

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Freiburg i. B.)

## Die Bahnung der Erregung<sup>1)</sup>.

Von

**Emil v. Skramlik**, Freiburg i. B.

Assistent am physiologischen Institut.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 30. Oktober 1919.)

Bei Untersuchungen über das Verhältnis recht- und rückläufiger Erregungsleitung im Herzen bin ich auf eine Erscheinung gestoßen, deren Bedeutung überwiegend nach anderer Seite hin liegt und die daher wohl eine besondere Mitteilung verdient. Sie besteht in folgendem: An Froschherzen, die durch eine erste Stannius-Ligatur stillgestellt sind, kann man unter Umständen, die unten noch etwas genauer besprochen werden sollen, einen Zustand beobachten, bei dem zwischen zwei Herzabteilungen, insbesondere zwischen Vorhof und Kammer, die rechtläufige Leitung in normaler Weise stattfindet, die rückläufige dagegen in eigenartiger Weise zwar nicht gänzlich aufgehoben, aber doch beschränkt oder behindert ist. Reizt man den Vorhof, so zieht sich jedesmal erst dieser, dann nach der gewöhnlichen Zwischenzeit die Kammer zusammen. Reizt man die Kammer, so kontrahiert sich im allgemeinen diese, ohne daß die Erregung auf den Vorhof übergreift: dieser bleibt in vollkommener Ruhe. Die Sperrung der rückläufigen Leitung ist nun aber, wie gesagt, keine absolute. Man beobachtet sie, wenn das Herz einige Zeit keine Reize erhalten und in Ruhe verharret hat; man kann dann die Kammerreizungen beliebig oft mit immer dem gleichen Erfolg einer auf die Kammer beschränkten Erregung wiederholen. Wenn man aber nun ein- oder einmal den Vorhof reizt, so daß die Verbindungsbahnen beider Teile in der normalen Richtung von der Erregung durchlaufen werden, so erhält man bei Reizung der Kammer auch Tätigkeit des Vorhofs.

Der rückläufige Durchgang wird also durch die vorangehende rechtläufige Erregung ermöglicht; die betreffenden Verbindungen werden durch eine Durchlaufung im normalen für eine solche im verkehrten Sinne gebahnt.

Die drei beigelegten Abbildungen lassen das Vorgebrachte leicht erkennen.

<sup>1)</sup> Vgl. v. Skramlik, Emil, Beobachtungen am Kaltblüterherzen. Zentrabl. f. Physiol. 28, 717. 1914.

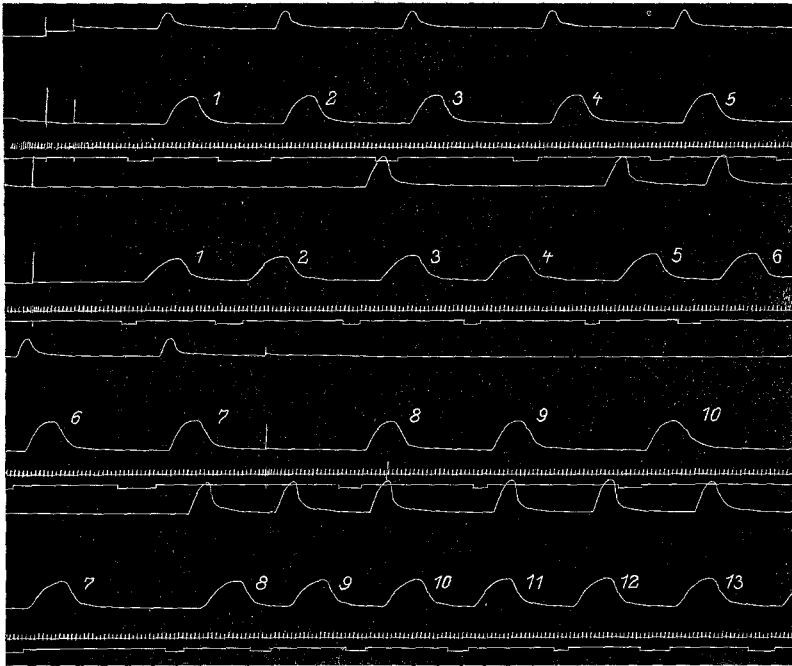


Abb. 1. Originalaufnahme. Bahnung der Erregung an der Vorhofkammergrenze.

Versuch 28 vom 23. XII. 1913.

Registrierung: Oben Vorhof, unten Kammer, Zeit in  $\frac{1}{4}$  Sek., Markierung des Reizmomentes durch ein Pfeilsches Signal. 1. Zeile: 1–5 Reiz Vorhof, Kammer folgt nach; 10' Pause. 2. Zeile: 1, 2 Reiz Kammer, die Erregung geht rückläufig nicht auf den Vorhof über; 3 Reiz Vorhof, Kammer folgt nach; 4 Reiz Kammer, Vorhof wird nicht erregt; 5, 6 Reiz Vorhof wirksam. 10' Pause. 3. Zeile: 6, 7 Reiz Vorhof wirksam; 8–10 Reiz Kammer unwirksam. 4. Zeile: 7 Reiz Kammer unwirksam; 8–10 Reiz Vorhof wirksam; 11–13 Reiz Kammer wirksam. Hier führen 3 normale Erregungen die Bahnung für den Durchgang im rückläufigen Sinne herbei.

Bei diesem Phänomen machen sich gewisse quantitative Beziehungen bemerkbar. Je länger das Herz stillgestanden hat, um so mehr rechtläufige Erregungen sind erforderlich, um die rückläufige Leitung zu ermöglichen. Genügen also nach einem Stillstand von 10' zwei Vorhofsreize, so werden nach einem solchen von 30' vier oder noch mehr erforderlich sein, um die Rückleitung in Gang zu bringen.

Weiter ist zu beachten, daß die Bahnung, wenn sie einmal hergestellt ist, auch durch die verkehrt laufende Erregung unterhalten werden kann. Hat man also durch einige Vorhofsreizungen es dahin gebracht, daß die Kammerreizung auch auf den Vorhof übergeht, so kann man nun die Reizung der Kammer beliebig oft mit dem gleichen Erfolge wiederholen, vorausgesetzt natürlich, daß diese in nicht zu großem Intervall aufeinander folgen.

Ich habe die beschriebene Erscheinung in erster Linie für die Leitung zwischen Vorhof und Kammer, dann aber in durchaus über-

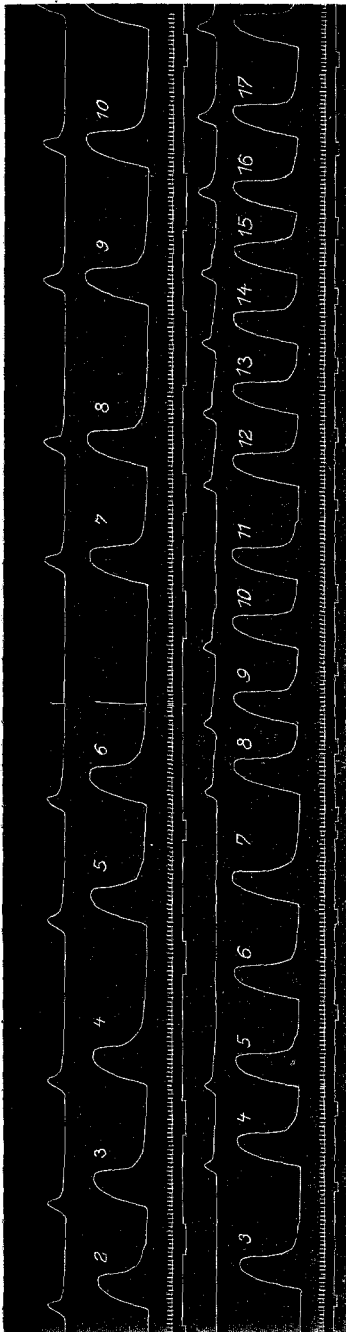


Abb. 2. Originalaufnahme. Bahnung der Erregung an der Vorhofkammergrenze. Versuch 29 vom 23. XII. 1913. Registrierung wie bei Abb. 1. 1. Zeile: 2—6 Reiz Vorhof geht auf die Kammer über; 7—10 Reiz Kammer geht auf den Vorhof über; nun Vornahme der ungleichen Temperierung. 2. Zeile: 3 Reiz Kammer unwirksam; 4, 5 Reiz Vorhof wirksam; 6, 7 Reiz Kammer unwirksam; 8—10 Reiz Vorhof wirksam; 11 Reiz Kammer unwirksam; 12—15 Reiz Vorhof wirksam; 16, 17 Reiz Kammer wirksam. Hier führen erst vier normale Erregungsdurchgänge die Bahnung der Erregung herbei.

einstimmender Weise auch zwischen Kammer und Bulbus beobachtet. Dagegen habe ich etwas Analoges für die Leitung innerhalb eines Herzteiles, namentlich innerhalb der Kammermuskulatur nicht wahrnehmen können.

Über die Bedingungen, unter denen der erwähnte Zustand eintritt, möchte ich hier folgendes sagen. Man kann ihn für die Vorhofkammergrenze willkürlich und mit ziemlicher Sicherheit herbeiführen, und zwar durch örtlich ungleiche Temperierung des Herzens. Man muß nämlich die dorsalen Teile der Vorhofkammergrenze ziemlich hoch, auf etwa  $40^{\circ}\text{C}$  erwärmen, während die übrigen Teile auf Zimmertemperatur gehalten werden. Ohne Zweifel werden hierdurch wohl örtliche Schädigungen des Gewebes herbeigeführt.

An der Kammer-Bulbus-Grenze tritt es in späteren Stadien des Absterbens meist auch ohne weitere Vorbereitungen, einfach nach Verstreichen einer längeren Ruhepause auf.

Die hier beschriebene Erscheinung besitzt offenbar eine gewisse Ähnlichkeit mit dem bekannten Phänomen der Treppe. Man könnte etwa sagen, wie bei diesem eine Vermehrung der Kontraktionsgröße durch die Tätigkeit selbst bewirkt wird, so

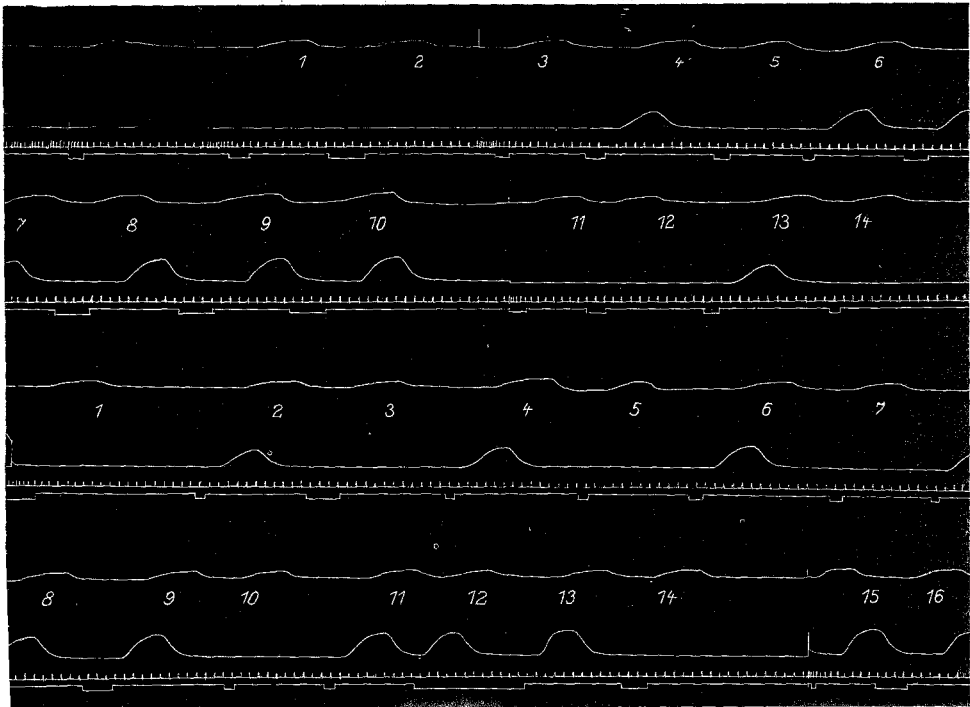


Abb. 3. Originalaufnahme. Bahnung der Erregung an der Kammerbulbusgrenze.  
Versuch 40 vom 20. VI. 1914.

Registrierung: Oben Bulbus, unten Kammer; Zeit in  $\frac{1}{2}$  Sek. Markierung des Reizmomentes  
1. Zeile: 1, 2, 3 Reiz Bulbus, es folgt keine Kammerkontraktion; 4 Reiz Kammer wirksam; 5 Reiz Bulbus unwirksam; 6 Reiz Kammer wirksam, unmittelbar anschließend 2. Zeile: 7 Reiz Kammer wirksam (die Verbindungsbündel zwischen Kammer und Bulbus wurden also von zwei normalen Erregungen passiert); 8, 9, 10 Reiz Bulbus wirksam. Bei dem Strich Pause von 10'; 11, 12 Reiz Bulbus unwirksam; 13 Reiz Kammer wirksam; 14 Reiz Bulbus unwirksam. 30' Pause. 3. Zeile: 1 Reiz Bulbus unwirksam; 2 Reiz Kammer wirksam; 3 Reiz Bulbus unwirksam; 4 Reiz Kammer wirksam; 5 Reiz Bulbus unwirksam; 6 Reiz Kammer wirksam; 7 Reiz Bulbus unwirksam. 4. Zeile: 9 Reiz Kammer wirksam; 10 Reiz Bulbus unwirksam; 11–13 Reiz Kammer wirksam; 14 Reiz Bulbus unwirksam, beim Strich 4 wirksame Kammerreize; 15, 16 Reiz Bulbus wirksam. Zeile 1 und 2 lehren, daß beim ersten Auftreten der Bahnung der Erregung zwei normale Erregungsdurchgänge von der Kammer auf den Bulbus genügen, während nach 30' Pause vier Erregungen dazu erforderlich sind, wie aus den Zeilen 3 und 4 hervorgeht. Zeile 3 ist auch ein Beweis dafür, daß die normalen Erregungen in einem bestimmten kurzen Intervall aufeinander folgen müssen. Selbst ein gehäuftes Reizen der Kammer in einem Intervall von ca. 5" reicht also dazu nicht aus.

trete hier durch die Tätigkeit eine gesteigerte „Anspruchsfähigkeit“ ein. Und man könnte daran denken, beide Tatsachen unter die allgemeine Regel zusammenzufassen, daß überhaupt durch die Tätigkeit eine Steigerung der Funktionsfähigkeit herbeigeführt werde. Indessen genügen die zur Zeit bekannten Tatsachen wohl nicht, um eine solche allgemeine Regel präzise zu formulieren und mit Sicherheit zu erweisen. Schon bei den von

Bowditch<sup>1)</sup> seinerzeit beschriebenen Tatsachen ist es mindestens fraglich, ob wirklich, wie ursprünglich angenommen wurde, die Kontraktion des einzelnen Muskelements zunimmt oder nicht vielmehr eine wachsende Zahl von Elementen in Tätigkeit kommt. Ebenso muß bei meinen Beobachtungen dahin gestellt bleiben, ob der durch die Vorhofreizungen herbeigeführte Erfolg schlechtweg als eine erhöhte Anspruchsfähigkeit der Übergangsgebilde bezeichnet werden darf, oder ob gerade das Verhältnis recht- und rückläufiger Leitung dabei eine besondere Bedeutung besitzt. Aus diesen Gründen ist es wohl vorderhand geboten, die sichergestellten Tatsachengruppen streng zu unterscheiden und auch ihre Auseinanderhaltung durch besondere Benennungen zu sichern. Im Hinblick hierauf möchte ich an dem für die obige Erscheinung zunächst gewählten Namen der Erregungsbahnung festhalten.

Als ein sehr einfaches, aber nicht unwichtiges Ergebnis möchte ich schließlich noch folgendes hervorheben. Wie mir scheint, lehren die angeführten Beobachtungen unzweideutig, daß wenigstens in diesen Fällen die recht- und rückläufige Leitung in denselben Gebilden stattfindet. Denn daß die verkehrte Leitungsfähigkeit eines Gebildes hervorgerufen oder begünstigt wird, wenn es selbst rechtläufig erregt wird, das erscheint, wenn auch keineswegs selbstverständlich, doch nicht gerade überraschend oder befremdlich, daß dagegen die funktionelle Beschaffenheit eines Gebildes dadurch geändert werden sollte, daß Erregungsvorgänge in irgendwelchen anderen benachbarten Teilen ablaufen, erscheint kaum glaublich.

---

<sup>1)</sup> Bowditch, H. P., Über die Eigentümlichkeiten der Reizbarkeit, welche die Muskelfasern des Herzens zeigen. Berichte d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1871.