

# Die Abhängigkeit der Herztätigkeit von der Einstellung der Gefäßlichtung.

Von

Dr. Georg Hauffe, Wilmersdorf.

(Eingegangen am 23. Juni 1932.)

Es ist für jeden Arzt selbstverständlich, daß alle Vorgänge im Körper nur in Übereinstimmung mit den Naturgesetzen ablaufen können. Zur Erklärung der wechselnden Blutströmung und der damit einhergehenden Herztätigkeit hat man jedoch eine Reihe unbestimmter Wortbegriffe eingeführt: Reservekraft am Herz, Reizbildung an ihm oder seinen Ganglien, Tonus der Nerven und besonders den der Automatie, d. h. seiner selbsttätigen, anhaltenden Bewegung, die als Ergänzung eintreten sollen, aber sich mit den anerkannten Kraftwerten nicht decken. Man nimmt dabei als Voraussetzung an, das Herz veran lasse durch seine Kraft die Blutströmung und es ändere aus eigener Macht seine Tourenzahl. Die Schlagfolge „ginge von ihm aus“. Bei dieser Auffassung reichen jedoch die vorhandenen natürlichen Kräfte nicht aus, um den Kreislauf des Blutes bei wechselnder Betätigung des Herzens, mit größerem und kleinerem Schlagvolumen, bei verschieden rascher Blutströmung durch die abwechselnd weit oder eng gestellten Gefäße zu erklären. Deshalb nahm man, mit Überspringung der physikalischen Gesetze, für das Herz, das lebenslang ohne eine ersichtliche Begründung und ohne eine besondere Kraftzufuhr schlägt, außergewöhnliche Kräfte an, eine ihm eigene „Fähigkeit“, eine besondere „Begabung“ zur Automatie.

Die Stammes- und Entwicklungsgeschichte lehrt aber, daß eine Strömung schon vor der Betätigung des Herzens vorhanden ist. In diesem embryonalen Zustand sind bereits 2 getrennte Bewegungsrichtungen auseinanderzuhalten: Die *Vorwärtsbewegung* der Hämolymphe durch alle Saftlücken hindurch und ihre *seitliche Umleitung* nach den einzelnen Organgebieten. Die Vorwärtsbewegung wird durch das physikalisch-chemische Gefälle zwischen Dotterbezirk und Embryo-anlage bewirkt. Die seitliche Umleitung der gradlinigen Vorwärtsbewegung, die Verteilung bis zu sich hin, besorgen als zweite Kraftgruppe zunächst die am Kehrpunkt der Bewegung sitzenden Organzellen, entsprechend ihrem Verbrauch. Sobald Gefäße mit einer eigenen Muskulatur gebildet sind, bewirken diese Zuleitungswege durch die Weiter- oder

Engerstellung der Lichtung die wechselnde Verteilung nach den Organanlagen. Dabei wird die Gefäßmuskulatur von den Organzellen beeinflußt, „gereizt“.

Die zum Rohr geschlossene, noch muskellose und auch nervenfreie Herzanlage wird von den Gefäßen her, also von *auswärts* mit Blut durchströmt. Erst jetzt beginnt der Herzschauch zu schlagen. Das Herz wird also *durch die Blutströmung bewegt*, zum Schlagen gebracht, aber es bewegt nicht durch seine Pulsation das Blut! Die Strömung ist der erste Vorgang und die Herztätigkeit der zweite, dessen Folge. Das Herz entwickelt sich dann unter der Strömung weiter. Das Blut fließt indessen vorher in den Gefäßen, die Blutmasse *bleibt* in ständiger Bewegung. Nur tritt jetzt an Stelle des Gefäßes vom Dotterbezirk zum Embryo die Herzmuskulatur als Energiequelle zur *Erhaltung* der bereits bestehenden Vorwärtsbewegung. Die Verteilung untersteht wie bisher der Gefäßmuskulatur. Diese ist nach Aufzehrung des Dotters selbstständig geworden. Sie steht allein und wirkt, als eine besondere Energiequelle an den Rohrverbindungen zu den Organzellen, nun lediglich auf die seitliche Verteilung ein.

Das Herz hat demnach nur dieselbe Aufgabe zu erfüllen wie vorher das chemisch-physikalische Gefälle, nämlich die *vorhandene* Strömung durch die Gefäße hindurch in ihrer Größenordnung zu erhalten, so daß sie nicht erlischt. Es unterhält demnach ebenfalls das Gefälle. Aber es setzt nie das Blut in Bewegung. Physikalisch ausgedrückt heißt das: Das Herz erteilt dem Blut nicht die Geschwindigkeit,  $s/t$ , sondern weil es bereits in Bewegung ist, nur den Zuwachs an Geschwindigkeit, der durch die Reibung auf der Strombahn verbraucht wird und sonst die Strömung hemmt, also die Beschleunigung,  $s/t^2$ , so daß die Bewegung nicht aufhört. Aber die seitliche Umleitung ist Aufgabe der Gefäßmuskulatur. Darauf hat das Herz so wenig Einfluß wie vorher das Gefälle vom Dotterbezirk zur Embryoanlage.

Das Herz schlägt also so, wie es die Strömung vorschreibt, die der Anstoß zur anhaltenden Bewegung bleibt. Nur erteilt jetzt die Herzmuskulatur dem Blut einen Zuschuß. Herzbewegung und Strömung sind nun im selben System gekoppelt! Die eine Bewegung erfolgt nicht ohne die andere. Diesen oft vorkommenden Zusammenhang, wie er an der im Gang befindlichen Tretmühle und im großen an den Gestirnen sichtbar ist, hat man aber nicht beachtet. Welche Bewegung die erste ist, kann am fertigen Herzen nicht entschieden werden. Die Entwicklung löst aber den Hergang.

#### Achsenkraft und Querkraft als mechanische Grundbedingung der Blutbewegung.

Um nun die Bindung zwischen der Blutströmung und der davon abhängenden Herztätigkeit am fertigen Körper zu verstehen und nicht

unrichtige Kraftbegriffe zur Erklärung einzuführen, ist es nötig, die beiden bestehenden, aber ganz verschiedenen gerichteten Bewegungsvorgänge stets getrennt zu halten: Nämlich den *Kreislauf* des Blutes, d. h. die *Vorwärtsbewegung* aus den Kammern durch die Gefäße hindurch über die Vorhöfe in die Kammern zurück, ferner die davon unabhängige *Verteilung* des Blutes, d. h. seine *seitliche Umleitung* nach den einzelnen Gefäßprovinzen in wechselnder Menge und Geschwindigkeit. Für jeden dieser Bewegungsabläufe bestehen notwendig besondere Kraftgruppen am Herzgefäßgebiete.

Die *Vorwärtsbewegung* des Blutes wird durch die *Herzmuskulatur* unterhalten. Sie wirkt in der Strömungsrichtung, also als *Achsenkraft* ein. Das Blut läuft dabei ständig durch alle Gefäße hindurch, wenn sie auch verschieden weit sind und zeitweilig enger oder weiter gestellt sind. Wie es sich aber der Menge nach in die einzelnen Gefäße verteilt, darauf hat das Herz als Energiequelle der Erhaltung der Kreislaufbewegung keinen Einfluß.

Die *Gefäßmuskulatur* greift nun senkrecht zu dieser Richtung, also quer zur Stromachse ein, aber zu anderen Zeiten wie die Achsenkraft. Als *Querkraft* wirkt sie wie ein bewegliches Schleusentor auf das fließende Blut. Sie stellt, von der Organperipherie dazu veranlaßt, d. h. gereizt, die Lichtung der Gefäße weiter oder enger. Damit regelt sie die *Umleitung* der Vorwärtsbewegung in *seitlicher* Richtung, wobei das Blut nach dem Bedarf der peripheren Organe in deren Ernährungsgefäße in wechselnder Menge und Geschwindigkeit, gemäß der Lichtung der Zuleitungsrohre, bis zu ihnen hin verteilt wird. Die Achsenkraft der Herzmuskulatur und die Querkraft der Gefäßmuskulatur greifen also in ganz verschiedener *Richtung*, an anderen *Stellen* des Systems und vor allem zu verschiedenen Zeiten völlig unabhängig voneinander ein. Sie sind deshalb in ihrer Wirkung *nicht gegenseitig vertretbar*! Es darf aus der Kraftgruppe der seitlich umleitenden Querkraft der Gefäßmuskulatur keine Teilkraft zur Verstärkung, d. h. als Zusatzkraft der das Blut nur nach vorwärts, in der Stromachse bewegenden Herzmuskulatur eingesetzt werden. Der Weg, den das Blut zurücklegt, bleibt immer gleich groß. Da sich auch die Kraft des Herzens in derselben Zeit nicht zu ändern vermag, so ergibt sich, daß seine *Arbeit*, Kraft mal Weg, k s, *zeitlich gleich* bleibt!

Dagegen ändert sich beim Eingreifen der Gefäßmuskulatur notwendig die *Geschwindigkeit*, s/t, also der Wert Zeit, beim umlaufenden Blut in der Art, daß bei vorangehender Weiterstellung der peripheren Gefäße durch einen Außen- oder Innenreiz, das Blut aus dem Herzen, das mit seinem Muskelmantel zugleich den Motor zur Erhaltung der Umlaufbewegung darstellt, *rascher* in sie hineinläuft. Durch das vermehrte Gefälle nach der Peripherie wird dabei allmählich der gesamte *Durchstrom* überall *beschleunigt*. Zugleich nimmt aber das Blut, da seine Menge gleich bleibt, im rechten und linken Herzen samt dem zwischen beide

Abteile gelagerten Pulmonalgebiet der Lungen, dem Kesselgebiet, um ebensoviel ab, wie im erweiterten peripheren Gebiete mehr untergebracht ist.

Wird die Lichtung in der Gefäßperipherie wieder enger gestellt, so läuft aus dem Herzen weniger ab wie zuvor. Dabei wird schließlich das Blut aus dem Organbezirk nach rückwärts, zum Kessel hin verschoben. Es läuft langsamer um, wobei zugleich das Herz samt dem Pulmonalgebiet um ebensoviel mehr aufnimmt, als nach der Organperipherie weniger ablaufen, also dort unterkommen kann. Damit ergibt sich aber, daß die *Leistung* der die Strömung erhaltenden Achsenkraft, ihre Arbeit in der Zeiteinheit,  $ks/t$ , sich nach der *Lichtungseinstellung in der Peripherie zwangsläufig umstellt*.

Die Herzmuskulatur hat demnach auf die Weiter- oder Engerstellung der Gefäße keinen Einfluß. Dagegen hängt die Einstellung des Kesselbezirks, seine Fassung, von der stets vorangehenden Betätigung der peripheren Gefäßmuskulatur ab. *Sie erfolgt passiv*. Die Kraft des Herzens ist beständig, die der Gefäßmuskulatur aber wechselt in der Größe, weil in der Flächenwirkung, je nach ihrer Betätigung an den Verzweigungen. Das Herz preßt nicht etwa durch seine *wechselnde* Kraft mehr oder weniger Blut in die Röhre ein. Denn die in seinen Zellen enthaltene Energiesumme hat sich inzwischen nicht geändert. Es liefert soviel Blut, als die *vorangehende* Rohreinstellung durch die Querkraft, der Anfangsvorgang, in diese *abzulaufen gestattet*. Das Schlagvolumen desselben Herzens hängt lediglich von der Einstellung der peripheren Gefäße ab, nicht aber von seiner *Kraft*! Daß bei Herzen von verschiedener Energiesumme, z. B. dem eines Kindes und eines Erwachsenen, und ebenso mit Abnahme der Herzkraft, also zu einer anderen Zeit, die Schlagvolumina, ebenso aber Geschwindigkeit und Druck verschieden sind, ist eine andere Sachlage.

Es ändert sich bei wechselnder Schlagfolge nur die *Erscheinungsform* der beständigen Herzenergie, nicht die Summe. Es erscheint, infolge der vorangehenden Rohrweitung bei Beschleunigung des Blutstroms, mehr kinetische Energie, dafür nimmt natürlich die potentielle Ausdrucksform ab. Die Leistung der Maschine Herz,  $ks/t$ , hat zugenommen. Ihre Arbeit,  $ks$ , ist jedoch unverändert. Umgekehrt ist es bei Engerstellung der Peripherie. Die Arbeit bleibt gleich, aber die Leistung nimmt ab. Man hat hier die unübersichtliche und einer neuen Bildvorstellung und Erklärung erst bedürfende Bezeichnung: isotonische und isometrische Zuckungsform der Herzmuskulatur eingeführt. Sie berücksichtigt vor allem den Ursprung des Vorgangs nicht. Sie sieht allein die Folge am Herzen und stellt sie in den Vordergrund des Geschehens. Deshalb führt sie zu falschen Vorstellungen über die Wirkung der Herzkraft.

Die Änderung der Schlagfolge und des Schlagvolumens hängt also von der Lichtungsänderung in der Organperipherie ab und der damit

einhergehenden Änderung der Blutgeschwindigkeit. Sie kann aber *nie vom Herz ausgehen*. Denn es kann ebensowenig wie eine Maschine seine Tourenzahl eigenmächtig ändern. Dazu gehört nun mal die Einwirkung einer zweiten Kraft. Sonst wäre das Herz eine Maschine, die tut und läßt, was ihr gefällt. Die Schlagfolge richtet sich vielmehr nach dem Bedarf der versorgten Außenwerke. Der Herzmotor liefert, bietet an und gibt überallhin gleichmäßig ab. Die Peripherie aber fordert an, empfängt und nimmt den Verbrauch im einzelnen Teilgebiet entsprechend ab, gemäß der Einstellung der Gefäßlichtung. Die Gefäßmuskulatur stellt demnach mit der Änderung der Lichtung den *Regler der Blutgeschwindigkeit* dar und deshalb *auch den der Schlagfolge* des ihr in der Gangart nachfolgenden Herzens. Das ist eine überaus wichtige Tatsache.

An einem Treibriemen, der von der Achse des Motors zur Achse einer Gruppe gemeinsam betriebener Maschinen läuft, kann man sich die hier vorliegenden mechanischen Abläufe klarmachen. Der Riemen stellt die Blutströmung dar, welche die Energie des Motors zu den Arbeitsmaschinen überträgt. Er bewegt sich rascher oder langsamer, je nachdem diese arbeiten, also den Motor belasten, von ihm Energie beziehen und verbrauchen. Im Takt des Riemens läuft aber auch der Motor, dessen Kraft gleichbleibt. Er kann ebensowenig wie das Herz die Gangart der Maschinen eigenmächtig ändern. Diese bestimmen vielmehr, je nach ihrer Leistung, seine Tourenzahl.

Gegenteilig zur vorangehenden Änderung der Blutgeschwindigkeit, der kinetischen Erscheinungsform der auf das ablaufende Blut übertragenen Energie der Herzmuskulatur, stellt sich immer der Innendruck, die potentielle Ausdrucksform ein. Er sinkt, wenn die Blutgeschwindigkeit steigt und steigt, wenn diese abnimmt. Der Innendruck kann aber nie als erster Vorgang beeinflußt werden oder „sich“ gar von selbst und dazu noch gleichsinnig zur Blutgeschwindigkeit ändern und dann seinerseits die Gefäßeinstellung beeinflussen. Das wäre ein arger Verstoß gegen das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Druck ist überall ein Verhältniswert, ist Kraft geteilt durch Fläche. Druck ist der Ausdruck der *Hemmung* einer Bewegung durch die Fläche. Als potentielle Energieform ist er ein Folgevorgang, eine Umsetzung als Energie der Lage, aber nie Energie der Bewegung. Der Innendruck ist nicht mit dem Strömungsdruck, also der Triebkraft, gleichzusetzen, wie das die bisherige Theorie unbedenklich tut.

Veränderlich in der Größe ist nun die Gesamtfläche des Herzgefäßgebiets in der Art, daß bei einer Umleitung, also bei einer Verschiebung von Blut aus dem Kesselbezirk nach der Organperipherie, dort mehr Fläche zuwächst als Innen abnimmt. Der Blutdruck sinkt haargefäßwärts mit zunehmender Verzweigung und steigt im Blutadergebiet wieder an. In der Herzkammer ist die Masse des Blutes annähernd

kugelförmig und besitzt daher die kleinste Oberfläche. In der Aorta wird daraus eine Walze mit größerer Mantelfläche. Beim Fortschreiten der gleichen Blutmenge nach der Peripherie wird die Walze desselben Schlagvolumens schmäler und länger. Die Mantelflächen zweier inhaltsgleicher Zylinder verhalten sich nun umgekehrt wie die Durchmesser. Bei einer vermehrten Umleitung von Blut nach der Peripherie wird demnach das Organgebiet, an dem die Bewegung anfängt, weiter, das Kesselgebiet allerdings enger, weil aus ihm die gleiche Menge abgelaufen ist. Aber die Zunahme der Wandfläche an den kleineren Gefäßen ist stärker als die Abnahme im Kesselbezirk. Also fällt nun überall der Innendruck.

Umgekehrt ist es bei einer Verschiebung von Blut aus der Organperipherie nach dem Herz-Lungengebiet infolge Engerstellung der Peripherie. Die passive Weitung im Kessel, der am Ablauf gehindert ist, ist geringer als die Abnahme der Flächen an den Außenwerken. Also steigt nun der Innendruck. Denn die Gesamtfläche hat, trotz massen gleicher Weitung innen, abgenommen. Die von der Peripherie nach dem Herzen verschobene, oder aus ihm nach den Außengebieten ablaufende Blutmenge bleibt immer *massengleich*, aber *nie oberflächengleich*. Die Einstellung der Peripherie überwiegt an Fläche und gibt deshalb den bestimmenden Ausschlag.

Die Gefäßmuskulatur wirkt demnach wie eine Freilaufbremse am Schwungrad der in der Organperipherie umlaufenden Blutmasse. Sie bremst oder gibt, je nachdem die Bremse eingestellt ist, die dem umlaufenden Blut innenwohnende Massengeschwindigkeit, d. h. die von der Herzmuskulatur bei ihrer Zusammenziehung darauf übertragene kinetische Energie, bis zur vollen Höhe frei. Aus einer geöffneten Schlagader spritzt also das Blut nicht infolge seines Drucks, sondern seines *Beharrungsvermögens* heraus. Das Herz ist eine Maschine zur Erhaltung der *Bewegung*, aber nicht zur Erzeugung von Druck! Daher wird das Gefäßrohr nicht, wie man bisher behauptet, systolisch gedehnt. Denn dann ist die Blutgeschwindigkeit größer, also der Innendruck, der Dehnungsdruck auf die Wand geringer.

Nur dann hat aber der abnehmende Innendruck eine solche Bedeutung als Gegenleistung der anwachsenden kinetischen Energie, wenn er das Zeichen einer vorangehenden Erweiterung in der Organperipherie ist. Der Druck sinkt auch beim Versagen der Herzkraft, wenn das Feuerungsmaterial für den Motor in größerer Menge ausbleibt, als er zur Bewältigung seiner Arbeit braucht. Dann sinkt zugleich die Blutgeschwindigkeit, weil die Summe der Herzenergie abnimmt. Es läuft weniger Blut aus dem Pulmonalgebiet der Lungen ins Herz zurück. Denn die Achsenkraft unterhält nicht mehr kräftig genug den Kreislauf. Es läuft deshalb auch nach vorn, ins Organgebiet, ständig weniger ab. Die Füllung des Kessels wird immer kleiner, die Arbeit ist nun eher

beendet, weil die umlaufende Blutmenge abnimmt. Das Herz schlägt dabei rascher. Der Motor rennt zwar, aber er schafft nichts mehr. Die Stromgeschwindigkeit ist nämlich verlangsamt. Es kommt zur Stauung in der Organperipherie.

### Die Reservekraft des Herzens.

Diese selbstverständliche, ganz allgemein geltende Herleitung der Schlagfolge aus der Mechanik zweier senkrecht zueinander wirkender Kraftgruppen am selben System hat man aber auf das Herzgefäßgebiet nicht übernommen, sondern besondere Wortbilder eingeführt. Das oft rasch seine Schlagfolge ändernde Herz stand im Vordergrund der Betrachtung. Von ihm ging nach dem Augenschein die Schlagfolge „aus“. Deshalb hat man, weil man nicht in der Lage war, eine sachliche Erklärung zu geben, eine besondere „Reservekraft“ am Herz angenommen. Ihren Sitz weiß man nicht. Weil der Motor mit verschiedener Umdrehungszahl läuft, schließt man, daß er nur mit Zunahme seiner *Kraft* die Schlagzahl habe ändern können. Die Möglichkeit, daß er lediglich unter anderer Form der Energie läuft, wird nicht in Betracht gezogen! Im Gegensatz zur übrigen Muskulatur soll diese geheimnisvolle Kraft dem Herz als belebten Organ eigentlich sein; als ob die Körpermuskulatur nicht ebenso belebt wäre. Es betätigt sich jedoch lebenslang ohne Aufhören. Deshalb erteilte man seiner Muskulatur eine besondere „Fähigkeit“ zu. Die mechanische „Eigenschaft“ der Abhängigkeit von der Querkraft wurde *gar nicht erst erwogen*.

Reservekraft einer Maschine ist nur die von ihr mitgeführte Menge an Feuerungsmaterial, die augenblicklich nicht gebraucht wird und deshalb in einem Depot als Energie der Lage gespeichert ist. Das Herz besitzt jedoch in seinen anatomischen Einrichtungen keinen besonderen Benzintank. Seine Energiesumme wird lediglich durch die Ladung der Muskelzellen dargestellt. Die Herzmuskulatur, der Mantel des Kessels, besitzt nur, wie auch die des Körpers, Ernährungsgefäße, die Kranzgefäße. Diese sind, wie alle Versorgungsgefäße der Organe, Abzweigungen der Aorta und Cava. Sie gehören also zur Peripherie.

Sind nun die Organgefäße *irgendwo* weitergestellt, dann läuft auch in die Kranzschlagader und damit zur Herzmuskulatur mehr Blut, d. h. geschwinder hin, weil der gesamte Umlauf beschleunigt ist. Der Herzmantel erhält demnach durch diese anatomische Einrichtung, die Abzweigung seiner Versorgungsgefäße vom Auslaufrohr des Kessels, die man Rückkopplung nennt, soviel Blut geliefert, als er zur Arbeit braucht! Der Mehrbedarf der Muskulatur wird, wie überall, durch Zunahme der *Geschwindigkeit* des Blutes gedeckt, also mit Änderung der Energieform, nicht aber der Kraft, und zwar durch eine vorangehende Betätigung der Gefäßmuskulatur. Die Summe der Herzmuskulatur wächst zur selben Zeit nicht an, noch nimmt sie ab. Natürlich ist dann, wenn im Organgebiet mehr gebraucht wird, im Herzkessel weniger Blut enthalten.

Umgekehrt ist es bei geringerem Verbrauch im Organgebiet. Die Gefäßlichtung wird dort zuerst enger. Das Blut läuft langsamer um und deshalb wird auch die Herzmuskelatur durch ihre gleichfalls langsamer durchströmten Ernährungsgefäße geringer befeuert. Im Kesselbezirk ist dann mehr Blut. Der Bedarf und Verbrauch in einem *beliebigen* Organgebiet regelt also zwangsläufig durch Änderung der Blutgeschwindigkeit zugleich die Blutversorgung der Herzmuskelatur und damit deren Schlagfolge.

Es bedarf also keiner besonderen Reservekraft, um die wechselnde Gangart des Herzens zu verstehen. Genau so wie allen Bezirken wird ihm *aus der allgemeinen Blutreserve, dem Kesselgebiet*, mehr oder weniger angeboten. Seine Mantelgefäße sind gleichsinnig denen aller verbrauchenden Organe durchströmt. Das gibt man jetzt auch andererseits zu. Dabei ist jedoch nur die kinetische Erscheinungsform der zeitlich beständigen Herzmuskelatur als raschere Blutströmung zur Geltung gekommen, aber nichts an Kraft zugewachsen, was nicht vorher bereits da war. Nur die Ausdrucksform der Energie wechselte: Mal mehr Bewegung, dafür Abnahme des Druckes und umgekehrt. Eine besondere Reservekraft besitzt also das Herz ebensowenig wie die Körpermuskelatur. Man nahm sie nur an, weil man keinen anderen Ausweg wußte, um sich die wechselnde Schlagfolge und das dazu nötige Blutangebot verständlich zu machen. Man sah nur auf das sichtbar seine Tätigkeit ändernde Herz und bemerkte deshalb nicht den still in der Gefäßperipherie ablaufenden wesentlichen Grundvorgang, die Lichtungsänderung durch die Betätigung der Gefäßmuskelatur, als Energiequelle der geänderten Tourenzahl des Motors, zu der auch das Kranzadergebiet gehört.

Der Motor wird also von *zwei Seiten her* gleichsinnig beeinflußt und ist damit in seiner Leistung fest gesichert: vom Blutstrom, der seinen Innenraum durchfließt und zugleich von dem in seinen Mantelgefäßen. An beiden Stellen besteht die gleiche Blutgeschwindigkeit, abhängig von der Gefäßeinstellung in einem *beliebigen* anfordernden Organbezirk. Die Kranzschlagadern regeln also als Organgefäße des Herzens die Einstellung des Kesselgebiets im selben Sinne wie jeder andere periphere Bezirk. Das Herz steht somit unter dem *Zwange der Gesetze der Hydrodynamik*. Die Willkür und damit die sog. Eigengesetzlichkeit des belebten Systems ist ausgeschaltet.

Das sind einfache und übersichtliche mechanische Verhältnisse über die Abhängigkeit der Achsenkraft der die Vorwärtsbewegung erhaltenden Herzmuskelatur von der seitlich umleitenden Querkraft der Gefäßmuskelatur, die *allgemein gelten*. Sie laufen an der Maschine so ab wie am Herzen. Seine Sonderstellung als lebendes Organ bedingt nicht, daß an ihm andere Kräfte und Gesetze walten wie am unbelebten System. Es ist vielmehr stets die Aufgabe der Naturwissenschaft gewesen, nachzu-

weisen, daß überall am lebenden Körper keine anderen als diese mechanischen Gesetze wirken. Damit wird das Bestehen des hinter ihnen vorhandenen Lebens nicht berührt! Es wird vielmehr nur von den ihm anhaftenden Schlacken eines *unnötigen* Vitalismus befreit, der auch da übersinnliche Kräfte annimmt, wo sie überflüssig sind, nur weil das Festhalten an einer überkommenen Denkweise früherer Zeiten eine andere Herleitung nicht ermöglicht.

### Nervensystem und Schlagfolge.

Diese Abhängigkeit von den mechanischen Gesetzen will man jedoch nicht ohne weiteres für das Herz gelten lassen. Die Nerven sollen bei der Entstehung der Schlagfolge eine eigenartige Rolle spielen, indem sie, *entgegen den Gesetzen der Mechanik*, durch ihr Eingreifen die *Tätigkeit des Herzens unmittelbar*, d. h. als Anfangsvorgang zu ändern vermögen. Durch Reizung der besonderen Nerven, auch wenn das Herz von den Gefäßen abgetrennt ist, ist die Aufeinanderfolge der Einzelschläge zu beeinflussen. Ebenso läßt es sich von seinen Ganglien aus, oder seiner Hausleitung, dem Reizleitungssystem, im Takt ändern, sogar zum Stillstand und wieder zum Anlaufen bringen. Auch an Teilen des ausgeschnittenen Herzens ist das noch möglich. Daher sei der mechanische Zusammenhang und also der Einfluß vom peripheren Gefäßgebiet aus bedeutungslos. Die Nervenverbindung sei allein nötig. Das ist jedoch von Anfang an ein Trugschluß.

Wenn man ein von seinen Gefäßen gelöstes Herz auf dem Wege des Sympathicus oder Vagus reizt, so heißt das nichts anderes als, es werden ihm auf diesem anatomischen Vermittlungsweg die gleichen Reize, d. h. Energieunterschiede zugesandt, wie sie sonst die Zellen der hier abgetrennten Organperipherie ihm zuleiten. An ihre Stelle tritt nur ein künstlicher Außenreiz. Er wirkt so, als wenn er aus den experimentell abgeschnittenen Organen kommt. Die Art des Reizes, ob physikalisch, chemisch oder elektrisch, ändert den Ausschlag am Erfolgsorgan nicht. Es handelt sich um *Gefäßnerven*. Es wird dabei aber kein besonderer, nur den Nerven eigentümlicher Reiz in ihnen oder im Ganglion erzeugt, und vor allem dem Herzen durch diese angenommene Kraft kein Energiewert zur *Feuerung* zugesandt, sondern wie immer, ganz gleich, ob es im Zusammenhang mit den Gefäßen steht oder nicht, der Achsenkraft mittels des Leitungsdrähtes Nerv lediglich die *Lichtungsänderung in der Gefäßperipherie durch die Querkraft*, als Energieunterschied gemeldet. Dabei sind die Kranzgefäße gleichsinnig zu denen der anderen Organe umgestellt. Die Auslösungsvorrichtung durch eine besondere Verbindung ahmt die Maschine genau so nach.

Man sieht am Körper anscheinend selbsttätige Bewegungen auftreten, deren Ablauf man nicht sofort „durchschaut“. Deshalb stutzt man, wenn man nach ihrer Herkunft gefragt wird. Am unbelebten System

aber sucht man heute von vornherein nach einer Begründung, und wenn sie nicht gleich auffindbar ist, so weiß man doch, daß sie vorhanden ist. Hierzu sagt *Lange*: „In der Tat war die Abstraktion von der gewöhnlichen Sinnesanschauung — keine geringe Geistesarbeit der Menschheit —. Wie zähe solche Anschauungen, welche die Sinne uns immer und immer wieder vorrücken, der wissenschaftlichen Abstraktion weichen, hat die Neuzeit an einem anderen großen Beispiel gesehen, an der Lehre von der Bewegung der Erde.“

So ist es auch mit dem Sinneseindruck, daß die Schlagfolge vom Herzen „ausgehe“, weil es vor unseren Augen seine Tätigkeit ändert. Ebenso wird die Schlagfolge vom Nerven anscheinend „verursacht“, denn man sieht sie bei seiner Reizung sich ändern. Das wirkliche Anfangsglied der Kette, die Querkraft der Gefäßmuskulatur, ohne die keine Änderung in der Bewegungsfolge der Achsenkraft möglich ist, wird nicht beachtet, weil man ihre Betätigung nicht wahrnimmt. Dadurch, daß man den Nerv zum Ausgangspunkt der Schlagfolge macht, schiebt man nur eine neue Unbekannte ein, aber man macht den Hergang nicht um eine Spur verständlicher. *Die Frage, wie der Nerv es fertig bringen könnte*, daß bei seinem Eingreifen das Herz rascher oder langsamer schlägt, ist, weil es sich um eine Änderung im zeitlichen Ablauf der Herzbewegung, also um einen mechanischen Vorgang handelt, *nur durch Zurückführung auf die den Sinnen nicht sofort bemerkbaren, im System bereits vorhandenen natürlichen Kräfte, oder überhaupt nicht zu lösen*.

Wir sind nicht gewohnt, den Ablauf eines Vorgangs im lebenden Körper nach den zugrunde liegenden mechanischen Bedingungen, getrennt vom Eingreifen der mitbeteiligten Nerven, uns vorzustellen. Die Nervenverbindungen sind in einzelnen Stationen, mit Ganglien als Schalttafeln, übereinandergestellt; vom peripheren Aufnahmegerüst aus bis zum Gehirn und von da zum Erfolgsorgan. Diese Einrichtung ahmt die Technik auch nach. Es ist gleichgültig, welcher Art die Übertragungs- und Einstellvorrichtung ist. Es mag ein Draht sein, ein in ihm kreisender Strom, ein chemischer Vorgang oder in noch höherer Verbindung ein Nerv, der zugrunde liegende, *die Kraftquelle erst darstellende mechanische Ablauf* wird davon nicht berührt. Ohne diese niedere Verbindung geschieht jedoch überhaupt nichts, das ist zu beachten. *Denn sie liefert allein die Betriebsenergie*. Der nervöse Vorgang läuft gleichsinnig zu dem ihn bedingenden mechanischen ab. Die höhere Verbindung darf daher ohne wesentliche Störung unterbrochen sein, die niedere mechanische wirkt auch ohne sie, wenn auch langsamer durch.

Sobald in einer Fabrikanlage die Außenwerke anwachsen und sich räumlich voneinander und von der Zentrale entfernen, genügen die verschiedenen langen Treibriemen zur Achse des Motors nicht mehr. Der Ingenieur ist genötigt, außer den die Energie zuführenden Verbindungen, zur Sicherung des Betriebsablaufs noch besondere Leitungen zur Gleich-

richtung sämtlicher peripherer, vom Motor Energie beziehenden Maschinen einzubauen. Diese erzeugen natürlich keine Kraft zur Verstärkung des Motors. Sie werden vielmehr von ihm mitbedient. Das Nervensystem wächst nachträglich in die Organe ein, wenn die Saftlücken im embryonalen Gewebe als Gefäße ausgebildet und mit einer besonderen Muskulatur umgeben sind. Damit wird der Körper, wie die Fabrikanlage von beliebigen Außenreizen, die ihn inzwischen treffen, unabhängig. Er ist nicht mehr, wie die nervenlose Pflanze den Einflüssen der Umwelt ohne weiteres ausgesetzt. Der Außenreiz trifft auf das vorgelagerte Netz der die Schaltung auslösenden Nerven, ehe er die Innenwerke berührt. Von der Organperipherie aus wird dann die zugehörende Gefäßgruppe mittels der Nerven *einheitlich* umgestellt und damit die Außenstörung ausgenutzt oder ausgeschaltet. An der Maschine bezeichnet man eine solche Anlage als Schaltung zur Sicherung der Arbeitsweise. Am lebenden Körper nennt man die gleiche Einrichtung des nachträglich eingefügten Netzes mit seinen vielfachen Verbindungen und Schaltvorrichtungen zu anderen Bahnen: Nerven und Ganglien und am Herz Reizleitungssystem.

Die Nerven greifen also an der Centrale Herz nicht selbsttätig ein. Sie rufen den Grundvorgang, die energieumstellende Wirkung einer Querkraft auf eine Achsenkraft, nicht hervor. Sie erzeugen ihn nicht. Sie tun nichts hinzu, noch nehmen sie etwas fort. Sie werden vielmehr durch die Organperipherie als Aufnahmestation, vom Druckknopf ihres Endorgans aus betätigt. Sie stellen Vermittlungswege dar zur gemeinsamen Einstellung einer *Organgruppe* oder einer *Gefäßstrecke*, deren Muskulatur sonst, wenn diese Übermittlungseinrichtung nicht bestände, sich in *Einzelabschnitten* hintereinander betätigen würde (Verbreitung einer Nachricht von Mund zu Mund, durch Brief, Zeitung, Fernsprecher, Rundfunk). Die Nervenverbindung löst die Gleisumstellung für die Blutumleitung auf der gesamten Strecke vom anfordernden Organ bis zum liefernden Kessel hin, als einheitlichen Ablauf aus.

Den klaren Beweis, daß der Nerv nichts mit der Schlagfolge zu tun hat, daß sie auch nicht vom Herzen „ausgeht“, weder in seiner Muskulatur noch in den Ganglien *entsteht*, sondern allein durch die Gefäßperipherie bedingt ist, liefert der Körper selbst. Die embryonale Herzanlage beginnt, wie eingangs erwähnt, erst zu schlagen, nachdem sie sich zum Rohr geschlossen hat und von auswärts mit Blut durchströmt wird. Die Pulsation ist sogar erst unregelmäßig, später wird sie gleichmäßig. In dieser Zeit ist weder ein Nerv noch eine Muskulatur an der Herzanlage nachweisbar. Das nervenfreie Herz mancher Fische schlägt nach dem Ausschlüpfen noch wochenlang in wechselnder Schlagfolge, genau nach den Anforderungen der Organe.

Untersucht man nun den Vorgang, wie er sich am noch muskellosen und nervenfreien Herzen findet, am Modell eines Kautschukschlauchs,

der von auswärts durchströmt wird, so zeigt sich, daß man das Schlagen, sowohl des Einzelherzens wie in mehreren Abteilen hintereinander in beliebiger Schlagfolge, auch in jeder möglichen Unregelmäßigkeit: Aussetzer, Überleitungsstörungen, Flimmern nur eines Abteils, durch eine Änderung der *Stromgeschwindigkeit* herbeiführen kann. Es handelt sich um einen mechanischen Ablauf. Man ist berechtigt, ihn am lebenden Körper auf die gleiche Weise zu erklären, wenn die Bedingungen beiderseits gleich sind.

Der gemeinsame Vorgang ist eine Schwingbewegung in einem elastischen, deshalb schwingungsfähigen und durch eine Fließbewegung in Schwingung versetzten Systeme. Eine Strömung der Hämolymphe besteht bereits vor der Betätigung des Herzens. Ihre auslösende Bedingung ist der Energieunterschied zwischen Dotterbezirk und Embryoanlage; am Schlauch ist es die Wasserleitung. Sobald die strömende Flüssigkeit in ihn eintritt, beginnt die Pulsation. Die Strömung ist also das erste, die Pulsationsbewegung das zweite, wie am Herzen. Die Geschwindigkeit der durchlaufenden Flüssigkeit, bedingt durch die bereits vorhandene Gefäßmuskulatur oder die Einstellung des Leitungshahnes, bestimmt als Querkraft die Schlagfolge. Damit ist die Herleitung des *Rhythmus*, d. h. die *Umkehr* der Bewegungen, ihre *Wiederholung* in gewissen Abständen und ebenso der *Schlagfolge*, d. h. die Änderung in der *Geschwindigkeit* der Wiederholung, als *mechanischer*, also noch nicht zum „Leben“ gehörender Ablauf nachgewiesen. Er läuft dort unter den gleichen Bedingungen ab wie am Modell.

Der Versuch beweist die Allgemeingültigkeit dieser Herleitung für ein durchströmtes schwingungsfähiges System, ohne eine besondere, sich etwa rhythmisch betätigende Energiequelle, ohne alle Nerven und Ganglien und ohne ein besonderes Reizleitungssystem. Die Schlagfolge hat ebenfalls mit dem Nerv nichts zu tun, wie auch nicht mit dem Herz. Sie hängt vielmehr von der Peripherie ab. Das belebte Organ, d. h. das Werk Herz läuft als *Maschine* betrachtet so, wie es der Treibriemen des Blutstroms, der vom Motor zu den Arbeitsmaschinen zieht, in seiner Abhängigkeit von deren Inanspruchnahme vorschreibt. Das Ganglion samt Nerv ist auslösendes Stellwerk zur Gleiseinstellung für den Blutzug, betätigt, „gereizt“ durch die zugehörenden Organzellen. Ausführendes Werkzeug, Weichensteller der Fahrbahn ist die Querkraft, die Gefäßmuskulatur. Man kommt also mit den natürlichen Kräften aus, wenn man sie nur richtig einsetzt.

#### Der Tonus der Nerven.

Eine ähnliche Rolle wie dem Nerv hat man auch seinem Tonus zugeteilt. Er beeinflußt die Tätigkeit des Herzens. Auch den Tonus des Herzens und der Gefäße soll der Nerv von sich aus ändern und ebenso seinen eigenen Tonus und sogar den anderer Nerven und damit

die Schlagfolge und den Blutdruck. *Tonus heißt Spannung.* Die Spannung einer Schlauchwand wird anders, wenn die Füllung wechselt. Die Spannung eines Drahtes wird durch Gewichtszug geändert. Der innerhalb eines Drahtes oder Rohres fließende Strom ändert seine Spannung, wenn er den Raum mehr oder weniger ausfüllt. Auch ein Muskel ändert die Spannung innerhalb seines Gefüges, wenn er anders durchblutet ist. Aber ein Nerv wird nicht anders „gespannt“. Er spannt auch nicht „sich“, oder andere Nerven selbsttätig anders. Er kann nur rascher, langsamer oder ungleich zu seinen Erfolgsorganen hin leiten, wenn das Gefüge seiner Fasern geändert ist.

Diese physikalischen Eigenschaften meint man jedoch nicht, wenn man vom Tonus spricht. Derselbe unveränderte Nerv soll mehr oder weniger kräftig einwirken. Er vermag jedoch nur die Art des Reizes an sein Erfolgsorgan weiterzugeben, die ihm von der auslösenden Zellgruppe zugeht. Sonst macht man den Nerv mittels des Tonus zur Kraftmaschine, die aus dem Nichts heraus Energie bildet. Man hat aber kein Recht, im lebenden Körper andere Kräfte als wirksam anzunehmen, wie sie sonst vorhanden sind. Der Begriff Tonus ist recht unklar und nirgends genau bestimmt. Er ist, wie die Reservekraft und die Reizbildung, ein Verlegenheitsausdruck, zu dem man greift, wenn man den Vorgang der wechselnden Schlagfolge und des Innendrucks nicht mit den gegebenen Kräften erklären kann.

Weil man die natürlichen Kräfte nicht sah, suchte man auch hier an der unrichtigen Stelle. Irgendeine periphere Zellgruppe empfängt einen Energieunterschied, einen Reiz. Er wird auf dem Vermittlungsweg der Nerven zur Gefäßmuskulatur weiter gemeldet. Die Querkraft ändert nun die Lichtung, also die Füllung und damit die Spannung des Rohres. *Der Tonus, die Wandspannung der Blutgefäße wird anders.* Das ist ein mechanischer Vorgang, der nichts Geheimnisvolles an sich trägt. Die Gefäßmuskulatur wirkt nun auf die Achsenkraft weiter ein, während die Nervenauslösung den Ablauf *begleitet*, aber nicht eigenmächtig, als Kraftquelle, erzeugt! Es ändert sich nun die Umlaufgeschwindigkeit und entgegengesetzt der Innendruck, sowie auch die Schlagzahl des mitlaufenden Herzens. Es ändert sich aber kein angenommener Tonus am Nerv und vor allem nicht als erster Vorgang, als Ursprung aller anderen! *Nur physikalische, in ihren anatomischen Unterlagen faßbare Kräfte* bestimmen die Ausschläge. Daß die vermittelnden Drähte und die Schalttafeln im Körper aus Nervenzellen gebaut sind und zugleich chemische Umstellungen mit ablaufen, ändert nichts am Grundvorgang, der als zusammengesetzter Kraftablauf allein den Ausschlag bestimmt und erklärt, an der Wirkung einer Querkraft auf eine Achsenkraft. Die Nerven werden deshalb nicht Kraftmaschinen. Selbstverständlich ändert sich auch, nachfolgend der peripheren Gefäßeinstellung, die Spannung der Herzmuskulatur, weil die Kesselfüllung anders wird. Entsprechend

ihrer Spannung, also ebenfalls abhängig von der peripheren Lichtungseinstellung, ändert sich deshalb auch der Herzton. Das ist mit der nachweislichen Gegeneinstellung der Aortenlichtung und der Vorhofs-kammergrenze zur Gefäßperipherie begreiflich. Ebenso wenig hängt der Blutdruck vom Tonus ab, noch kann er von den Nerven aus „gezügelt“ werden. Das sind unklare Wortbilder. Wie soll es einem Nerv möglich sein, selbsttherrlich die potentielle Ausdrucksform der Energie zu ändern? Wie macht er das? Druck bildet sich, sobald die Geschwindigkeit abnimmt, d. h. wenn die periphere Gefäßlichtung enggestellt ist. Also die Abhängigkeit der Achsenkraft von der Querkraft bestimmt als das Verhältnis von Kraft zur Fläche *ganz allein* den Blutdruck, nämlich entgegengesetzt zur Blutgeschwindigkeit.

Der Tonus hat nichts mit dem Leben zu tun. Er ist die Spannung der Gefäßwand durch die Blutmasse. *In diesem mechanischen Ablauf liegt die Kraft*, nicht aber im Verbindungsdräht Nerv oder seinem wunderlichen Tonus. Er ist nur eine Ursache und Wirkung verwechselnde Umschreibung des nicht erkannten wirklichen Vorgangs am anderen Ort. Was der Arzt mit seinen Mitteln beeinflußt, ist nur die *Mechanik* am Körper! Um aber einen Einfluß ausüben zu können, ist es nötig, ihre Grenzen zum Leben abzustecken, also *das Gebiet der Mechanik vom Leben zu trennen*. Das Leben verliert nichts an seiner Bedeutung, wenn klargestellt ist, daß am lebenden Körper, also auch am Herzgefäßgebiet, keine anderen als die überall vorkommenden Kräfte und Gesetze walten. Die Aufstellung besonderer Wortbilder für diese Abläufe fällt dann als überflüssig und verwirrend fort. Die Energiezufuhr für ein Organ erfolgt allein auf dem *Blutwege*, nicht durch die Nervenbahn. Der Nerv ist als Mittler zur Einstellung der Blutbahn eingebaut oder als Maßapparat für den Grad dieser Einstellung (*Schweizer*). Dann wird er jedoch, wie jede andere Maschine, passiv durch die ihm zuströmende Blutflüssigkeit betätigt.

### Das nervöse Herz.

Wenn man von „nervösen“ Herzstörungen spricht, oder gar vom nervösen „Herz“, macht man denselben Fehler, die Ursache; nämlich die Unstimmigkeit der Gefäßeinstellung in der Peripherie mit der Wirkung, der sich rasch ändernden Schlagfolge am Herzen zu verwechseln. Es wird ausdrücklich eine Erkrankung am Herzen, an seiner Muskulatur oder den Klappen als Anlaß der Störung ausgeschieden. Man folgerte jedoch nicht: Da an ihm nichts erkrankt ist, kann es auch nicht der schuldige Teil sein, sondern beharrte auf der vorgefaßten Meinung, die Schlagfolge gehe von ihm aus. Weil man nun dort keine Veränderung fand, schob man sie auf die Nervenbahn als Sammelplatz ab. Die Achsenkraft der Herzmuskulatur betätigt sich jedoch nur in der Aufeinanderfolge der Einzelschläge, die ihr die Querkraft der Gefäßmuskulatur

aufzwingt. Es handelt sich deshalb wieder nur um die Einstellung der Gefäßlichtung. Das Herz kommt als Anfangsglied nicht in Frage, so wenig wie der Nerv. Die Störung, die am Herzen sichtbar wird, liegt nicht an ihm, sondern auf der Gefäßperipherie.

Es ist bekannt, daß psychische Eindrücke die gleichen Störungen der Herztätigkeit auslösen. Das Gefühl der Freude, der Angst, der Wut, des Ärgers geht mit deutlichen Änderungen der Gesichtsfarbe, der Schlagfolge und des Blutdrucks einher, also der *Gefäßeinstellung*.

Eindrücke der Umwelt berühren die Sinnesorgane und lösen auf dem Wege der Nervenverbindungen die entsprechende Betätigung der Gefäßmuskulatur aus. Dieselben Empfindungen werden von den Sinnesorganen aus bedingt und bringen ihr Gefäßgebiet zur Umstellung. Störungen am Magendarmschlauch mit seinen anhängenden Drüsenorganen sind als Auslösung verschiedener Unlustempfindungen bekannt. Was man seelische (psychische) Reize nennt, sind im Grunde Einwirkungen der Umwelt auf die Organe des Körpers, die wir als lebende Wesen im Unterbewußtsein des Erinnerungsbildes anmerken. Sie werden durch den Nerv als Verbindungs weg, wie andere Reize zur Gefäßbahn weiter gemeldet und wirken von dort durch Änderung ihrer Lichtung mittelbar auf das Herz. Mit der gleichsinnigen Blutverteilung zu anderen Organen lösen sie die allgemeine Organempfindung des Behagens oder eine Unlust aus.

Bei Erkrankungen der Eierstöcke, der Schilddrüse, ist die Störung der Herztätigkeit und die damit einhergehende Änderung der Stimmung bekannt. Aber zugleich ist die Auslösung aus der Organperipherie durch die Änderung der Gesichtsfarbe, der Schlagfolge und des Blutdrucks deutlich. *Die Körperlichkeit der Organzellen und des Gefäßbaums als faßbare Kräfte*, nicht aber der Nerv samt Ganglion als Kraftwerk „autochthoner“ Reize und Erzeuger des Tonus oder sonstige wunderliche Kräfte, bedingen sowohl die körperlich ausgelösten seelischen Störungen wie die Erscheinungen am Herz.

„Funktionelle“ Herzstörungen, solche ohne einen anatomischen Befund, weder am Herzen noch am Nervengebiet, darf man nicht den „organischen“ entgegenstellen. Es sind Störungen der Gefäßeinstellung, also Organwirkungen, ausgehend von gestörten Organzellen. Es sind wirklich *Leistungsstörungen* des Herzens, wenn man das Wortbild richtig auflöst, nämlich als die Abhängigkeit der Achsenkraft der Herzmuskulatur von der Querkraft der Gefäßmuskulatur. Vor allem hat der Kranke Nutzen von dieser Erkenntnis, weil das Herz als der schuldige Teil ausscheidet, wenn es auch im Vordergrund der äußerlichen, aber der Betätigung der Gefäßmuskulatur erst nachfolgenden Erscheinungsreihe steht und ihn belästigt. Die Furcht, „herzkrank“ zu sein, bedrückt ihn nicht mehr.

### Hormone und andere scheinbare Herzmittel.

Neuerdings sind die Hormone als Bedingung der Herztätigkeit herangezogen worden. Man soll sich aber darüber klar sein, daß es ebenso wenig *Kreislaufhormone* gibt, wie Hormone der Erddrehung bestehen. Nur *physikalisch faßbare Kräfte* kommen für die Bewegung des Blutes und des Herzens in Betracht. Alle Forscher weisen auf die Beeinflussung der Schlagfolge, des Blutdrucks und die Änderung der Hautfarbe bei der Hormonwirkung hin. Damit geben sie ohne weiteres zu, daß es sich *allein um Gefäßmittel* handelt. Man hat übersehen, daß zwei getrennte Kraftgruppen am Herzgefäßgebiet bestehen, und daß dabei die Herzmuskulatur in ihrer äußeren Betätigung vom Eingreifen der Gefäßmuskulatur, als „Anreger“, abhängt. Das sichtbar tätige Herz stand jedoch im Vordergrund der Betrachtung, und deshalb brauchte man für beide Bewegungsrichtungen, die seitliche Umleitung und die Vorwärtsbewegung, unterschiedslos den unbestimmten Ausdruck *Zirkulation*, wenn nicht gar *Kreislauf*.

Auch am isolierten Herzen wirkt man mit einem Mittel stets auf das wenig beachtete und nicht auszuschaltende Kranzschlagaderegebiet ein. Alles, was man „verstärkte“ Herztätigkeit nennt, ist nämlich in Wirklichkeit nur eine vermehrt zur Geltung gekommene Bewegung, eine andere Form der beständigen Herzenergie, nicht eine Vermehrung ihrer Summe. Dafür fehlt jeder Beweis und kann auch nicht erbracht werden. Sonst hätte man die Richtigkeit des *Perpetuum mobile* bewiesen, die *Verdopplung* der Energie! Mehr als sie besitzt, kann keine Maschine an Energie hergeben. Sie läuft nur unter wechselnder Ausdrucksform der beständigen Summe. Mal mehr kinetische Energie, d. h. raschere Bewegung, dafür Abnahme des Innendrucks; oder weniger äußere Bewegung, dafür erscheint mehr Druck als Folge der *gehemmten* Bewegung. Die Kraft und die Arbeit bleibt gleich. Es wechselt nur die Leistung.

Auch mit der Atmung und durch Muskeltätigkeit kann die Schlagfolge und der Blutdruck beeinflußt werden, genau so wie mit einem Arzneimittel oder einer physikalischen Anwendung. Bei diesen ist die Einwirkung auf die Gefäße außer Zweifel und die erst nachfolgende Auswirkung der Gefäßeinstellung auf die Herztätigkeit einwandfrei nachgewiesen. Man kann deshalb sogar ein zeitweise stillstehendes Herz, mit einer Verschiebung des Blutes aus dem bisher überlasteten und deshalb gebremsten Kesselbezirk heraus nach den weniger versorgten Außenwerken, wieder zum Anlaufen bringen. Damit hat man jedoch nur mittelbar, vom Gefäßgebiet als Anfangsglied aus, einen Einfluß auf das Herz ausgeübt! Der Erfolg der Wiederbelebungsversuche beweist nur, daß es möglich war, die Energie der Lage am Herz in die der Bewegung mittels einer Verschiebung des Blutes noch überzuführen, aber nicht, daß etwas an Kraft hinzugekommen ist, das vorher nicht

da war. Man hat nichts weiter bewirkt, als wenn man bei einer sich drehenden Scheibe die Hemmung, die hier deutlich an der Peripherie liegt, wegnimmt. Dann kommt wieder Bewegung zum Vorschein, weil das System im gleitenden Gleichgewicht steht. Ist jedoch das Gleichgewicht fest geworden, dann erscheint nie Bewegung.

So ist es auch am Herzen. Ist das System mechanisch tot, dann ist es auch körperlich tot. Solange das Herz schwingungsfähig ist, kann es noch bewegt werden. Deshalb kann ein ausgeschnittenes Herz, das sogar längere Zeit, z. B. mit Eiskühlung, im labilen Zusammenhang seines elastischen, inneren Gefüges erhalten ist, durch Reize irgend welcher Art wieder zum Schlagen gebracht werden, wie jedes anregbare, d. h. im labilen Gleichgewicht befindliche, schwingungsfähige System, vorausgesetzt, daß in seinen Zellen überhaupt noch Energie vorhanden ist. Ist die Ladung erschöpft, dann ist es bewegungsunfähig. Es kann durch die Kranzschlagadern, z. B. durch Zuführung von Blut oder Nährlösung, neu geladen werden. Hinter diesen Abläufen steht also nichts Wunderbares. Sie haben nichts mit dem Leben zu tun! *Sie gehören zur Mechanik, unter der sich das Leben äußert.* Deshalb kann man mit Mitteln auf diese Vorgänge einwirken, weil sie gesetzmäßig zu erfassen sind.

Alle diese Mittel, auch die körpereigenen Stoffe, dienen nicht zur *Feuerung* des Motors, sie verstärken nicht seine Energie. Möglich wäre noch eine Deutung als eine Art Schmieröl für die Betriebsteile. Sie fassen vielmehr am *Gefäßgebiet* an. Sie zwingen mittels der Querkraft, ganz gleich an welcher Stelle sie angreifen, ob am Kranzadergebiet oder anderswo in der Peripherie, die Achsenkraft bei einer anderen Blutgeschwindigkeit, sowie mit der entsprechenden Tourenzahl und dem zugehörenden Innendruck zu arbeiten. Die sichtbare Gefäßwirkung, als Änderung der Schlagfolge, des Blutdrucks und der Hautfarbe, ist allgemein zugegeben! Man soll deshalb in der Benennung richtig ausdrücken, daß es sich um *Gefäßmittel* handelt. Dann ist die Sachlage klar. Bei einer Reihe sog. Herzmittel, darunter auch Digitalis, ist man auf die „Gefäßkomponente“ bereits aufmerksam geworden. Die Änderung der Schlagfolge und des Blutdrucks ist der überführende Beweis dafür.

Die Querkraft wirkt wie eine Bremse auf die Achsenkraft. Von dieser anatomisch und mechanisch festliegenden Bedingung ist bei jeder Darstellung der Blutströmung und der Bewegungsfolge des Herzens auszugehen. Wer in irgendeiner Form die Schlagfolge vom *Herzen* ausgehen läßt, eine Annahme, die durch die Beobachtung jedes Motors bereits widerlegt wird, kommt notwendig zu falschen Vorstellungen, weil er Ursache und Wirkung verwechselt. Setzt man jedoch die einfache Bindung der zwei senkrecht aufeinander wirkenden Kraftgruppen ein, so gelingt es immer, mit den gegebenen natürlichen Kräften auch scheinbar verwickelte Vorgänge am Herzgefäßgebiet verständlich herzuleiten.

### Die gleichartige Entstehung der Bewegung am Herzen und an der Körpermuskulatur.

Besondere Schwierigkeiten in der Erkenntnis ihres mechanischen Ursprungs macht die unregelmäßige Schlagfolge am Herzen. Denn hier liegt angeblich eine anatomisch gut begründete Herleitung durch die selbständige Betätigung der Nerven vor. Als Voraussetzung besteht jedoch wieder die unmögliche Annahme, das Herz veran lasse eigenmächtig die Auseinanderfolge der Einzelschläge bei seiner Zusammenziehung. In seiner Muskulatur oder den Ganglien würden eigenartige Reize automatisch, d. h. selbsttätig erzeugt. Die Bewegungsart des Herzens, sein Rhythmus, sei bereits im Wesen der belebten Herzmuskulatur und in den Nervenzellen begründet. Dabei unterschied man jedoch nicht den *Rhythmus*, d. h. die *Wiederholung* der Einzelbewegung, von der *Schlagfolge*, d. h. dem *Geschwindigkeitsablauf* innerhalb der Wiederholung. Man sprach vom Rhythmus, während man die Schlagfolge meinte.

Im Hintergrund dieser Theorie steht die seit ihrer ersten Beobachtung auffällige und bisher einer Erklärung unzugängliche Tatsache, daß sich das Herz lebenslang ohne Ruhepause mit wechselnder Tourenzahl bewegt. Um diesen Ablauf, dem man nicht beizukommen wußte, verständlich zu machen, läßt man einen angenommenen, im Herzen selbst oder in seinen Ganglien erzeugten Reiz vom Vorhof zur Kammer wandern und durch ihn als Anfangsglied die Zusammenziehung der Abschnitte eintreten. Die Überleitung von einem Abschnitt auf den anderen erfolgt dann durch die nachgewiesene Nervenverbindung. Ist diese Leitung unterbrochen, so fällt auch die entsprechende Bewegung aus. Es wird betont, daß es sich um eine besondere „Fähigkeit“ der Herzmuskulatur handle, um eine „Begabung“ zur „autochthonen rhythmischen Reizbildung“ und Bewegung. Damit ist das *Primat der Nerven gelehrt*, und jeder Versuch, den Vorgang der wechselnden und sich ständig wiederholenden Herzbewegung durch *Eigenschaften*, also natürliche faßbare Kräfte zu erklären, von vornherein abgelehnt.

Der Wechsel zwischen Vorhof und Kammer, der vor allem, zumal bei seiner Unregelmäßigkeit, auf eine Nervenbeteiligung Anspruch hätte, die Gegenseitigkeit der Herzbewegungen, soll in seinem mechanischen Ursprung nicht besonders erörtert werden. Er beruht auf dem Einschluß des in zwei Abteile gegliederten Systems in einem abgeschlossenen Raum, Cölon oder besonderer Herzbeutel. Die Kapselwand ist durch den tiefer liegenden Unterdruck im Brustraum nach außen hin gespannt, also verstrafft. Es ist klar, daß bei einer aktiven Entleerung des einen, sich der ruhende Gegenabschnitt *gleichzeitig* entfaltet und damit das Blut von rückwärts nachströmt. Die Nerven haben also nichts mit der Wechselseitigkeit der Herzbewegung zu tun. Die Diastole ist vielmehr die zwangsläufige Folge der Systole des tätigen Abschnitts im unverändert

gleichbleibenden Raume des Herzbeutels. Daß sich auch das ausgeschnittene Herz ebenso bewegt, liegt an dem in seinen Abschnitten festgelegten Schwingungsknoten.

Bei der Körpermuskulatur wirkt deutlich ein Reiz, ein Eindruck von außen, unmittelbar oder im Erinnerungsbild, als Anlaß der Zusammenziehung ein. Bei der ununterbrochenen Herzbewegung war er nicht bemerkbar. Deshalb konstruierte man eine automatische Reizbildung in der Herzmuskulatur selbst oder den Ganglien und schob sie ihrer besonderen „Begabung“ zu. Die Naturwissenschaft nimmt jedoch keine außergewöhnlichen Kräfte an, sondern untersucht, welche *natürlichen* Eigenschaften ermöglichen dem Herz, die am unbelebten System gut bekannte, also durchaus nicht merkwürdige, anhaltende Wiederholung der Einzelbewegung, den Rhythmus, die sog. Automatie?

Es handelt sich bei jedem Rhythmus um eine Schwingbewegung verschiedener Herkunft. Einmal angestoßen, schwingt das System solange, bis durch Hemmungen wieder Energie der Lage erscheint. Es ist also zu untersuchen, ob das Herzgefäßgebiet schwingungsfähig gebaut ist und ferner, ob an ihm, wie bei der Körpermuskulatur, eine *Außenkraft* zur Erregung der Bewegung vorhanden ist. Dann ist an Stelle des Symbols, mit dem man sich bisher begnügte, eine natürliche faßbare Kraft getreten. *Das ist die allein mögliche Fragestellung.* Jeder andere Lösungsversuch muß versagen, auch wenn er noch so geistreich erscheint und mit Aufwand von Denkmöglichkeiten aufgestellt ist, weil er sich nicht an die Naturgesetze hält, unter denen auch das Leben nur abläuft.

Wer einen Nerv oder eine Zelle durch eigen erzeugte Reize sich betätigen läßt, statt auf Energieunterschiede, also einen Anstoß von außen, sie tätig werden zu lassen und nicht zweifelsfrei die Nervenbahn nur als Auslösungsweg für diese Reize verwendet, schafft ein Perpetuum mobile. Mit einer Kraftquelle, wie die autochthone Reizbildung am Herzen, die keine Energie braucht, kommt man auf die Urzeugung zurück, auf den Archäus als Deux ex machina, der dann eingreift, wenn man nicht weiter kann. Die Annahme, die Schlagfolge gehe vom Herzen aus, da es in sich Reize erzeuge, ist gleichwertig der noch vor hundert Jahren geltenden Lehre, das Blut fließt, weil es lebendig ist, oder weil eine Nervenkraft, die Anziehung zum Rückenmark hin, es wie etwas Lebendiges ins Herz zurückbewegt. Die Einführung des Wortes Leben verhüllt nicht den Materialismus, der sich unter der Maske des *unnötigen* Vitalismus verbirgt. Am belebten Körper grade fand *R. Mayer* das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Er hielt sich, nach seiner eigenen Äußerung, an die Physik, da ihn „die metaphysische Seite unendlich disquierte“.

Die Herzmuskulatur ist hochelastisch. Man hat diese Eigenschaft sogar zur Begründung der nachträglichen Entfaltung desselben, vorher tätigen Abschnitts, wie beim Gummiballe, benutzt. Ein schwingungs-

fähiges System ist also als Grundlage gegeben. Die Natur liefert ferner am noch muskellosen und nervenfreien Herz des Embryo den Beweis der Entstehung der ersten Bewegung durch *einen Anstoß von außen*, nämlich durch *das Einströmen von Blut*. Daß die Schwingung im irdischen System nicht erlischt, dafür sorgt nach Aufzehrung des Dotters die später auftretende Herzmuskulatur.

Das Herz wiederholt also deshalb die Einzelbewegung, *weil es in ein schwingendes System eingefügt ist*, nicht aber, weil in ihm, an irgend einer Stelle, besondere Reize, d. h. Energiewerte, und gar aus eigener Macht, ohne einen besonderen Energieaufwand, erzeugt werden. Diese Kräfte sollten nachzuweisen sein! Es sind jedoch alle verfügbaren Kräfte im Herzgefäßgebiet, die Muskulatur des Herzens und die der Gefäße, zur Erhaltung der Blutströmung und zur wechselnden Umleitung nach den einzelnen Gefäßprovinzen, aufgebraucht. Wie eingangs gezeigt, dürfen aus der Gefäßperipherie keine Zusatzkräfte für die Herzbewegung und damit für die Vorwärtsbewegung des Blutes herangezogen werden. Was man sonst als Ersatz benutzt hat, sind, wie die elastischen Maschinen im Körper, nur Speicher für Energien, aber keine Kraftstationen. Sie werden erst von den Kraftwerken in Bereitschaftstellung gebracht, also von ihnen aus bedient.

Die Entstehung der Herzbewegung ist demnach durchaus gleichartig wie an der Körpermuskulatur. Die auslösende Außenkraft, also der Anstoß, *der gesuchte Reiz*, d. h. physikalisch der Antrieb,  $k \cdot t$ , ist *die Strömung des Blutes*. Die einmal erregte Bewegung wird wiederholt, weil sie sich in einem schwingungsfähigen und deshalb die Bewegung umkehrenden System abspielt. Sie wird durch das strömende Blut mit der jedesmal neu erregten Herzbewegung ständig unterhalten, so daß sie nicht erlischt ( $k \cdot t = m \cdot v$ , Impulssatz). Der Rhythmus, die Umkehr der Bewegung, also ihre ständige Wiederholung, die sog. Automatie, gehört demnach noch nicht zu den Lebenserscheinungen. Sie ist vielmehr ein *mechanischer*, auf greifbare Kräfte zurückzuführender Ablauf. Auf Einzelheiten der Entstehung des Pulsationsvorganges aus der Mechanik eines schwingenden Systems kann hier nicht eingegangen werden. Es sei dazu auf das Buch: Herz, Pulsation und Blutbewegung verwiesen.

Daß sich auch ein ausgeschnittener Herzteil ebenso wie gezüchtes Herzgewebe eine gewisse Zeitlang ständig bewegt, ist also durchaus kein Beweis für eine besondere, im Wesen der Herzzellen begründete „Automatie“, sondern vielmehr ein begreiflicher, natürlicher Ablauf. Das ist die allein mögliche Folgerung. Ein schwingungsfähiges System kann sich, wenn es von einer Bewegung getroffen, d. h. erregt wird, nur in der Form der Wiederholung der Einzelbewegung betätigen. Der Vorgang des Weiterschlagens beweist nur, daß recht geringe Energiewerte nach Erregung der Schwingung zu ihrer Erhaltung nötig sind. Im reibungsfreien System würde überhaupt keine Energie verbraucht werden und die

Bewegung ewig anhalten. Schon *Harvey* wußte, daß ein geringer Reiz, eine Berührung mit dem angefeuchteten Finger, Herzteile wieder zum Schlagen bringt. „Von selbst“ bewegt sich kein irdisches System, auch nicht das aus Zellen gebildete Herz. Die auslösende und die Bewegung erhaltende Kraft muß nachzuweisen sein oder wenigstens gesucht werden! Es ist unzulässig, zur Bewegung des Blutes und des Herzens andere als die überall wirkenden Kräfte anzunehmen.

Die Blutmenge im Körper beträgt etwa 3 kg, der Inhalt eines Herzabteils, also die Menge des sog. Schlagvolumens, nur 50 g. Die Masse 1 kann nicht die Masse 120 bewegen. Wohl aber reicht die in der Masse 120 gespeicherte Bewegungsenergie, ihr Beharrungsvermögen, aus, um das fließende Blut über die Zeit der Diastole und der Herzpause in Bewegung zu halten, bis ihm durch die Herzmuskulatur ein neuer Anstoß erteilt ist. Mit dieser jedesmaligen Beschleunigung, gleich dem Reibungswiderstand auf der Strombahn, wird die Masse 1 aus dem Herz herausbewegt. Die Herzbewegung folgt dann der Blutbewegung *nach*!

Durch das Einströmen des Blutes bei der jedesmal neuen Anfüllung während der Diastole, also durch die Entleerung des tätigen Abschnitts „gereizt“, führt nun die bisher ruhende Herzmuskulatur des Gegenabschnitts die Bewegung der Entleerung, also die Zusammenziehung aus. Sie wird durch den diastolisch immer höher steigenden Innendruck angespannt und schließlich zum Umschlag der Hebelbalken, also zur Umsetzung ihrer bisherigen Energie der Lage, in die der Bewegung genötigt. Der Physiker *Pohl*, Göttingen, hat den Vorgang der sich wiederholenden und auf den Gegenabschnitt überspringenden Bewegung als Kippschwingung bezeichnet. Der Unterschied gegen den muskellosen Herzschauch und das Modell ist aber der, daß die zur systolischen Verengerung des Raumes, d. h. zur Zusammenziehung gezwungene Herzmuskulatur ihre Energie auf das Blut überträgt, also einen Zuschuß gibt, sonst hätte man ein *Perpetuum mobile*. So ist die anhaltende Bewegung des Blutes und des Herzens verständlich gemacht. Die jedesmal neu in das Herz eintretende und durchlaufende Blutmenge ist *der wirkliche Reiz*, d. h. der Impuls, also der Anstoß zur neuen Bewegung der Muskulatur, mit Beginn am Veneneinlauf. Andere angenommene Reize werden nicht gebildet. Die physikalischen Kräfte sind deutlich nachweisbar.

*Harvey* hat bereits in der Anschauung seiner Zeit die Bewegung des Herzens und des Blutes im Mikrokosmos, mit der Gestirnsbewegung im Makrokosmos verglichen. Das Blut wird nach ihm nie angefahren. Es ist ständig in Bewegung. Zur Verdeutlichung dieser damals neuen Vorstellung bringt er das Beispiel des Ballspiels. Man bedenke, daß damals *Galilei*, *Tycho de Brahe*, *Kepler* lebten und ihre Anschauungen den Zeitgenossen bekannt wurden. In der Medizin aber galt *Galen*! Es war ein Frevel, seiner Lehre zu widersprechen, als *Harvey* den Kreislauf

des Blutes aufstellte. Ohne die Erkenntnis des Begriffes der Beschleunigung, den *Harvey* von *Galilei* aus der Mechanik des Unbelebten sofort auf den belebten Körper überträgt, ist seine Lehre von der *ständigen* Bewegung des Blutes im Kreislauf unmöglich. Durch die Einführung dieses mathematischen Begriffes, den er klar erfaßt hat, erhebt er seine Lehre von der Bewegung des Herzens und des Blutes zur Wissenschaft. Auf langen Wegen erst gelangten allmählich die physikalischen Vorstellungen in die starr festgehaltenen Lehrmeinungen.

### Die Hemmung der Blutbewegung als Ursprung der ungleichen Schlagfolge.

Eine Störung in der Wiederholung der Einzelbewegung am Herz, seine ungleiche Schlagfolge, kann daher nur auf einer *Unterbrechung der Blutbewegung* beruhen, wenn die physikalischen Gesetze auch für das Herzgefäßgebiet gültig sind. Die Nervenbahn mit ihren zugehörenden Ganglien ist nur Mittler zur Weitergabe, aber nicht Ursprung, d. h. nicht Kraftmaschine zur Erzeugung von Reizen. Von einer Reizbildung im Herz oder seinen Ganglien kann sich in Wirklichkeit niemand eine greifbare Vorstellung machen. Die Zergliederung der Abläufe in Reizbildung und Aussendung, die Einteilung ihrer sichtbaren Formverschiedenheit nach Unterschiedsmerkmalen, wie chronotrope, inotrope, bathmotrope Arten, ist nur eine *Aufzeichnung*, wie wenn man die Arten der Radbewegungen beim Bremsen eines Fahrzeuges sich aufschreibt. Aber mit der Aufzeichnung der Gleitspuren nach ihrer Länge oder Tiefe und Stufenfolge und mit ihrer Auflösung in Kurven und Zahlen erkennt man nicht die Ursache oder den Sitz der Verkehrsstockung und behebt sie vor allem nicht. Denn man läßt den wirklichen Grundvorgang außer acht und bewertet nur die Folge.

Die neurogene Theorie hatte damit ihre Berechtigung verloren, daß bereits das nervenfreie Herz des Embryo, das mancher Fische nach dem Ausschlüpfen sogar wochenlang, sich wechselnd rasch betätigt und ebenso Herzteile mit durchschnittenen nervösen Verbindungen nach der anfänglichen Hemmung weiter schlagen. Weil man an den Ganglien und am Reizleitungssystem zuweilen Schädigungen findet, ist man nicht berechtigt, sie für die Störung verantwortlich zu machen. Es ist vielmehr selbstverständlich, daß der *Blutweg*, der auch diese Zellen ernährt und bei ungleicher Strömung schädigt, der gemeinsame Ausgangspunkt ist. Das Elektrokardiogramm schreibt auch nur, wie der Puls, die Formverschiedenheiten der Bewegungsfolge an den Herzteilen auf, sagt aber nichts über die Entstehung aus.

Wie wäre es sonst begreiflich, daß ein *Irregularis perpetuus* recht oft mit Beschleunigung der Strömung, manchmal in Minuten, zur Regelmäßigkeit kommt? Gelingt es den bei der Hemmung der Strömung zunehmenden Innendruck durch die Erweiterung eines benachbarten, noch nachgebenden Abschnittes in beschleunigte Strömung umzuwandeln,

ist also die Störungsstelle mechanisch und deshalb auch anatomisch beeinflußbar, dann überwindet das jetzt mit vermehrter kinetischer Energie fließende Blut die örtliche Hemmung der Strombahn. Deshalb erfolgt weder mechanisch, noch auf dem begleitenden Nervenwege ihre Übertragung auf das im gleichen Takt mitlaufende Herz.

Es gibt keine Nervenfunktion, die durch eine mechanische Einrichtung nicht auch erfüllt werden könnte. Die Herleitung der verschiedenen Arten der unregelmäßigen Schlagfolge durch *Außenstörungen* des in der fortlaufenden Bewegung unterbrochenen Blutes macht nur deshalb Schwierigkeiten, weil man den zugrunde liegenden mechanischen Vorgang, nämlich die *rein örtlich begrenzte Lichtungsänderung* und ihre Auswirkung als Bewegungshemmung, als Bremsklotz auf der Strombahn, übersieht und an Stelle einer faßbaren Kraft eine in der Grundvorstellung unhaltbare, vom wirklichen Geschehen ablenkende Theorie bevorzugt, die den nervösen Vorgang als den Ursprung einsetzt. Er ist jedoch nur eine Begleiterscheinung des ursprünglichen mechanischen, der die Energiequelle darstellt und ohne den überhaupt nichts geschieht!

Die myogene Theorie erwies sich erst recht als unhaltbar. Denn ein anatomisch geschädigtes Herzgewebe mit Schwielenbildung und Verfettung schlägt, ebenso wie ein Herz bei Klappenfehlern, regelmäßig. Sie versagt also, auch bei einer Mischung mit der neurogenen, vor allem bei der Herleitung der Unregelmäßigkeiten, dererwegen man doch diese Theorien überhaupt gebildet hatte. *Tigerstedt* sagt mit Recht, daß es sich bei der myogenen Theorie nur um eine Hypothese *ad hoc* handle! Daß der Blutdruck keine ursächliche Beziehung zur Unregelmäßigkeit hat, ist klar, wenn auch das Zusammenfallen beider Ausschläge, genau so wie bei der Konstruktion ihres ursächlichen Zusammenhangs mit Veränderungen an den Ganglienzellen, richtig ist. Denn ebenso wie die Schlagfolge und die Spannung ist er nur ein Folgevorgang der vorangehenden Lichtungsänderung in der Peripherie als Grundbedingung.

Es handelt sich bei den bisherigen Theorien nicht um eine Erklärung des Zustandekommens. Diese Beschreibung der Formverschiedenheiten in der Bewegungsfolge des Herzens ist vielmehr bereits in der Beziehung der Abläufe dem Trugschluß angepaßt, daß die Schlagfolge vom Herzen ausgehe. Man hat etwas, das nur eine Theorie war, nämlich die Erzeugung besonderer Bewegungsreize im Herzen selbst, und deshalb auch die irrtümliche Entstehung der Schlagfolge im Herzen, als erwiesen angenommen. Dabei verwechselte man außerdem noch die Schlagfolge mit dem Rhythmus. Den wirklichen Ablauf der Bewegungserscheinungen am Blute und am Herzen sieht man deshalb nicht.

Diese grundsätzliche Einstellung besteht bei allen Forschern. Es wird von Anfang an zur Begründung der Herzbewegung nach einer Verbindung mit dem sie angeblich *erzeugenden* Nervensystem gesucht. Es wird einzig erwogen, ob die Bewegung neurogen oder myogen erfolgt. Die Auto-

matie, d. h. die Selbsttherrlichkeit der Herzbewegung, liegt als *Voraussetzung der weiteren Forschung bereits fest!* Aber „der Grund der Automatie“ (Carlson) liegt keineswegs im Ganglion, weil nach seiner Entfernung es nicht mehr gelingt, den Motor anzulassen. Jeder mechanische Anlasser versagt genau so, wenn sein Gestänge, die Verbindung zwischen Anlasser und Motor, unterbrochen ist. Der Motor liegt dann still. Aber er ist deshalb nicht bewegungsunfähig, sondern nur zeitweilig gehemmt. Deshalb hat noch kein Ingenieur an die Automatie eines Tag und Nacht ununterbrochen im Takt laufenden Motors geglaubt, sondern er weiß, daß er eine *Kraftmaschine* vor sich hat, die man nach Entfernung von Betriebsteilen nur zeitweilig nicht ankurbeln kann.

Auch Nukada sucht nach dem „Träger“ der Automatie. Er ist gleich der Reizbildung in den Ganglienzellen. Das Auffinden des Automatins durch Berganois und Zwardermarker ist dann folgerichtig. Wer in dieser Art denkt, kann ebensogut nach dem Träger der Automatie am Wasserfall suchen, nach dem besonderen Flußgott, der das taktmäßige Fallen und Rauschen des Wassers hervorruft und den Wechsel bei verschieden hohem Wasserstand. Das ist der Verzicht auf jedes Verstehen, weil man nicht die uns zugängliche Mechanik, unter der das Leben abläuft, vom Leben selbst unterscheidet.

Die unerlaubte Vermenschlichung, das Arbeiten mit lebendigen Kräften, tritt in der Bezeichnung „Schrittmacher“ oder als „Hervortreten der Automatie untergeordneter Zentren“, in der „Übernahme der Führung“ bei Zerstörung anderer Gangliengruppen, deutlich hervor. Die Erörterungen darüber, ob rhythmische Fähigkeiten, die „bereits im Herzen schlummern, auf ein höheres Erregungsniveau gebracht werden könnten“, oder ob auch Dauerreize, also eine unerschöpfliche Energiequelle, vermöge der langsamem Refraktärperiode der Muskulatur nur mit rhythmischer Kontraktion beantwortet werden, schaffen die in diesen Wortbegriffen liegende Urzeugung von Reizen, die Automatie, also das Perpetuum mobile, das durch das Hinterpförtchen der Nerven neu eingeführt wird, nicht aus der Welt. Im Grunde sind das alles mechanische Vorgänge, die jede Maschine genau so nachahmt, nur verschleiert durch eine andere Benennung. Winterbergs Darstellung der häufigeren Schädigung des Reizleitungssystems an der Vorhofkammergrenze, weil an der engen Stelle die dicht liegenden Kabel leichter brechen könnten, ist eine mißlungene Entschuldigung der leichtfertigen Bauart der Natur. Es handelt sich nicht um die Geheimnisse des Lebens, wie Rothberger meint, sondern um die Mechanik, unter der das Leben abläuft, Dinge, die uns deshalb zugänglich sind. Die Erregung der Ganglien oder der Herzmuskulatur durch Stoffwechselvorgänge ist ein Versuch auf die natürlichen Kräfte zurückzugreifen, ebenso die Annahme von Schwingungen in ihnen zur Begründung der rhythmischen Reizbildung. Nur ist ihre Entstehung nicht klar und die Reizbildung im Herzen selbst bleibt als

unrichtige Voraussetzung seiner wechselnden Bewegungsfolge doch bestehen. *Heymann* hat in seinen Tierversuchen nicht bedacht, daß auf die Querkraft eingewirkt wird, nicht auf die Achsenkraft, wenn er die rhythmische Herzbewegung mit dem Atemzentrum in Verbindung bringt. Er bestätigt damit die Erfahrung, daß Unregelmäßigkeiten durch eine Blutverschiebung, also durch Einwirkung der *Gefäßmuskulatur*, auszulösen und zu beheben sind. Er beobachtet, entsprechend unserer Deutung, die Auswirkung einer Störung in der Blutverteilung am Erfolgsorgan Herz. *Br. Kisch* spricht zwar von „gefäßbedingten“ Störungen der Herz-tätigkeit. Er begrenzt sie jedoch auf einzelne angeblich anatomische Unzulänglichkeiten in der Blutversorgung mancher Gebiete und hält an den „Grundleistungen“ des Herzens, besonders der Reizbildung, fest. Solange man nicht die unmögliche Vorstellung aufgibt, die Schlagfolge ginge vom Herzen aus, dafür sogar Reizbildungsstätten annimmt und dabei Schlagfolge und Rhythmus gleichsetzt, kommt man nie über die Schwierigkeiten bei der Erklärung einer unregelmäßigen Schlagfolge hinweg.

### Schädigungen der elastischen Eigenschaften am Herzgefäßgebiete als Auslösung der Hemmungen.

Jede Änderung in der Schlagfolge beruht auf der Abhängigkeit der zwei senkrecht aufeinander wirkenden Kraftgruppen am Herzgefäßgebiet, also auf der Änderung der Stromgeschwindigkeit durch die Gefäßmuskulatur. Man stelle sich am Gefäßgebiet auf, dann sieht man, daß das Herz nur in dem Takt läuft, den ihm die Gefäßbremse aufzwingt. zieht sie überall gleichmäßig an, so wird die kinetische Energie langsam in Druck übergeführt, läßt sie los, dann läuft der Motor bei gleicher Kraft rascher. Diesen Ablauf mit wechselnder gleichmäßiger Geschwindigkeit, also bei regelmäßiger Puls, beobachtet man auch bei der Verschiebung des Blutes durch die Atmung und bei einer Körperbewegung.

Ist jedoch das Gefäßgebiet durch eine Erkrankung geschädigt, sei es, daß die Rohrwände in ihrer elastischen Nachgiebigkeit gelitten haben, oder ihre Muskulatur stellenweise geschädigt ist, dann wird trotz gleichmäßiger Innervierung, d. h. trotz gleichmäßiger Auslösung der Gleisumstellung auf der Fahrbahn, die Stromgeschwindigkeit auf den verschiedenen weit eingestellten Teilstrecken ungleich, denn die Gefäßbremse wirkt nicht mehr gleichartig auf der gesamten Strecke ein. Der Blutzug ruckt an, sobald er in eine gehemmte, hier eine unverändert weit bleibende, unnachgiebige Strecke eintritt, in der deshalb die Geschwindigkeit abnimmt. Die Unterbrechung pflanzt sich in der gesamten Länge des Stromfadens bis ans Herz fort. Der Aussetzer am Herzen ist die sichtbare Folge.

Es ist klar, daß die Nervenbahn an der Störung unbeteiligt ist. Es ist auch gleich, an welcher Stelle der Strombahn die Schädigung liegt. Die Unterbrechung der gleichmäßigen Fließbewegung breitet sich im

zusammenhängenden Strom des Blutes immer bis zum Herzen hin aus. Die Störungsstelle kann am Kranzadergebiet liegen. Ebensogut kann sie aber durch ein *beliebiges* peripheres Gefäß oder auch durch Herabsetzung der elastischen Eigenschaften am Herzbeutel, der Maschinenwand, oder schon durch geringe Ungleichheiten des Gewebes zwischen Vorhof und Kammer hervorgerufen sein, wie das der Modellversuch zeigte. Das intermittierende Hinken ist bereits als gefäßbedingt erkannt. Der Ausfall in der Versorgung der Körpermuskulatur geht zeitweilig mit einer Beteiligung am Herzen einher. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, daß Gefäßkrämpfe dabei auftreten, ebensowenig wie beim stenokardischen Anfall. Denn ein arteriosklerotisch verändertes, also starrwandiges, womöglich verkalktes Gefäß, das als Grundlage angenommen und auch oft gefunden wird, kann unmöglich durch eine noch so kräftige Muskulatur verengt werden, auch wenn sie verkrampt wäre.

Man wundert sich oft, daß Kranzgefäße, die kaum noch Blut durchlassen, dennoch zur Versorgung der Herzmuskulatur ausreichten. Die Erklärung liegt darin, daß die Strömung an der zwischengefügten, unveränderlichen engen Stelle zwangsläufig rascher ist. Es läuft dann überall in der Zeiteinheit die gleiche Menge durch, solange die Triebkraft gleichbleibt. Bei stärkerer Beanspruchung versagt aber die *rein örtliche* Änderung der Stromgeschwindigkeit. Der Stromfaden wird dann sehr dünn, je mehr die allgemeine Umlaufgeschwindigkeit zunimmt. Schließlich stockt die Blutbewegung an der unnachgiebigen engen Stelle und zittert. Denn im geschlossenen Stromfaden kann kein Abreißen erfolgen und dadurch die mechanische Weiterleitung der Hemmung ans Herz etwa ausgeschaltet werden. Die Herzmuskulatur erhält nun kaum noch Blut für das von diesem geschädigten Zweig versorgte Gebiet zugeführt. Die Herzwand wird deshalb an dieser Stelle in ihrer Spannung herabgesetzt. Sie gibt eher nach und kann sich weniger kräftig und wegen des längeren Weges der gedehnten Stelle auch nur mit Verspätung zusammenziehen. Die Vorwärtsbewegung des Blutes in der Stromachse leidet ebenfalls Not. Der schädigende Kreis ist geschlossen. Die Unregelmäßigkeit, beginnend am geschädigten Teil, meist dem Vorhof, ist da.

Eines kann aber mit Sicherheit gesagt werden: *Am Motor liegt der Anfang der Störung nicht.* Seine ungleiche Betätigung ist erst die Folge der vorausgehenden ungleichen Blutströmung. Er *erzeugt* keine ungleichen Reize, weder in seiner Muskulatur noch in den Ganglien, oder sendet sie ungleich aus und dazu noch selbsttätig. Das war eine Verwechslung zwischen Ursache und Wirkung. *Der ungleich laufende Treibriemen der umlaufenden Blutmasse ist vielmehr der Reiz, der den Motor zur ebenso ungleichen Folge seiner sich wiederholenden Schläge zwingt.* Nothnagel kennt bereits eine periphere Form der Angina pectoris und Pletnew hat eine extrakardiale Form beschrieben. Dabei soll eine Splanchnioganglionitis die Innervationsstörung veranlassen. Die Beobachtung einer

Schädigung des Ganglions ist zweifellos richtig. Sie ist auch am Reizleitungssystem bei Gefäßerkrankungen des Herzmantels vorhanden. Selbstverständlich ist dann auf ihrem Wege die Auslösung der Gefäßeinstellung als einheitlicher Ablauf auf der gesamten Strecke ebenfalls gehemmt.

Aber trotzdem ist die sichtbare Schädigung am Ganglion immer erst die Folge einer vorangehenden Störung am zugehörenden Gefäßgebiet. Sie reicht zur gleichen Hemmung am Herz aus. Denn auch ohne eine sichtbare Erkrankung am Meldewerk der Nerven beobachtet man die gleichartigen Ausfallserscheinungen am Herzen. Die *Gefäßbahn* bleibt das *Anfangsglied* der Kette! Der Rhythmus, die Wiederholung der Einzelbewegung, ist jedoch auch im Versuch der Durchschneidung einzelner Bahnen nicht gestört. Die Bewegung kommt wieder! Nur die *Schlagfolge*, ihr Geschwindigkeitsablauf, ist anders. Ist die Anlaßvorrichtung zum Motor mit beschädigt, dann kann der Ausgleich durch eine Beschleunigung der Strömung kaum erreicht werden, außer wenn in längerer Zeit, durch eine anatomische Herstellung des Gefüges bei einer beschleunigten Blutzufuhr, eine Besserung der geschädigten elastischen Gewebsteile erfolgt. Man kann deshalb aus dem rascheren Ausgleich einer Störung durch eine die Blutströmung beschleunigende Anwendung Schlüsse ziehen, ob bereits festliegende anatomische Veränderungen bestehen, oder ob nur Störungen im Zusammenspiel zweier Abschnitte bei ungleicher, aber noch nicht geschädigter Elastizität, sog. funktionelle, also Leistungsstörungen, sie begründen.

Es genügt zum Verständnis einer unregelmäßigen Schlagfolge am Herzen, daß die elastischen Eigenschaften der Strombahn an einer beliebigen Strecke herabgesetzt sind. Am Durchlaufrohr der Aorta können jedoch grobe Kalkplatten ohne Nachteile auftreten. Denn an ihm greift die Querkraft nicht an. Erst im Organgebiet, wo die Verteilung beginnt, sind bereits anatomisch nicht sichtbare Schädigungen des elastischen Gefüges Anlaß zur Hemmung der Strömung. Bei der Entstehung des Vorhofslimmerns nimmt man bereits eine Überdehnung, also eine Störung der Wandelastizität als Hinderung der Übertragung der Bewegung an die Kammer an. Längst zuvor ist jedoch die örtliche Blutversorgung im Coronargebiet in Unordnung gewesen, weil dessen Gewebe verändert ist. Als Folge erst tritt die Wanddehnung auf. *Condorelli* weist nachdrücklich auf den Zusammenhang des Vorhofslimmerns mit Gewebsschädigungen bei Störungen der örtlichen Blutversorgung hin. *Malain* bestätigt die von *Tandler* angegebene Versorgung der Schenkel des His-Tavarabündels durch die Coronariae. Er zeigt, daß bei plötzlichem oder langsamem Verschluß der Kranzadern Kammertachykardie auftritt, bei Verschluß der vorderen Kranzschlagader linksventrikuläre Insuffizienz, Linkshypertrophie und rechtsseitiger Schenkelblock. Das Aussetzen der Herztätigkeit nach Druck auf die Gegend der Carotisteilung und die Augäpfel geht nach *Mandelstamm* mit einer Herabsetzung des Blutdrucks

und einer Änderung der Schlagfolge einher, also einer deutlichen Gefäßbeeinflussung. Er gibt Kreislaufstörungen im Gehirn, hervorgerufen durch die Zuklemmung der Carotis und die dabei bedingte Blutdrucksenkung, als Ursache an. Von einem Herzreflex kann aber keine Rede sein, es handelt sich vielmehr um eine *Gefäßwirkung*, die auf das mitlaufende Herz als Achsenkraft zunächst mechanisch und dann als Begleitvorgang durch den Vagus übertragen ist.

Jeder Arzt kennt Kranke, die jahrelang trotz eines stark unregelmäßigen Pulses ohne Anstrengung Treppen steigen. Eines Tages sinken sie, ohne einen besonderen Anlaß, „aus voller Gesundheit heraus“, tot um. Der Ausgangsort der Wellen, das Herz, bildet mit dem Gefäßsystem einen zusammenhängenden Schwingungskreis. Die Zusammenarbeit der geschädigten Herzteile mit den noch besser ernährten, erfolgte lange Zeit ohne Störungen. Die im Herzgefäßgebiet von der Kammer bis in den Vorhof und wieder zu ihr umlaufende Blutwelle trifft, wenn auch mit Oberschwingungen, die ungleich erfolgen und naturgemäß allmählich die Ernährung stören, wieder am Ausgangsort ein. Fällt nun das Tal auf den Berg, so ist die völlige Auslöschung der Bewegung, der Sekundenherztod, die notwendige Folge. Das Herz ist mechanisch und deshalb auch körperlich tot. Eine kleine, unglücklich liegende, weniger nachgebende Strecke im Gefäßgebiet kann die dauernde Hemmung der Schwingungen hervorrufen.

*Wenckebach* erkannte die Pulsumregelmäßigkeit als eine Überlagerung von Schwingungen. Das Auftreten von Oberschwingungen, als Teilzahlen zur Grundschwingung, ist dann gegeben. Aber er hält am Herz als Ursprungsstelle der Schlagfolge fest. Die Bezeichnung Arrhythmie des Herzens ist jedoch unrichtig und deshalb irreführend. Denn es handelt sich nicht um das Herz, sondern um die Gefäßperipherie als Ausgangsstelle, und vor allem nicht um den Rhythmus, sondern um die *Schlagfolge*, also das „Tempo“, d. h. das Zeitmaß innerhalb der Wiederholung der Einzelbewegungen.

Solange man diese unrichtige Auffassung beibehält, lehnt man folgerichtig die Herleitung aus Elastizitätsstörungen auf der *Blutbahn* als Auslösungsbedingung ab. Der Modellversuch am durchströmten elastischen Schlauch zeigt, daß bereits eine geringe Ungleichheit seiner elastischen Eigenschaften an zwei Stellen ausreicht, um jede beliebige Unregelmäßigkeit zu erzeugen, wie am lebenden Herzen. Man mache diesen überzeugenden Versuch nach, dann wird man einsehen, daß die ungleiche Folge der Einzelschläge nur auf einer *Unterbrechung der sonst gleichmäßigen Strömung* beruht, die auf die im selben Takt mitlaufende Schwingungsstelle Herz übertragen ist. Der „Block“ liegt auf der *Blutbahn*, nicht auf der Nervenbahn.

Nach *His* und *Romberg* soll das Reizleitungssystem keine motorische Funktion besitzen. Auf seinem Wege werden jedoch die Muskelzellen

am Herz betätigt! Das Gewebe des embryonalen Herzschlauchs wird zum Reizleitungssystem umgebildet. Aber deshalb eine ihm bereits innewohnende rhythmische Tätigkeit zur Begründung der Bildung rhythmischer Reize an ihm oder am Herz anzunehmen (*Tigerstedt*), ist ein Zurückschieben auf eine andere Unbekannte, also ein Verlegenheitsausdruck. Es kann sich nur darum handeln, daß dieses Gewebe als verbindender Nerv zwischen die hintereinandergelagerten Abteile: Venensinus, Vorhof und Kammer eingebaut ist. Weil innerhalb des Herzens, am Kranzadergebiet, sich noch eine Gefäßmuskulatur befindet, gibt das vegetative System dorthin auch Zweige ab. Demnach handelt es sich um eine Betätigung der *Gefäßmuskulatur im Herzmantel* durch diese nervöse Verbindung und ihre Schaltung zur Hausleitung der einzelnen Herzabteile. *Ihr auslösender Ursprung bleibt der periphere Organbezirk mit seiner Gefäßeinstellung.* Der dort ablaufende mechanische Grundvorgang, die Lichtungsänderung durch die Gefäßmuskulatur, ist die kraftspendende *Ausgangsstelle*. Er wird dann auf dem Nervenwege gleichsinnig bis ans Herz weitergeleitet und veranlaßt auch die Kranzschlagadern zur Umstellung. Die von *Eppinger* hervorgehobene Behandlung Herzkranker von der Gefäßperipherie aus ist eine erfreuliche Bestätigung dafür, daß auf dem Wege der Gefäßbeeinflussung eine Änderung der Herztätigkeit möglich ist.

Eine besondere Annahme zur Erklärung der unregelmäßigen Schlagfolge erübrigte sich von Anfang an. Die Vorstellung einer automatischen und rhythmischen Reizbildung im Herzmuskel oder gar im Ganglion ist als unmöglich und überflüssig aufzugeben. Wie sollen denn beim tachykardischen Anfall, bei zweifellos herabgesetzter Leistung, bis über 200 Reize entstehen, während sonst nur etwa 70 erzeugt werden? Solange man die Automatie nur als rhythmische Tätigkeit bestimmt, und nicht als einen aus eigener Kraft Reize, d. h. Energiewerte erzeugenden Vorgang, ist die Gleichsetzung der ungleichen Wortzeichen nicht von grundlegender Bedeutung. Den Ablauf als gegeben zu betrachten, und sich damit abzufinden, daß er zu den uns unzugänglichen Lebenserscheinungen gehört, ist jedoch bei der allgemeinen Verbreitung des Rhythmus an der unbelebten und belebten Natur eine unzulässige Selbsttäuschung.

Es besteht vielmehr die Nötigung, seiner Entstehung nachzugehen und die Herleitung aus den vorhandenen Kräften am Herzgefäßgebiet zu suchen. Dieser Versuch ist hier unternommen worden, obwohl von Anfang an Widersprüche zu erwarten waren. Die Berechtigung und Notwendigkeit lag deshalb vor, weil die bisherigen Theorien vor allem in der Praxis versagten. Das ist begreiflich, denn ihre Voraussetzung, das Herz erzeuge selbst Reize und deshalb ginge die Schlagfolge von ihm aus, ist in der Grundvorstellung falsch.

### Zusammenfassung.

An Stelle der bisher üblichen unklaren Kraftwerte im Herzgefäßgebiet werden die allein möglichen, wirklich vorhandenen Kräfte eingesetzt und gezeigt, daß sie völlig ausreichen, um jede Art der Schlagfolge am Herz und der sie bedingenden Bewegung des Blutes zu verstehen. Es ist ein allgemein geltendes physikalisches Gesetz, daß die Leistung einer beständigen Achsenkraft von der Betätigung einer dazu senkrecht eingreifenden, in der Größe wechselnder Querkraft abhängt. Die Einstellung der Gefäßlichtung in der Peripherie ändert die Blutgeschwindigkeit und erzwingt so eine gleichsinnige Änderung der Tourenzahl des mitlaufenden Herzens. Die Gefäßmuskulatur ist der Regler der allgemeinen Blutgeschwindigkeit und deshalb auch der Schlagfolge des Herzens. Die Stromgeschwindigkeit wird durch die *Blutbahn* aufs Herz übertragen. Infolgedessen ist jeder Versuch, die Schlagfolge und ihren Wechsel in irgend einer Form vom *Herzen* ausgehen zu lassen, als von Anfang an unmöglich abzulehnen.

Rhythmus heißt die Wiederholung einer Bewegung, ihre Umkehr. Es handelt sich also um eine Schwingbewegung. Das schwingungsfähige System ist in den elastischen Eigenschaften des Herzgefäßgebietes gegeben. Daß daneben auch chemische umkehrbare Abläufe mitwirken, ist selbstverständlich. Angestoßen, und von da ab ständig in der Wiederholung der Einzelbewegung erhalten, wird das schwingungsfähige System durch die Blutströmung.

Schlagfolge heißt der Geschwindigkeitsablauf innerhalb einer Bewegung. Der Wechsel der Herzpulsation beruht auf der verschiedenen raschen Strömung, die durch die Lichtungsänderung im Organgebiet der Gefäße mittels der Gefäßmuskulatur *als erster Vorgang* hervorgerufen wird. Dabei veranlaßt die gleichmäßige Betätigung der Querkraft auch eine gleichmäßige Änderung der Schlagfolge, ihre ungleiche Betätigung, durch Hemmung des Stromfadens auf einer einzelnen Teilstrecke, jedoch die Unregelmäßigkeit.

Mit der Herleitung der Schlagfolge aus der Organperipherie wird das Herz in seinem Wert nicht herabgesetzt. Es bleibt, was es immer war, der Motor zur *Erhaltung* der Blutbewegung, des Kreislaufs. Als gleichwertige zweite Kraftgruppe wird die Gefäßmuskulatur als Regler der Blutgeschwindigkeit und deshalb auch der Schlagfolge des Herzens herausgestellt. Die Ganglien mit ihren zugehörenden Nerven werden vom Organgebiet gleichsinnig mitbetätigt, also auch von der als Bremsklotz auf der Gefäßbahn wirkenden geschädigten Teilstrecke. Die Nervenbahn ist jedoch nicht Anfangsglied dieser Abläufe, sondern nur gleichsinnig mitbetätigtes Meldewerk.

Die neue Deutung hat den Vorzug, dem Arzt den Ausgleich einer Störung der Herztätigkeit durch ein Eingreifen am Gefäßgebiet, wo der Ursprung ist, zu ermöglichen, also dem Kranken zu helfen. Sie steht

in Übereinstimmung mit den Gesetzen der Mechanik. Es handelt sich um den Ablauf physikalischer Vorgänge *am* lebenden Körper, nicht um die uns unzugänglichen Lebenserscheinungen. Kraftquelle für die Bewegung des Blutes und des Herzens ist die Muskulatur des Herzens und die der Gefäße. Die Herzmuskulatur erhält als Achsenkraft die Vorwärtsbewegung in der Stromachse, die Gefäßmuskulatur bewirkt als Querkraft die seitliche Umleitung des fließenden Blutes nach den einzelnen Gefäßprovinzen. Die wissenschaftliche Darstellung verlangt auf allen Gebieten, und deshalb auch am Herzgefäßgebiet, die Zurückführung der mannigfach wechselnden Vorgänge auf allgemeingültige Regeln, unabhängig vom Einzelfall. Nur dann, wenn man die Abläufe übersieht, kann man mit Mitteln irgend welcher Art nutzbringend einwirken.

### Schrifttum.

- Baumgarten*: Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830. — *Bleuler*: Das autistisch undisziplinierte Denken in der Medizin. — *Buttersack*: Die Elastizität, eine Grundfunktion des Lebens. Stuttgart: Ferdinand Enke 1910. — *Carlson, A. J.*: Vergleich. Physiologie der Herznerven usw. Erg. Physiol. 8 (1909). — *Condorelli*: Die Bedeutung der venösen Cirrhose für die Pathogenese des Vorhofflimmerns. Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 1931. — *Diepgen*: Alte und neue Romantik in der Heilkunde. Klin. Wschr. 1 (1930). — *Edens*: Krankheiten des Herzens und der Gefäße. Berlin 1929. — *Hauffe*: Physiologische Grundlagen der Hydrotherapie. Berlin: Fischers med. Buchhandl. H. Kornfeld 1924. *Brown-Sequard*-sche konsensuelle Gefäßreaktion und *Dastre-Moratsches* Gesetz. Ther. Gegenw. 4 u. 5 (1926). — Ein künstliches, zwangsläufig schlagendes Herz. Med. Klin. 18 (1924). — Wie wirken die Hilfskräfte der als Saug- und Druckpumpe arbeitenden Herzmaschine. Virchows Arch. 266, H. 1 (1927). — Herz, Pulsation und Blutbewegung. München: J. F. Lehmann 1930. — Das Organ als Maschine. Dtsch. Ärzteztg. 223 (1930). — *Helmholtz*: Das Denken in der Medizin, 1877. — *Hering, H. C.*: Der Tonus der Blutdruckzügler als Regler des Tonus des Parasympathicus und Sympathicus. Med. Klin. 47 (1931). — *Heymann*: Herz und Vaguszentrum. Erg. Physiol. 1929. — *His, W.*: Die Tätigkeit des embryonalen Herzens. Leipzig 1893. — *His u. Romberg*: Beiträge zur Herzinnervation. — *Kisch, Br.*: Gefäßbedingte Störungen der Herztätigkeit. Beitr. inn. Med. 1924, H. 25. — *Lange, Fr. Alb.*: Geschichte des Materialismus. — *Malain, Ivan*: Les maladies organiques du Faiseau His-Tavara. Les syndromes coronaires. Paris 1932, bespr. Dtsch. Arch. klin. Med. 171, H. 1 (1932). — *Mandelstamm*: Das sensible Carotisphenomen. Z. Kreislaufforsch. 1932, H. 10. — *Müller, Fr. v.*: Spekulation und Mystik in der Heilkunde. München 1914. — *Nukada, S.*: Über die Automatie und Koordination des Herzens. Mitt. med. Fak. Tokyo 19 (1909). — *Österreicher*: Versuch einer Darstellung der Lehre vom Blutkreislauf. Nürnberg 1826. — *Pletnew*: Zur Theorie der Angina Pektoris. Z. inn. Med. 109, H. 6. — *Preyer*: Physiologie des Embryo. Leipzig 1885. — *Rothberger, I.*: Normale und pathologische Physiologie der Rhythmus und Koordination des Herzens. Erg. Physiol. 1931. — *Schultz, C. H.*: Das System der Zirkulation. Stuttgart und Leipzig 1836. — *Schweizer*: Die Nebenniere ein Meßapparat für Bluteigenschaften. Bruns' Beitr. 155 (1932). — *Stöhr jun.*: Neue Ergebnisse zur Herzbildung usw. Niederrh. Ges. Natur. u. Heilk. Sitzung vom Jan. 1927, Bonn. — *Tigerstedt*: Physiologie des Kreislaufs, 1921. — *Tschermak*: Zur Physiologie des embryonalen Herzens. Med. Klin. 16 (1927). — *Wedemeyer*: Untersuchungen über den Blutkreislauf. Meckels Arch. f. Physiol. 6 (1820). — *Zwardemaker u. Arons*: Über die Herkunft des Automatins. Nederl. Tijdschr. Geneesk. 11 (1927).