

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Rostock.)

## Neue Untersuchungen über die Tätigkeit des Lymphherzens.

Von

**O. Langendorff.**

I. Mitteilung.

**Der Einfluss von Extrareizen auf den Lymphherzrhythmus.**

(Nach Versuchen von Stud. med. Max U. Thierfelder.)

(Mit 5 Textfiguren.)

Noch mannigfaltiger als beim Herzen sind bei den Lymphherzen die Meinungen der verschiedenen Forscher über den Ausgangspunkt ihrer automatischen Tätigkeit. Kommen für das Blutherz ausser der myogenen Automatie die beiden Möglichkeiten in Betracht, dass seine Bewegungen entweder von peripheren Ganglienzellen oder von einem intrakardialen Nervennetze regiert werden, so wäre beim Lymphherzen ausserdem auch an eine spinale Innervation zu denken. Endlich käme noch in Betracht, dass das Lymphherz zwar unter der Herrschaft peripherer Nervenzentren stehen, seine Tätigkeit aber vom Rückenmark nicht allein kontrolliert, sondern auch koordiniert werden könnte.

Die Annahme der Existenz spinaler Lymphherzzentren geht bekanntlich auf die Versuche von Volkmann<sup>1)</sup> zurück, dem sich Heidenhain<sup>2)</sup> und (in seinen späteren Arbeiten) Eckhard<sup>3)</sup> angeschlossen haben. Schiff<sup>4)</sup> vertrat eine Ansicht, die etwa der

1) W. Volkmann, Nervenphysiologie in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2 S. 489. 1844.

2) B. Heidenhain, Disquisitiones de nervis organisque centralibus cordis cordiumque ranae lymphaticorum etc. Dissert. inaug. Berolini p. 17—25. 1854.

3) C. Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie Bd. 4 S. 35 ff. 1869, und Physiologie des Rückenmarks und Gehirns in Hermann's Handb. d. Phys. Bd. 2 S. 73 u. 74. 1879.

4) M. Schiff, Recueil zoologique suisse t. 1. 1884; abgedruckt in: Gesammelte Beiträge zur Physiologie Bd. 2 S. 741. 1894.

gegenwärtig von Kronecker in betreff des Sitzes der Blutherz-automatie vertretenen entspricht, indem er zwar keine Automatie — deren Möglichkeit er überhaupt leugnete —, aber eine Art von reflektorischer Tätigkeit der Nerven und Nervenendigungen des Lymphherzmuskels behauptete. Periphere, in der Nähe des Lymphherzens gelegene Ganglienzellen betrachtete zuerst Waldeyer<sup>1)</sup> als Zentren ihrer Tätigkeit; dieser Meinung haben sich u. a. v. Wittich<sup>2)</sup>, Ranvier<sup>3)</sup> (bedingungsweise), ich selbst<sup>4)</sup> (in einer im Jahre 1883 gemeinsam mit meinem Schüler Fr. Boll veröffentlichten Arbeit) und ebenso auch Luchsinger<sup>5)</sup> angeschlossen, während Waldeyer (in seinen späteren Arbeiten), Priestley<sup>6)</sup> u. a. unter Anerkennung der von peripheren Ganglien unterhaltenen automatischen Tätigkeit die koordinatorische Bedeutung der spinalen Volkmann'schen Zentren betonten. Eine myogene Automatie ist bis jetzt meines Wissens noch nicht behauptet worden.

Noch kann die Streitfrage nicht als entschieden gelten; insbesondere erfreut sich die gewissermassen einen Kompromiss darstellende Ansicht, dass dem Rückenmark eine wichtige, wenn auch nur koordinatorische Funktion zukomme, keineswegs allgemeiner Zustimmung.

Bei dem grossen Interesse, das der Frage nach der Automatie des Blutherzens in neuerer Zeit zugewendet wird, besonders aber auch im Hinblick auf die besseren uns jetzt zur Verfügung stehenden Methoden zur Untersuchung solcher Fragen schien es mir aussichtsvoll, noch einmal an das Studium des Lymphherzens heranzugehen. Die hier mitzuteilende, auf meine Veranlassung von Herrn Stud. Thierfelder ausgeführte Untersuchung ist die erste Frucht dieser Bestrebungen.

Zunächst regten die Erfolge, welche die Methode der künstlich herbeigeführten Extrasystolen für die Erforschung der Herztätigkeit

---

1) W. Waldeyer, Zeitschr. f. rat. Medizin (3. Reihe) Bd. 21 S. 103 ff. 1864. Später ist Waldeyer zu anderen Ansichten gekommen; s. ebenda Bd. 23 S. 193 ff. 1865, und in Heidenhain's Studien d. physiol. Instituts zu Breslau Heft 3 S. 71 ff. 1865.

2) W. v. Wittich, Physiologie der Aufsaugung, Lymphbildung und Assimilation in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 5 Teil 2 S. 325—343. 1881.

3) L. Ranvier, Leçons d'anatomie générale p. 223—335. Paris 1880.

4) Fr. Boll und O. Langendorff, Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1883 S. 329 ff.

5) B. Luchsinger, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 304 bis 308. 1880.

6) J. Priestley, Journ. of Physiol. vol. 1 p. 1. 1878/1879.

gehabt hat, dazu an, sie auch am Lymphherzen anzuwenden. Vielleicht gelang es mit ihrer Hülfe zu entscheiden, ob der Lymphherzmuskel bereits distinkte rhythmische Impulse von einem getrennt von ihm gelegenen Zentralorgan empfängt oder ob die Rhythmizität in ihm selbst begründet ist. Dabei war stillschweigend vorausgesetzt, dass das Lymphherz in bezug auf direkte Reizbarkeit und Refraktärzeit sich ähnlich verhalten werde wie das Blutherz. Das Vorhandensein oder die Nichtexistenz einer kompensatorischen Pause konnten dann, nach den bekannten Prinzipien von Engelmann, eine Entscheidung in dem einen oder anderen Sinne möglich machen.

Zu den Versuchen wurde neben Schildkröten und Wasserfröschen grösstenteils *Rana temporaria* benutzt. Die Aufschreibung geschah mittels einer von Herrn Thierfelder hergestellten Vorrichtung, bestehend aus einem langen, aus einem sehr dünnen steifen Halm gefertigten Fühlhebel, der durch ein nahe der Achse eingelenktes kurzes, senkrechtes, reibungslos in einer Führung gleitendes Zwischenstück auf dem freigelegten Herzen ruhte. Die Vergrösserung war etwa fünfzigfach. Die Schreibspitze bestand aus Zelloidin oder Papier. In den senkrechten Fortsatz des Hebels waren isoliert voneinander zwei dünnste Kupferdrähte eingelassen, deren Querschnitte an der Berührungsstelle mit dem Herzen freilagen. Sie dienten als Elektroden und standen durch einen Schlüssel mit dem kleinen von einer Akkumulatorenzelle gespeisten Induktorium in Verbindung; im primären Kreise befand sich ein Punktkontakt (Telegraphentaster).

Die Versuchstiere waren entweder durch Äther tief betäubt — wobei wir die bekannte Tatsache bestätigen konnten, dass trotz des Fehlens aller spinalen Reflexe die Lymphherztätigkeit kräftig fort-dauert — oder es war ihnen eine gewisse Zeit vor dem Versuche Gehirn und Kopfmark unter Vermeidung stärkeren Blutverlustes ausgebohrt worden. Der Halter, der sie fixierte, nahm zugleich das Schreibhebellager auf und konnte zugleich mit diesem mikrometrisch gegen die Registrierfläche verstellt werden.

Auf diese Weise gelang es, in vielen Fällen gute Aufzeichnungen zu gewinnen. Fig. 1 gibt eine bei grosser Zylindergeschwindigkeit erhaltene graphische Registrierung wieder. Aus ihr sind die zeitlichen Verhältnisse der Lymphherzbewegung erkennbar. Bestimmte Angaben über diese sind indessen nicht zu machen, da die Dauer der Herzphasen und der Pausen in hohem Masse von der Temperatur abhängig ist. Einige Messungen ergaben, dass unter

den von uns gewählten Bedingungen ein Lymphherzpuls (Systole + Diastole ohne die Pause) 0,28—0,50 Sek. dauerte.

Die zur Hervorrufung der Extrasystolen dienenden Reize bestanden in einzelnen Induktionsschlägen. Der dabei benutzte Strom war so schwach, dass die Öffnungsschläge auf der Zunge gerade merklich waren. Sie wurden nicht stärker gewählt, als sie sein mussten, um in den erregbaren Stadien der Herzperiode sicher zu wirken. Ein Pfeil'sches Signal (Modifikation Zimmermann) registrierte die Reize. Es wurde mit Sorgfalt darauf geachtet, dass die Schreibspitzen in ihrer Ruhelage genau übereinander standen.

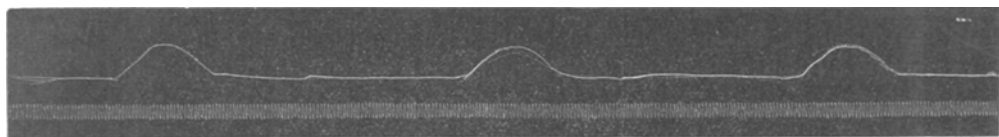


Fig. 1. Lymphherzpulse. *R. temporaria*. Chronographische Kurve = 0,01 Sek.

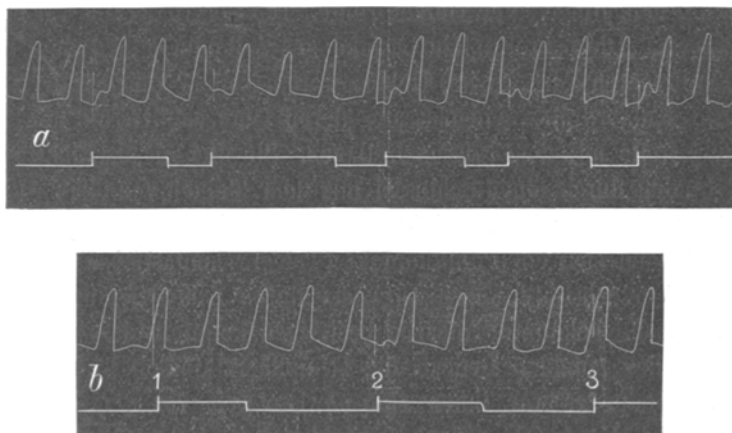


Fig. 2.

Die wesentlichsten Ergebnisse solcher Extrareizungen gehen aus den drei Reizungsreihen hervor, die ich in Fig. 2 bis 4 mitteile. Es handelte sich um drei an verschiedenen Tieren (*Rana temporaria*) angestellte Versuchsreihen. Die Geschwindigkeit der Registriertrommel war in Fig. 4 grösser als in Fig. 3, in dieser grösser als in Fig. 2. Man erkennt aus den Zeichnungen Fig. 2 und 3, dass die Extrareize (Hebung der Signalspitze) in die verschiedensten Phasen der Lymphherzperiode fielen und bald wirksam waren, bald ohne Erfolg blieben.

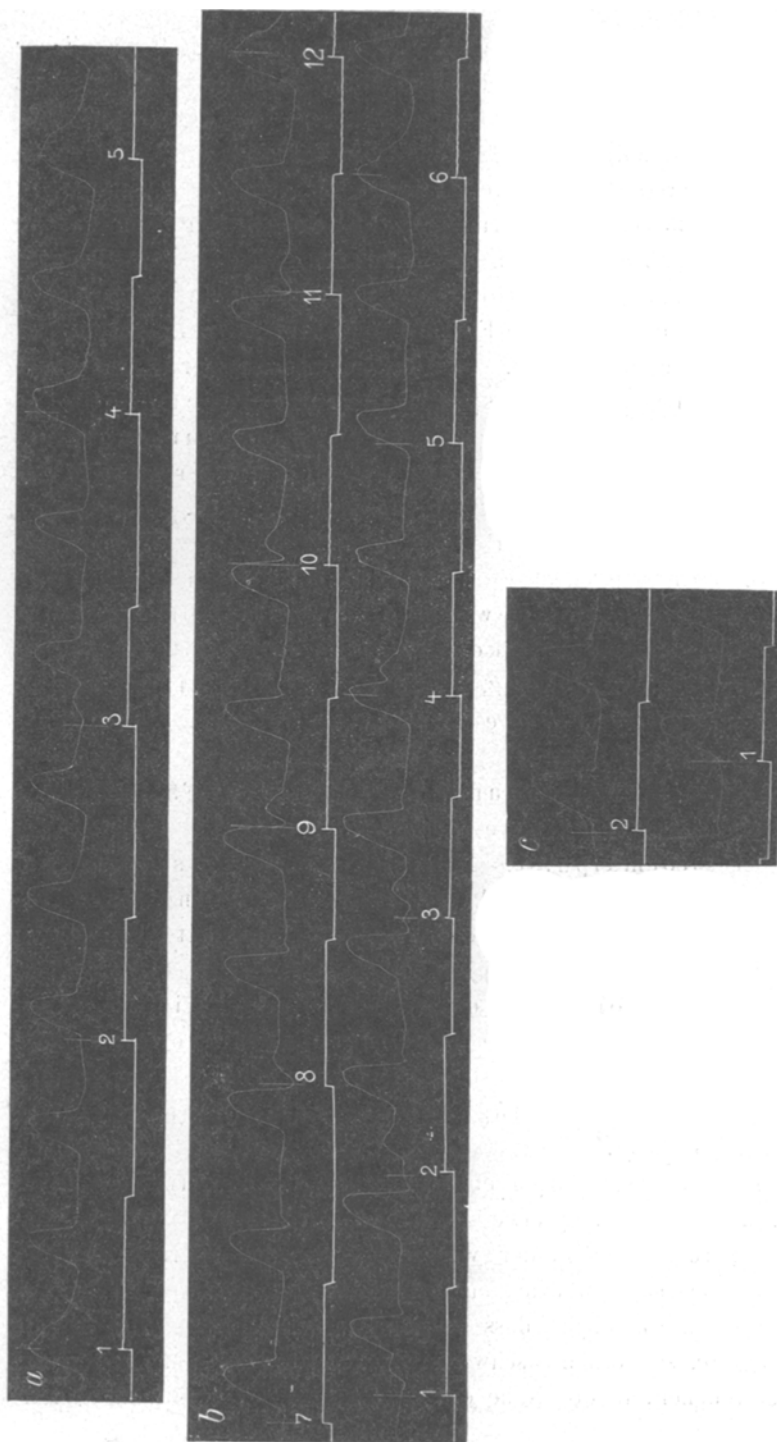


Fig. 3.

Von vornherein fällt jedem, der mit den Resultaten ähnlicher Versuche am Blutherzen vertraut ist, die wesentliche Verschiedenheit des Verhaltens der beiden Organe auf.

In folgenden Sätzen lässt sich das Verhalten des pulsierenden Lymphherzens gegen Extrareize ausdrücken:

1. Refraktär ist das Lymphherz nur gegen solche Einzelreize, die in den letzten Teil der Pause (Fig. 3a 2; Fig. 3b 7 und Fig. 3c 2) und in das allererste Stadium der Systole (Fig. 2b 1 und Fig. 3c 1) fallen. In allen übrigen Phasen ist der Extrareiz wirksam.

2. Der wirksame systolische Extrareiz hat eine oft nur sehr geringe Verbreiterung des Kurvengipfels (Fig. 2b 3, Fig. 3b 5, Fig. 3a 4) und, wenn er spät fällt, eine deutliche Verbiegung der Kurve (Fig. 3a 1 und 5; Fig. 3b 6 und 12) zur Folge.

3. Der wirksame diastolische oder in die Pause fallende Extrareiz bewirkt eine aus Systole und Diastole bestehende Zacke, die sich der Hauptkurve einfach superponiert (Fig. 2 und Fig. 3). Bei Einschaltung mehrerer Extrareize können mehrfache Superpositionen stattfinden.

4. Die Extrazuckungen sind in allen Fällen, auch wenn sie mitten in die Pause hineinfallen, viel kleiner als die Normalpulse. Ihre Grösse kann schwanken, doch ist eine Gesetzmässigkeit, wie sie in dieser Beziehung beim Blutherzen besteht, nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

5. Eine kompensatorische Pause ist niemals vorhanden; sie fehlt auch bei Einschaltung von zwei und mehr Extrapulsen. Der Rhythmus der Hauptpulse wird durch die Einfügung von Extrapulsen in keiner Weise gestört.

Diese Sätze bedürfen einiger erläuternder Bemerkungen. Was zunächst die Extrapulse angeht, so ist hier vor allem ein Einwand zurückzuweisen, der wegen des von den Extrasystolen des Blutherzens so abweichenden Verhaltens gemacht werden könnte, der Einwand nämlich, dass es sich gar nicht um künstlich erregte Extrapulse, sondern um schwache Zuckungen eines von der Reizung mitbetroffenen, in der Nähe des Lymphherzens befindlichen Skelett-

muskels handeln könnte, die sich den Lymphherzschlägen superponierten. In der Tat sind wir ja bei diesen Versuchen nicht in der Lage, am isolierten, aus seiner Umgebung herausgelösten Organ experimentieren zu können. Jedoch lässt sich jener Einwand durch folgende Überlegungen zurückweisen:

a) Erstens ergibt bei der gewählten Stärke der Induktionsschläge, die zur Erzielung von Extrapulsen gerade ausreichte, aber auch bei noch grösseren Stromstärken die genaueste Betrachtung der Reizstelle und ihrer Umgebung nichts, was auf ausserhalb des Lymphherzens stattfindende Bewegungen bezogen werden könnte.

b) Bei erheblicher Verstärkung des Stromes lassen sich trotz der Kleinheit der intrapolaren Strecke Zuckungen benachbarter Muskeln hervorrufen. Sie laufen indessen, wie direkt auf sie gerichtete graphische Versuche gezeigt haben, weit schneller ab wie die Extrapulse und würden bei der zumeist gewählten geringen Geschwindigkeit der Registrierfläche als einfache Vertikallinien oder als Kurven mit äusserst geringer Spannweite ihrer Schenkel erscheinen müssen. Bei grösserer Trommelgeschwindigkeit wurden Messungen gemacht, indem einmal durch schwache Stromstärken Extrasystolen, dann bei wesentlicher Verstärkung der Induktionsschläge schwächste Skelettmuskelzuckungen erregt wurden. Dabei ergab sich, dass in der Tat die ersteren eine weit grössere, der Dauer der Normalpulse sich nähernde Zeit in Anspruch nahmen als die letzteren. Die folgende Tabelle teilt solche in vier verschiedenen Versuchen erzielte Messungen mit; im zweiten dieser Versuche sind zweimal (!) Skelettmuskelzuckungen erzeugt und gemessen worden.

I. Dauer eines Normalpulses (ohne Pause)		0,46 Sekunden,	
"	"	0,42	"
"	Extrapulses	0,29	"
"	"	0,30	"
II.	"	0,23	"
"	einer Muskelzuckung	0,11	" (!)
"	eines Extrapulses	0,28	"
"	einer Muskelzuckung	0,105	" (!)
III.	eines Normalpulses	0,315	"
"	"	0,305	"
"	Extrapulses	0,28	"
"	Normalpulses	0,29	"
"	"	0,30	"

	Dauer eines Normalpulses	0,31	Sekunden
	" " Extrapulses	0,31	"
	" " Normalpulses	0,33	"
	" " "	0,33	"
	" " Extrapulses	0,27	"
	" " "	0,28	"
IV.	" " "	0,27	"
	" " "	0,33	"

Zu den Messungen wurden natürlich nur solche Extrapulse gewählt, die in die Pause fielen und sich genügend scharf von der Abszisse abheben. (Vgl. dazu Fig. 4 bei *e*.)

c) Die Latenzzeit der Extrapulse ist viel zu gross, als sie es bei einer Skelettmuskelzuckung hätte sein können. Messungen haben wir in dieser Beziehung nicht angestellt; doch geht die grosse, übrigens vermutlich wechselnde Dauer der Latenzzeit aus den Reizmarken hervor.

d) Die schlagendste Widerlegung aber erfährt jener Einwand durch die Tatsachen, dass Induktionsschläge gleicher Stärke je nach der Phase der Lymphherzbewegung wirksam oder unwirksam sein können. Kämen Sonderzuckungen fremder Muskeln in Betracht, so wäre es unverständlich, dass sie in der ersten Zeit der Systole und in einem kurzen, ihr vorangehenden Zeitraume nicht eintreten, in allen übrigen Stadien aber erscheinen sollen. Auch die Annahme lässt sich widerlegen, dass die Unwirksamkeit in jenen Stadien, besonders im letzten Teil der Pause, darauf beruhen möchte, dass die Elektroden hier weniger fest auf ihrer Unterlage aufliegen als in den anderen Phasen; denn in anderen Teilen der Pause ist der Reiz ja wirksam.

Die pulsatorische Natur der künstlich herbeigeführten Extrakontraktionen scheint mir durch diese Betrachtungen völlig erwiesen zu sein.

In betreff der Grösse der Extrapulse ist bemerkt worden, dass sie immer viel kleiner sind als die Normalpulse. Dies gilt nicht nur für den Fall der Superposition auf die Normalkurve, sondern auch dann, wenn sie mitten in die Pause hineinfallen. Dieses Verhalten hat möglicherweise seinen Grund darin, dass der Extrareiz — anders wie beim Blutherzen — nicht imstande ist, den ganzen Lymphherzmuskel zur Kontraktion zu bringen, sondern nur den direkt betroffenen Teil desselben. Doch bedarf diese Ver-



mutung noch weiterer Untersuchungen an grösseren Lymphherzen als die uns zu Gebote stehenden des Frosches und der Schildkröte.

Die Grösse der Extrapulse ist zweifellos nicht immer dieselbe. Ob aber hier eine Gesetzlichkeit besteht wie beim Blutherzen, wo je nach der grösseren oder geringeren Annäherung an die Hauptsystole die Grösse der Extrasystole verschieden ist, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen. Doch erscheint mir ein ähnliches Verhalten nicht unwahrscheinlich. Man vergleiche z. B. Fig. 3b, wo wenigstens die Extrapulse, die in die Pausen fallen, zweifellos grösser sind als die systolischen und diastolischen.

Der bemerkenswerteste Unterschied des Lymphherzens und des Blutherzens ist das Fehlen der kompensatorischen Pause bei dem ersteren. Geht auch dieses Fehlen bereits aus der einfachen Betrachtung der Aufzeichnungen hervor, so haben wir doch nicht versäumt, Messungen anzustellen, die mit aller Sicherheit beweisen, dass durch die Einschaltung von Extrasystolen die Pulsfolge in keiner Weise, auch nicht vorübergehend, gestört wird.

Die Messungen wurden (mit Hilfe eines in meinem Institute gebräuchlichen Kurvenanalysators) so angestellt, dass entweder die Abstände einer Anzahl von Systolengipfeln — mit und ohne Einschaltung von Extrapulsen — oder die Abstände der Fusspunkte der Systolen ermittelt wurden. Perioden, in denen eine Extrasystole eingeschaltet war, sind durch das Zeichen \*, die Einschaltung von zwei oder drei Extrapulsen durch \*\* und \*\*\* gekennzeichnet.

#### Dauer der Einzelperioden in Sekunden.

I. Fusspunktmessung.		II. Fusspunktmessung.	
1.	6,1 Sek.	1.	5,65 Sek.
2.	5,9 "	2	5,85 "
3.*	6,5 "	3.*	6,2 "
4.	6,55 "	4.*	6,0 "
5.*	6,45 "	5.**	4,8 "
6.	6,4 "	6.	6,1 "
7.*	6,05 "	7.	6,1 "
		8.***	5,5 "

Fig. 4. Bei  $e$  ein Extrapuls. Chronographische Kurve = 0,01 Sekunde.

## III. Gipfelmessung.

1.	6,75	Sek.
2.*	6,5	"
3.	6,3	"
4.*	6,6	"
5.	6,25	"
6.*	6,4	"
7.	6,45	"
8.	6,2	"
9.	6,1	"
10.*	6,3	"
11.	6,15	"
12.	6,25	"

## IV. Gipfelmessung.

1.	6,4	Sek.
2.	6,5	"
3.*	6,4	"
4.	5,85	"
5.*	6,0	"
6.	5,65	"
7.*	6,2	"
8.	6,35	"
9.*	6,25	"
10.	6,1	"
11.*	5,05	"
12.	6,4	"

Unter den graphischen Beispielen, die oben mitgeteilt wurden, kommt das Fehlen der kompensatorischen Pause besonders überzeugend in Fig. 4 zur Anschauung, wo  $e$  einen in die Pause zwischen zwei Normalpulsen eingeschalteten Extrapuls bedeutet.

Die Tatsache, dass die Schlagfolge des Lymphherzens durch Einschaltung eines Extrapulses keinerlei Störung erfährt, dass insbesondere auch die beim Blutherzen nach wirksamen Extrareizen stets zu beobachtende kompensatorische Pause fehlt, bedarf der Erklärung.

Zunächst könnte man — anknüpfend an eine oben gemachte Bemerkung — daran denken, dass der vielleicht nur lokal wirkende Extrareiz auch nur eine auf einen kleinen Teil des Lymphherzmuskels sich erstreckende und daher im Gesamtbilde gar nicht zum Ausdruck kommende Pause veranlassen könnte. Wäre dies der Fall, so müsste diese lokale Pause bei einfacher oder mehrfacher Wiederholung des Reizes innerhalb derselben Pulsperiode, also bei schnell hintereinanderfolgenden Sonderreizungen, zum Vorschein kommen. Auch dies ist, wie bereits erwähnt wurde, nicht der Fall. Fig. 5 gibt einen Versuch mit Doppelreizung wieder. Die hieraus ersichtliche mehrfache Superposition der Systolen zeigt, dass auch hier von einer Pause nicht die Rede sein kann.

Das Fehlen der kompensatorischen Pausen ist dagegen vermutlich in Beziehung zu bringen zu der von uns festgestellten Kürze der Refraktärzeit, d. h. der relativen Kleinheit des Zeitraumes, innerhalb dessen sonst wirksame Reize unwirksam sind. Dass dieser Umstand auch beim Blutherzen den Fortfall der Pause verursachen kann, haben Engelmann<sup>1)</sup> und jüngst auch Trendelenburg<sup>2)</sup> gezeigt. Nehmen wir an, dass der Lymphherzmuskel in gewissen Zeitabständen von einzelnen Impulsen betroffen wird, so werden diese, wenn sie nur distant genug sind und wenn der Muskel, wie es der Fall ist, nur während eines sehr kleinen Bruchteiles der Schlagperiode sich in unerregbarem Zustande befindet, jedesmal wirksam sein müssen, der normale Rhythmus also auch durch Einschaltung von Extrapulsen, deren Refraktärzeiten bei den hier bestehenden Verhältnissen geradezu von verschwindender Grösse sein müssen, in keiner merklichen Weise gestört werden.

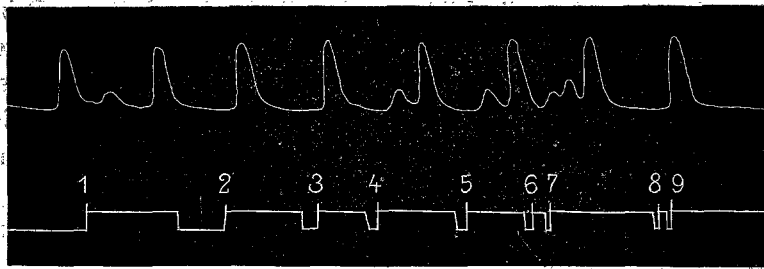


Fig. 5. Originalkurve auf das Doppelte photographisch vergrößert.

Der Lymphherzmuskel würde sich danach etwa in derselben Lage befinden wie ein Skelettmuskel, der in Abständen von einzelnen Sekunden einen Induktionsschlag erhält und eine Zuckung ausführt und dem zwischendurch schwächere Extrareize erteilt werden. Obwohl auch er der Refraktärperiode nicht ganz ermangelt, werden die hervorgerufenen Extrazuckungen kaum jemals imstande sein, den Hauptrhythmus zu stören. Wenn dies beim Blutherzen der Fall ist, so ist dies nur durch die relative Grösse der unerregbaren Periode begründet, die nicht nur bei den Normalpulsen, sondern auch bei eingeschalteten Sonderpulsen einen erheblichen Teil einer jeden Schlagperiode in Anspruch zu nehmen pflegt.

1) Th. W. Engelmann, *Myogene Theorie und Innervation des Herzens*. Deutsche Klinik 1903. Sonderabdruck S. 242.

2) W. Trendelenburg, *Arch. f. (Anat. u.) Physiol.* 1903 S. 311 ff.

Diese Erklärung der beobachteten Erscheinungen<sup>]</sup> fusst auf der Annahme, dass nicht im Lymphherzmuskel selbst oder in den in ihm gelegenen nervösen Gebilden der Ursprung der Einzelimpulse, von denen er betroffen wird, zu suchen ist, sondern dass er durch ausserhalb entstandene Einzelreize rhythmisch erregt wird — sei es nun, dass diese vom Rückenmark ausgehen (Volkman n),<sup>1)</sup> sei es, dass sie ihre Quelle in einem, dem Lymphherzen nahegelegenen nervösen Zentrum haben (Waldeyer), dass also, um beim Vergleich mit dem Blutherzen zu bleiben und die für dieses gültigen Prinzipien von Engelmann anzuwenden, sich das Lymphherz in bezug auf seinen Bewegungsmodus nicht verhält wie der Venensinus, der die Reize erzeugt, sondern wie der Ventrikel des Froschherzens, der sozusagen fertige Einzelreize empfängt.

Diese Annahme erscheint sehr wahrscheinlich deshalb, weil, wenn das Lymphherz autochthon die Reize bildete, es nicht recht verständlich wäre, dass die Bildung oder die Wirksamkeit der Reize durch eingeschaltete Sonderpulse in keiner Weise beeinflusst wird. Wenigstens sehen wir an solchen Gebilden, die als Sitz einer autochthonen Automatie aufzufassen sind (Venensinus des Froschherzens, sinusloses Frosch- oder Warmblüterherz), dass hier zwar keine kompensatorische Ruhepausen (im Sinne Engelmann's), doch aber mehr oder minder beträchtliche Störungen des Rhythmus durch Einschaltung von Extrapulsen veranlasst werden.

Wenn nun ausserhalb des Lymphherzens gelegene Gebilde die Antriebe zu seiner Tätigkeit erzeugen und aussenden, so können dies nur nervöse Gebilde sein. Die vorliegende Untersuchung führt somit ebenso wie meine frühere zu der Folgerung, dass die Lymphherzautomatie eine neurogene Automatie sei.

---