

## Werk

**Titel:** Einiges aus der Physiologie des sympathischen Nervensystems

**Autor:** Bing, Robert

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1906

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0021](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021) | LOG\_0249

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

21. Juni 1906.

Nr. 25.

## Einiges aus der Physiologie des sympathischen Nervensystems.

Von Dr. Robert Bing (Basel).

(Fortsetzung.)

Die große Mehrzahl solcher sympathischer Nerven bildet keine wohlcharakterisierten, auf größere Strecken hin verfolgbaren Stämme, sondern geht alsbald in Geflechte auf, die in der Regel der Bahn der Blutgefäße folgen. Einen längeren Weg legen nur wenige sympathische Nerven zurück; so ziehen aus dem Halsteile des Grenzstranges die Herznerven (Nervi cardiaci), aus dem mittleren und unteren Brustteile die Eingeweidennerven (Nervi splanchnici) nach den von ihnen versorgten Organen hin. Erst in unmittelbarer Nähe derselben findet ihr Übergang in Geflechte statt, in das Herz- und in das Bauchhöhlengleiche (Plexus cardiacus und coeliacus), welche sich durch die Einlagerung von Ganglien als zum kollateralen Gangliensystem zugehörig dokumentieren. Eine weitere Komplikation der Verhältnisse resultiert sowohl für den Plexus cardiacus als für den Plexus coeliacus daraus, daß in ihnen nochmals dem sympathischen Nervensysteme ein Zuzug aus dem cerebrospinalen zuteil wird; und zwar sind es die Fasern eines Gehirnnerven, des durch seine Länge und seinen eigenartigen Verlauf ausgezeichneten Vagus, welche zu den beiden erwähnten Geflechten in Beziehung treten.

Aus dem Plexus cardiacus gehen direkte Zweige zu der Wand der Vorhöfe, während engmaschige Netze mit den Kranzarterien sich über die Herzkammern verbreiten: hier wie dort findet aber eine fernere Einlagerung von Ganglienzellen in den Verlauf der sympathischen Bahn statt, und zwar handelt es sich hier um kollaterale Zellanhäufungen in der Wand des Organes selbst, um die sog. intracardialen Herzzentren; je nach der Lokalisation sondert man diese in verschiedene Ganglien (nach den Entdeckern das Ludwigsche, Biddersche, Remaksche genannt). Vom mächtigen, gangliendurchsetzten Plexus coeliacus gehen massenhafte Verbindungen nach dem Darne, der Leber, der Bauchspeicheldrüse, den Nieren und Nebennieren, der Milz. Auch in diesem Territorium begegnen wir nochmaligen Ganglieneinschaltungen in die Nervenbahn, zum Teil noch kurz vor deren Endausbreitung, d. h. in der Wand der innervierten Organe: am bemerkenswertesten sind die zwischen den einzelnen

Schichten des Darmkanals ausgebreiteten, an der Bildung der sog. Meissnerschen und Auerbachschen Geflechte teilnehmenden; beträchtliche sympathische Ganglienzellmassen finden sich auch in der Nebenniere, deren Marksubstanz sie im wesentlichen konstituieren. Nach abwärts, in den Beckenraum hinein, erstrecken sich weitere, netzförmige Ausläufer des Plexus coeliacus, in der Regel an die Blutgefäße eng angeschlossen und reichen Zuzug aus dem unteren Grenzstrange erhaltend. Gewisse Abschnitte treten besonders deutlich als funktionell bedeutungsvoll in die Erscheinung, indem sie als dichte Geflechte die einzelnen Beckenorgane umspinnen: die Blase, die Harnleiter, die Harnröhre, die verschiedenen Teile des Geschlechtsapparates, den Mastdarm. Der Uterus, ein Hohlmuskel wie das Herz, ist, wie das Herz, mit in seine Wand eingelagerten Ganglienzellmassen versehen. Solche finden sich auch am Eingange des Magens vor, dessen sympathische Geflechte nach dem Bauch- und nach dem Halsgrenzstrange hin Verbindungen haben. Diese spärlichen Angaben mögen genügen, um von der Verbreitungsweise des vegetativen Nervensystems einen Begriff zu geben, wie er für das Verständnis seiner Physiologie unumgänglich notwendig ist.

Nachdem wir gesehen, wie massenhaft die Brücken sind, die sich vom Zentralnervensystem zu den sympathischen Ganglien und Geflechten hinüberschlagen, wird es uns natürlich in erster Linie interessieren, zu erfahren, ob und wie diese letzteren nach Abbruch jener Verbindungen noch funktionsfähig sind. Eine strikte Beantwortung dieser Frage würde die Durchtrennung aller Kommunikationen zwischen cerebrospinalen und autonomem Nervensystem erfordern, die aber eine operative Unmöglichkeit darstellt. So müssen wir uns denn mit den (immerhin außerordentlich wertvollen) Aufschlüssen bescheiden, welche uns die berühmten Versuche von Goltz und Ewald geliefert haben. Diese Physiologen konnten Hunde am Leben erhalten und beobachten, denen sie den weitaus größten Teil des Rückenmarkes (vom unteren Hals- oder oberen Brustteil abwärts) entfernt hatten; in den hinteren Körperregionen dieser Tiere mußten somit alle vom willkürlichen Nervensystem übernommenen Funktionen aufgehoben, der Sympathicus ganz auf sich angewiesen sein. Und das Maß von Autonomie, das er dabei offenbarte, übertraf alle Erwartungen.

Nachdem nämlich die unmittelbar an die Operation sich anschließenden Störungen sich allmählich ausgeglichen hatten, zeigten die Tiere folgende Erscheinungen: Sämtliche willkürliche Muskeln verfielen der Entartung, nur der Afterschließmuskel blieb bis zum Tode der Versuchstiere vollkommen leistungsfähig. Die Verdauungsvorgänge verliefen in genau derselben Weise wie bei normalen Hunden; ebenso die Urinabsonderung und -entleerung. Ja, eine trüchtige Hündin brachte sogar fünf Junge in korrekter Weise zur Welt und konnte das eine, das ihr gelassen wurde, mit vollkommen normal zusammengesetzter Milch ernähren, so daß es ausgezeichnet gedieh. Dagegen konnte keine deutliche Schweißabsonderung festgestellt werden. Auch die Fähigkeit der Blutgefäße des Hinterkörpers, sich auf gewisse, örtlich applizierte Reize hin (z. B. Hitze, Kälte) zu erweitern oder zu kontrahieren, stellte sich wieder her, nachdem sie in unmittelbarem Anschluß an den schweren operativen Eingriff zuerst gelitten. Dagegen gelang es nicht, durch solche lokalen Reize Wirkungen auf größere Distanzen hin zu erzielen, z. B. auf Gefäße einer anderen Körperregion oder auf die Darm- und Harnblasenbewegung. Die Wärmeregulation geschah mit genügender Präzision, vorausgesetzt, daß man die Hunde nicht zu stark abkühlte. Auch der Haarwechsel ging richtig vor sich, nur war er an der vorderen Körperhälfte früher beendet als hinten. Wo der Zusammenhang mit den nervösen Zentralorganen aufgehoben war, bekamen die Knochen eine eigentümlich morsche Beschaffenheit.

Aus diesen und ähnlichen Versuchen erhellt es, bis zu welch hohem Grade die vegetativen Einrichtungen unseres Organismus von der Integrität der Verbindungen zwischen zentralem und sympathischem Nervensystem unabhängig sind, oder besser: wie sehr sie sich unter Umständen vom cerebrospinalen Einflusse zu emanzipieren vermögen. Immerhin müssen wir uns nicht verhehlen, daß auch bei den Goltz-Ewaldschen Versuchstieren auf dem Umwege über den Gehirnnerven Vagus, dessen Anastomosen mit dem Bauchsympathicus wir absichtlich scharf hervorgehoben haben, ein Teil der cerebrospinalen Erregungen in die vegetativen Nervengeflechte des Rückenmarkberaubten Körperabschnittes gelangen konnte — allerdings (wenn wir die Zahl der Achsenzylinder als Maß der zugeleiteten Reize nehmen) nur ein verschwindend kleiner Teil. Auch durch einen zweiten Faktor wird die Bedeutung, welche die erwähnten Experimente dem Sympathicus zuzuweisen scheinen, eingeschränkt. Die Forschung der jüngsten Zeit hat nämlich konstatieren können, daß einem Teile der vom Sympathicus versorgten Apparate ein gewisser Automatismus zukommt.

Unter Automatismus verstehen wir die ohne Einfluß des Nervensystems durch Stoffwechselprodukte selbsttätig hervorgebrachte Reizung eines Organes oder Apparates. Ein einfaches Beispiel aus der individuellen Erfahrung mag diesen Vorgang veran-

schaulichen. Versucht man, den Atem möglichst lange zurückzuhalten, so wird es eine Zeitlang gelingen, dann aber kommt ein Moment, wo es der stärksten Willensanstrengung unmöglich ist, die nun erfolgende Inspiration zu überwinden: die sich durch den Atemstillstand im Blute ansammelnden Zersetzungsprodukte, vor allem die Kohlensäure, bedingen die starke Erregung des Atmungszentrums im verlängerten Marke, welche die willkürliche Hemmung zu durchbrechen vermag. Auch für die normale Erregung des Atemzentrums spielt die automatische Reizung durch Stoffwechselprodukte eine wichtige Rolle; durch sie kommt, unabhängig von unserem Willen, ja von unserem Bewußtsein, der Rhythmus und die Ausgiebigkeit unserer Atembewegungen zustande. Muskelarbeit steigert die Zersetzungs Vorgänge im Organismus — infolgedessen auch den Atemrhythmus und die Atemgröße.

In dem soeben vorgetragenen einfachen und anschaulichen Beispiele handelt es sich um eine automatische Erregung eines Teiles des Zentralnervensystemes. Das eigentliche Paradigma für rhythmisch-automatische Tätigkeit, das Herz, liegt aber im Bereiche des Sympathicus (siehe oben: Rami cardiaci, Plexus cardiacus, intracardiale Zentren), wenn auch durch den Vagus (dessen Reizung den Herzschlag verlangsamt) das Gehirn in regulierender und modifizierender Weise mitredet. Hier lag die Annahme nahe und war früher die allgemeine, daß der automatische Reiz die sympathisch-nervösen Apparate der Herzwand betrifft; doch wissen wir heute, dank den hervorragenden Arbeiten von Gaskell, Engemann, His jun., Krehl und Romberg, daß die Muskelfasern des Herzens selbst das Vermögen besitzen, automatisch und unabhängig von nervösen Einflüssen sich rhythmisch pulsierend zusammenzuziehen.

Das Herz des Embryos pulsiert, bevor Nerven in dasselbe hineinwachsen. Die Versuche am herausgeschnittenen, überlebenden Herzen zeigen, daß ganglienfreie Partien, z. B. die Herzspitze, durch chemische Reizung zu rhythmischen Bewegungen angeregt werden können. Auch scheinen beim Fortschreiten der Erregungswelle über das Organ die Muskelzellen ohne Vermittelung von Nerven einander ihre Erregungszustände mitteilen zu können; selbst für den Übergang der Kontraktion von den Vorhöfen auf die Kammern ist anatomisch diese Möglichkeit durch direkte muskuläre Verbindungen (atrioventrikuläre Bündel) gegeben. Immerhin gibt sich auch der Einfluß des Herznervensystemes bei solchen Versuchen deutlich kund: die vom Vorhof abgequetschten Herzkammern, die also nur noch auf ihr intracardiales Gangliensystem und ihre Muskelfasern angewiesen sind, schlagen zwar weiter, doch mit etwa nur halber Pulsfrequenz. Daß sie aber überhaupt von selbst weiter schlagen, dürfte doch auf Rechnung der Ganglienzellen zu schreiben sein: erwähnten wir doch soeben, daß, um die ganglienfreie Herzspitze zum Pulsieren zu bringen, der Experimentator

einen Reiz an ihr anbringen muß — spontan schlägt sie nicht. Also, um das Fazit aus all diesen Erfahrungen zu ziehen: die Herzmuskelfaser besitzt die Fähigkeit zu automatischer, vom Nervensystem unabhängiger Tätigkeit; ferner spielt der muskuläre Automatismus eine wichtige Rolle beim Zustandekommen der Pulsation; aber es ist (beim Erwachsenen mindestens) der Einfluß des Nervensystems für die normale Lebenstätigkeit unerlässlich.

Um nun zu den Goltz-Ewaldschen Versuchen zurückzukehren (bei welchen ja der mit dem herzversorgenden Sympathicusgebiete, dem Halsgrenzstrang und dem Plexus cardiacus, in Verbindung stehende Teil des Zentralnervensystemes intakt geblieben war), müssen wir sagen, daß bei den dem Einflusse des Rückenmarkes völlig entzogenen und doch normal weiterfungierenden Organen die Rolle des nervenunabhängigen Automatismus, falls er überhaupt vorhanden, vollends eine ganz verschwindende sein mußte. In Frage kommt er eigentlich nur für die in rhythmischen Wellen vor sich gehende Entleerung der Harnleiter in die Blase. Die Kontraktionen der Ureteren scheinen nämlich durch den Eintritt des Harnes aus dem Nierenbecken in dieselben ausgelöst zu werden; nach reichlichem Genuß von Flüssigkeit sah man sie rasch auf einander folgen; auch konnte man an ausgeschnittenen Ureteren den Rhythmus ihrer Zusammenziehungen durch Erhöhung der inneren Spannung beschleunigen. Engelmann hält es für erwiesen, daß es sich um eine automatische Tätigkeit der Uretermuskulatur handelt; andere Forscher denken an eine solche der in der Harnleiterwand befindlichen Ganglienzellen (deren Vorhandensein aber noch strittig ist!). Wie dem auch sei — es handelt sich um Detailpunkte, und das Gesamtbild der bei den Hunden von Goltz und Ewald korrekt vor sich gehenden vegetativen Funktionen führt eine beredte Sprache zugunsten der hohen Dignität und der weitgehenden Autonomie des sympathischen Nervensystems.

Noch viel weiter kann übrigens bei niederen Wirbeltieren die Ausschaltung des Zentralnervensystemes vorgenommen werden. Die ersten diesbezüglichen Versuche stammen aus dem Jahre 1844 und von Bidder; dieser Forscher zeigte, daß beim Frosche nach gänzlicher Zerstörung des Rückenmarkes samt Gehirn — unter alleiniger Schonung des verlängerten Markes, dessen Erhaltung für die Fortdauer der Atembewegungen unumgänglich notwendig ist — die Verdauung, die Darmperistaltik, der Herzschlag, der Kreislauf, die Absonderungen tage-, ja wochenlang fast ebensogut vorstatten gehen, wie unter normalen Verhältnissen.

Welcher Natur sind nun im Speziellen die Leistungen der sympathischen Neurone? Wie beim animalen Nervensysteme werden wir zwischen zentrifugalen und zentripetalen Bahnen zu unterscheiden haben; wie bei jenem deckt sich im großen Ganzen der erstere Ausdruck mit motorisch, während wir für den letzteren beim Sympathicus den

Ausdruck sensibel zu vermeiden haben werden, spielt doch die bewußte Empfindung bei den Erregungen von Fasern, die aus den Eingeweiden weggleiten, nur eine ganz verschwindende Rolle.

Die von zentrifugalen Sympathicusfasern innervertierten unwillkürlichen Muskelfibrillen (es sind, mit Ausnahme des Herzens, fast ausnahmslos sog. „glatte“ Fasern, während die willkürliche Muskulatur sich durchweg durch die strukturelle Eigentümlichkeit der Querstreifung auszeichnet) liegen teils in der Wand der Blutgefäße, teils in derjenigen anderer röhrenförmiger Organe (Darmkanal, Harnleiter, Bronchien usw.), teils in der Haut, teils im Auge; zuweilen treten sie zu größeren Organen, zu eigentlichen Hohlmuskeln zusammen: Herz und Gebärmutter.

Um darzutun, welcher Art der Einfluß solcher zentrifugaler sympathischer Nerven auf ihre muskulären Endapparate ist, mögen einige der einschlägigen grundlegenden Versuche angeführt sein.

Im Jahre 1851 zeigte der geniale Pariser Physiologe Claude Bernard, daß im Halsgrenzstrange Nervenfasern verlaufen, deren Reizung eine Kontraktion der Ringmuskulatur der Blutgefäße am Kopfe bewirkt, die somit als gefäßverengende Fasern, als „Vasoconstrictoren“, fungieren. Durchschneidet man nämlich beim Kaninchen den Halssympathicus, so sieht man die Gefäße des Ohres sich erweitern und bisher unsichtbare feinste Arterien und Venen durch strotzende Füllung deutlich hervortreten. Die Temperatur des Ohres ist höher als auf der anderen Seite. Schneidet man den Ohrtrand ein, so ist die Blutung eine raschere und stärkere als unter gewöhnlichen Umständen; durch die raschere Zirkulation im erweiterten Gefäßnetze geht die Reduktion des Blutsauerstoffs unvollständig vor sich, das Venenblut strömt hellrot aus. Wenn nun das Kopfende des Halsgrenzstranges elektrisch gereizt wird, so treten die gelähmten Vasoconstrictoren wieder in Aktion: das Gefäßkaliber nimmt ab, das Blut strömt langsam aus, das venöse wieder dunkelfarbig, die Temperatur sinkt zur Norm zurück. — 1858 gelang es dann Bernard, auch den Beweis für das Vorhandensein gefäßweiternder Nervenfasern zu erbringen. Er zeigte, daß die elektrische Reizung des Nervus lingualis, eines unter anderem auch zur Unterkiefer-Speicheldrüse Zweige entsendenden Astes des Gesichtsnerven Trigeminus, der in unmittelbarer Nähe der Drüse zu einem sympathischen Ganglion (Ganglion submaxillare) in Beziehung tritt — also eine Art Ramus communicans darstellt —, daß diese Reizung nicht nur eine vermehrte Speichelsekretion in der Unterkieferdrüse hervorruft, sondern auch die Gefäße der Drüse erweitert: die Drüsenvene schwillt an, ihr Blut wird infolge der beschleunigten Zirkulation immer heller, und schließlich nimmt man auch an ihrem Blutstrome Pulsationen wie in einer Arterie wahr. Zugleich erweitern sich die Gefäße in den vorderen zwei Dritteln der Zunge.

Gefäßweiternde und gefäßverengende Fasern