren bipartita.

2. Bei einem erwachsenen Manne bildete linkerseits der N. radialis eine Ansa um ein abnormes Muskelbündel, welches sich vom lateralen Rande des M. latissimus dorsi abgelöst hatte, um an die Kapsel des Schultergelenkes sich zu inseriren. An der Kreuzungsstelle mit dem Radialnerven war jenes Muskelbündel sehnig geworden, es inserirte sich in der Höhe des obren Randes des M. subscapularis. Ein dem abgebildeten entsprechender Fall ist noch nicht beobachtet worden, wol aber abnorme Muskelbündel des M. latissimus mit Insertionen am Olecranon, der Schultergelenkkapsel u. s. w. — In einem andern Falle sah Verf. bei einem Manne einen Muskel von der Crista oss. ilium und den vier untersten Rippen entspringen und sich an den Humerus mit der Sehne des M. latissimus dorsi inseriren.

3. Von der hintern Fläche des vierten Rippenknorpels entspringt ein Muskelbündel und inserirt sich schräg an den Knorpel der zweiten Rippe. Es scheint den M. episternalis posterior zugerechnet werden zu können, welchen der Verf. früher beschrieben hatte (1879): entspringend vom Manubrium sterni geht derselbe zum dritten oder vierten Rippenknorpel dicht neben dem Sternum.

4. Verschiedene Varietäten der sogenannten Ansa n. hypoglossi werden aufgezählt. Sie lag einmal hinter und unter der V. jugularis interna in der Gefäßscheide der A. carotis communis. Die Aeste zu den Mm. sternothyreoideus und sternohyoideus wurden vom N. hypoglossus direkt abgegeben (rechterseits). Einmal endlich wurde jene Schlinge von einem aus dem Ganglion jugulare n. vagi kommenden Ast, ferner einem Zweige aus der Ansa cervicalis I und dem R. descendens n. hypoglossi gebildet. Der genannte Zweig anastomosirte mit dem N. hypoglossus, es fehlte aber sehr seltener Weise jede direkte Verbindung zwischen letztem und dem N. vagus.

Bekanntlich ist die sogenannte Ansa suprahyoidea, d. h. eine Anastomose von R. lingualis der Nn. hypoglossi beider Seiten, innerhalb des M. geniohyoideus oder zwischen letztem und dem M. genioglossus für ein Homologon des Schlundringes wirbelloser Tiere gehalten werden; der Verf. stellt sich auf Seiten der Gegner dieser Ansicht und hebt die Beobachtung des Ref. hervor, wonach jene in etwa 10 % vorkommende Schlinge keine Ganglienzellen enthält.

Schließlich werden vom Verf. künftige Arbeiten aus seinem Institute in

Aussicht gestellt; über das Verhalten des Pericranium in der Schläfengegend von Martini (Rivista clinica di Bologna, Apr. 1883), wonach dasselbe teils vor, teils hinter dem M. temporalis sich erstreckt. Ferner über den sogenannten N. depressor beim Menschen und bei Tieren, worüber in neuester Zeit schon mehrere Untersuchungen vorliegen. Ref. hat mehrfach versucht für den Nerv den alten Namen R. cardiacus n. vagi zu konserviren. Möchten wir bald über die in Aussicht gestellten Mitteilungen referiren können; die obigen betreffen, wie man sieht, seltene und genetisch interessante Varietäten.

W. Krause (Göttingen).

Bemerkungen über die Kerne von *Actinosphaerium* und *Amoeba proteus*.

In diesem Centralblatt (Jahrg. III Nr. 13) hat kürzlich K. Brandt ein Referat meiner Arbeit über „Kernteilungsvorgänge bei einigen Protozoen“ (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38) veröffentlicht, welches mich zu einigen Bemerkungen veranlasst. Brandt äußert nämlich Zweifel über die Richtigkeit zweier Punkte in besagter Arbeit; er glaubt, dass diejenigen Gebilde, welche ich bei *Actinosphaerium* als eben aus der Teilung hervorgegangene Nuclei bezeichnete, sowie die von mir beschriebenen Kerne der *Amoeba proteus* anders zu deuten seien. Was den ersten Einwand betrifft, so war ich wol geneigt, einem so ausgezeichneten Kenner des *Actinosphaerium*, wie Brandt es ist, darin recht zu geben und jene besagten Körper für Exemplare des von ihm entdeckten Parasiten, *Pythium Actinosphaerii*¹⁾, zu erklären. Doch machte mich die Durchmusterung meiner Präparate wieder schwankend, und ich bin jetzt überzeugt, dass die auf meiner Figur 3 dargestellten Kugeln, an welchen ich das allmähliche Wiederauftreten der Nucleoli zeigte, doch Kerne sind. Ich fand noch ein Exemplar, wo außer wenigen unzweifelhaften Kernen dieselben Gebilde zu sehen waren, und zwar immer in den von den Pseudopodien-netzen gebildeten Maschen, wie dies bei den Nuclei immer der Fall ist, während als Hauptsitz des *Pythium Actinosphaerii* sein Entdecker die Nahrungsvakuolen des Sontentierchens angibt. Schon der Umstand ließ mich an der Auffassung, als hätten wir hier parasitische Gebilde vor uns, nicht festhalten, dass dann die betreffenden Actinosphaerien nur ganz vereinzelt Kerne im Innern hätten, viel weniger, als man es sonst je beobachtet. Wenn übrigens die Kernteilung in der Weise sich abspielt, wie ich es beschrieben habe, und wie es aus den Bildern der sich teilenden Kerne tatsächlich hervorgeht (Fig. 4 h), so nämlich, dass auf jeden Tochterkern eine homogene Masse chromaticher Substanz kommt, umgeben von einem hellen Hof, so müssen auch Zustände vorkommen wie diejenigen, welche Brandt für Parasiten hält.

Leichter wird es mir werden, die Zweifel über die Kernnatur der bei *Amoeba proteus* beschriebenen Gebilde zu heben, welche schon vor mir ganz ebenso von Bütschli dargestellt und als Kerne gedeutet worden sind²⁾. Es

1) Vgl. Brandt, Ueber *Actinosphaerium Eichhornii*. Halle 1877 und dessen Unters. an Radiolarien. Mon. Ber. d. königl. Akad. der Wiss. Berlin. April 1881.

2) O. Bütschli, Studien über die Entwicklung der Eizelle etc. Abh. der Senkenb. naturf. Ges. Bd. X. 1876.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Romiti Guglielmo

Artikel/Article: [Di una rarissima varietà delle ossa nasali e di alcune varietà nervose e muscolari. 541-542](#)