

U n t e r s u c h u n g e n

über die

Hemmungs - Function des Nervus laryngeus superior.



Eine mit Genehmigung der Hochverordneten

Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität
zu DORPAT

zur Erlangung der Würde 
eines

Doctors der Medicin

verfasste und zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

Abhandlung

von

Joseph Blumberg.



DORPAT 1865.

Druck von Heinrich Laakmann.

I m p r i m a t u r

haec dissertatio ea lege, ut, simulac typis fuerit excusa, numerus exemplorum praescriptus tradatur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Livonorum, d. XXIX. m. April. a. MDCCCLXV.

(Nr. 136.)

(L. S.)

Dr. R. Buchheim,
med. ord. h. t. Decanus.

32432

Rosenthal's Entdeckung, dass Reizung des Nervus Laryngeus superior die Inspiration unterdrücke, war nach zwei Richtungen bedeutungsvoll: einmal, indem sie den lange bestandenen Streit über den Einfluss des Vagus auf die Respiration allendlich entschied, und dann, indem sie eine Stütze für die Theorie der Hemmungsnerven wurde, deren Existenz in letzter Zeit von mancher Seite her gefährdet schien. Bei der Wichtigkeit der von Rosenthal gefundenen Thatsache waren erneuerte Untersuchungen wünschenswerth, und ich habe sie auf den Rath des Herrn Prof. Dr. Bidder zum Object dieser Gelegenheitschrift aufgenommen. Die Aufgabe, die ich mir anfangs stellte, war, zu erforschen, ob die bei Reizung des Laryngeus sup. erhaltenen Ergebnisse der Art sind, dass man diesen Nerven einen Hemmungsnerven nennen kann, und ob die gegen diese Auffassung laut gewordenen Einwände begründet sind. Oftmals indessen musste ich von dieser Fragestellung abweichen, indem im Laufe der Untersuchung Erscheinungen sich darboten, die wohl nicht streng in den Kreis des mich beschäftigenden Gegenstandes gehörten, die aber doch nicht ganz unberücksichtigt gelassen werden konnten. Diese neu hinzutretenden Erscheinungen habe ich nicht so vollständig, als es wünschenswerth wäre, verfolgen können, und ungern sehe ich hier manche Lücken. Auch haben sie meinen ursprünglichen Entwurf modificirt, den Gang der Untersuchung mehrmals unterbrochen; im Ganzen aber wird man den mich leitenden Gedanken im Verlaufe dieser Schrift eingehalten finden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an diesem Orte allen meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Professoren der hiesigen Universität, für die mir während meiner Studienzeit zu Theil gewordene wissenschaftliche Anregung meinen innigsten Dank zu sagen; besonders aber muss ich dankend erwähnen der Unterstützung, welche mir bei dieser Arbeit von Seiten des Herrn Prof. Dr. Bidder durch seinen Rath und thätigen Beistand zu Theil wurde.

I.

Die verschiedenen Erfolge, welche die an Widersprüchen so reiche Vagus-Litteratur bei Reizung dieses Nerven aufgezeichnet hat, glaubte Rosenthal darin begründet, dass die Reize nicht immer auf den Ort der Application beschränkt blieben, sondern oftmals durch unipolare Wirkungen und Stromschleifen benachbarte Nerven trafen. Er wurde auf diese Vermuthungen gelenkt durch die Erscheinungen des Hustens. Der Husten, so war Rosenthal's Gedankengang, ist ein vorzugsweise expiratorischer Act; wenn die Einen bei Reizung des centralen Vagusendes Stillstand der Respiration in der Expiration erhielten, die Andern in der Inspiration, so wäre möglich, dass im ersten Falle Stromschleifen durch den naheliegenden Laryngeus superior, der Husten bewirkt, gingen. Der Stillstand in der Inspiration wäre demnach bedingt durch isolirte Reizung der Fasern, die im Vagus unterhalb des Laryngeus sup. enthalten sind. Auf diese Voraussetzung hin unterwarf er den Laryngeus sup. einer experimentellen Untersuchung und der Erfolg war, entsprechend seinen Vermuthungen, Stillstand der Respiration in der Expirationsphase. Die Resultate einer darauf angestellten grossen Reihe von Versuchen über die Wirkung dieses Nerven sind zum Theil in zwei vorläufigen Mittheilungen ¹⁾, ausführlich in einer sehr lesenswerthen Schrift „Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus

1) Comptes rendus LII. 754. Amtl. Bericht über die 35. Versammlung deutscher Naturforsch. und Aerzte zu Königsberg in Pr.; letzte Schrift war mir nicht zugänglich.

Vagus (Berlin 1862)⁴ niedergelegt. Die Resultate sind kurz zusammengefasst die, dass Reizung des Laryngeus superior bei schwächern Strömen eine Abnahme der Respirationsfrequenz und bei genügender Stärke eine gänzliche Erschlaffung des Zwerchfells während längerer Zeit bewirke. Es sei dabei gleichgültig, ob ein oder beide Nerven gereizt werden, ob die Thiere dabei narcotisirt sind, oder nicht. Bei noch grösserer Stromstärke sollen neben der Erschlaffung des Zwerchfells noch expiratorische Muskeln sich contrahiren; der Laryngeus zeige also eine Wirkung, welche der des Vagusstammes gerade entgegengesetzt sei.

Aus diesen Ergebnissen im Verein mit den beim Vagusstamme unter verschiedenen Verhältnissen erhaltenen Resultaten stellte Rosenthal zur Erklärung des Rhythmus der Athembewegungen die Behauptung auf, dass die durch den Sauerstoffmangel des Blutes bewirkte stetige Reizung des respiratorischen Centralorgans einen Widerstand bei der Uebertragung dieser Reizung auf die Nerven der Respirationsmuskeln zu überwinden habe, und dass dadurch die stetige Reizung in eine rhythmische Thätigkeit umgesetzt werde. Der Grad der Reizung des Respirationscentrums ist nur abhängig vom Sauerstoffmangel des Blutes; der Vagus vermindert bloss den Widerstand, der Laryngeus sup. vermehrt ihn; letzterer ist demnach als Hemmungsnerv für die Inspiration zu betrachten.

Die Beweise für die einzelnen hier aufgeführten Sätze befinden sich im oben genannten Werk; die Haltbarkeit des letzten Satzes soll hier gleich näher untersucht werden. Bevor wir dazu übergehn, sei noch erwähnt, dass auch Schiff¹⁾ experimentelle Ergebnisse über den Laryngeus sup. veröffentlicht hat. Die Angaben Rosenthal's hat er in ihrem ganzen Umfang bestätigt gefunden; doch als bekannter Gegner der Hemmungs-

1) Ueber die angebliche Hemmungsfuction des Nervus laryngeus sup. in J. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, 1861 S. 312 und Comptes rendus LIII 285. 330.

nerven, will er auch den Laryngeus als solchen nicht gelten lassen, aus Gründen, die wir später besprechen werden.

Wenden wir uns nach diesen kurzen historischen Bemerkungen näher unserem Gegenstande zu.

Die Erscheinungen, die wir bei Reizung des centralen Endes des Laryngeus¹⁾ in der Narcose beobachtet haben, waren Verlangsamung der Respirationsfrequenz bei geringerer, und Stillstand der Respiration bei grösserer Stromstärke. Der Stillstand, der bis 30 Secunden andauern kann, findet in der Expirationsphase statt; wir überzeugten uns davon durch directe Beobachtung des Zwerchfells, das vollständig gewölbt nach der Brusthöhle hineinragt. Lässt man den Reiz längere Zeit, etwa 2 Minuten, anhaltend erfolgen, so beginnt die Respiration trotz der fortdauernden Reizung wieder und zwar so, dass die ersten Inspirationen tief und selten sind und darauf der frühere Rhythmus eintritt; manchmal kommen vor den ersten tiefen Inspirationen auch schwache, gleichsam halb unterdrückte Athembewegungen vor. Unterbricht man gleich bei der ersten eintretenden Inspiration die Reizung, so geht die Respiration nach einigen tiefen und seltenen Inspirationen ganz wie vor dem Versuch von Statten.

Achtet man während der Reizung auch auf andere bei der Expiration in Betracht kommende Theile, so findet man die untern Stimmbänder fest an einander liegend. Die Stimmritze, die bei älteren Thieren im Zustande der Ruhe noch eine geringe Oeffnung zeigt, ist vollkommen geschlossen. Ferner sieht man den entblössten und in der Nähe der Rippeninsertion durchschnittenen *Musc. obliquus abdominis ext.* besonders bei stärkerem Reize sich contrahiren. Die Inspirationsbewegungen des Thorax fallen bei geringerer Reizstärke ebenfalls aus; bei einer grössern jedoch, wo das Zwerchfell kleine Excursionen macht, sieht man diesen entsprechend auch den Ruhestand des Thorax

1) Es ist hier immer, wo keine nähere Bestimmung angegeben ist, der Laryngeus superior gemeint.

von kleinen, ruckweise vor sich gehenden Bewegungen unterbrochen. Endlich findet bei dieser grösseren Reizstärke noch ein fortwährendes Auf- und Absteigen des Kehlkopfs statt.

Sehen wir einstweilen von den kleinen Bewegungen des Thorax, des Zwerchfells und des Kehlkopfs, die mit den gewöhnlichen Respirationsbewegungen nichts Gemeinsames haben, ab, so ist das bisher Mitgetheilte wohl nicht anders zu deuten, als dass bei der gesteigerten Thätigkeit des Laryngeus ein hemmender Einfluss auf die Inspiration ausgeübt wird. So weit wäre die Uebereinstimmung unserer Resultate mit den Angaben Rosenthal's eine vollkommene. Einer weiteren Behauptung des Letztern aber, es sei gleichgültig, ob die Thiere narcotisirt seien oder nicht, können wir nicht unbedingt beistimmen. Während narcotisirte Thiere bei Reizung des Laryngeus vollkommen ruhig liegen und über den Wegfall der Inspiration gar kein Zweifel statt findet, sind bei nicht narcotisirten Thieren die Erscheinungen ganz anders. Sobald die Reizung beginnt, geben die Thiere, wie es bei einem sensiblen Nerven auch nicht anders zu erwarten ist, die heftigsten Schmerzen zu erkennen, machen ungestüme Bewegungen, und es gelingt nicht, einen unzweifelhaften Stillstand der Respiration zu erhalten. Der Nerv gleitet, trotz der besten Befestigung der Versuchsthiere durch Assistenten und Schnüre, bei seiner Kleinheit und in Folge der heftigen Bewegungen immer wieder von den Electroden ab, und bei der Kürze der Zeit, während welcher die Reizung hier andauern kann, ist man ungewiss, ob ein Stillstand stattgefunden hat oder nicht. Auch zwei andere Erscheinungen, die wir in der Narcose beobachtet haben, vermessen wir ausserhalb derselben. Es treten nämlich, wie wir später noch ausführlicher zeigen werden, während des Stillstandes der Respiration eine Verlangsamung und Verstärkung des Herzschlages ein und ausserdem die schon früher erwähnten auf- und abwärts gehenden Bewegungen des Kehlkopfs. Wir müssen die Erklärung der letztern schon hier anticipiren und bemerken, dass sie durch die bei

stärkern Reizen auftretenden Schluckbewegungen hervorgebracht werden. Eine Veränderung in der Schlagfolge des Herzens bei nicht narcotisirten Thieren konnten wir bei den bezeichneten Schwierigkeiten, die uns die Experimente ohne Opiumanwendung darboten, nicht beobachten. Von den Schluckbewegungen aber können wir ganz bestimmt aussagen, dass sie bei Reizung des Laryngeus ausserhalb der Narcose nicht auftreten.

Zur Interpretation dieser verschiedenen Erfolge mit und ohne Narcose der Thiere müssen wir im Laryngeus Fasern doppelter Art annehmen, einmal centripetalleitende die Inspiration hemmende, deren Wirkung bei Reizung in der Narcose rein zur Erscheinung kommen; dann aber auch sensible, die bei nicht narcotisirten Thieren Schmerz erzeugen und den Effect der erstern trüben. Ob Rosenthal auch Fasern doppelter Art annimmt, ist nicht recht ersichtlich. Er sagt (l. c. p. 44), dass er die Erschlaffung des Zwerchfells nicht bloss als eine durch Schmerz bewirkte Expirationsbewegung ansieht, und an einer andern Stelle (l. c. p. 236), dass der Laryngeus jedenfalls eine besondere Wirkung haben und nicht bloss als sensibler Nerv wirken müsse, erklärt aber schliesslich (l. c. p. 269) doch ausdrücklich Hemmungsfasern und Hemmungsnerven für sensible Fasern und sensible Nerven; wahrscheinlich, weil er bei nicht narcotisirten Thieren dieselben Erfolge hatte wie in der Narcose und weil er die hemmende Wirkung dieses Nerven in Beziehung zum Husten, einem vorzugsweise expiratorischem Act, bringt (l. c. p. 270). Da wir jedoch später wahrscheinlich machen werden, dass die Hemmungsfasern nichts mit dem Husten zu thun haben, und da unsere Erfolge ohne Opiumbetäubung viel undeutlicher sind, als mit derselben, so müssen wir die sensiblen Fasern von den hemmenden streng trennen und hier ein ähnliches Verhältniss statuiren, wie es nach den Angaben v. Bezold's ¹⁾ im Vagusstamme

¹⁾ Untersuchungen über die Innervation des Herzens, Leipzig 1863, p. 281 etc.

vorkommt. Letzterer hat nämlich gefunden, dass Reizung des centralen Endes eines am Halse durchschnittenen Vagus nach Eliminirung des Schmerzes, durch Abtragen der grossen Hemisphären, Verlangsamung des Herzschlages erzeugt. Es müssen demnach im Vagus auch centripetalleitende, die Herzthätigkeit hemmende Fasern existiren. Die Wirkung der letztern wird aber bei Vorhandensein der Hemisphären und des Bewusstseins verdeckt durch die bei Reizung des Vagus gleichzeitig auftretenden Schmerzen, die, ganz gleichgültig von welchen sensiblen Nerven sie erzeugt werden, die Herzschläge beschleunigen ¹⁾. Wir haben allerdings noch keine so genauen experimentellen Data über die Wirkung der sensiblen Nerven und des Schmerzes auf die Respiration, wie die eben genannten im Betreff der Herzfrequenz; aber die wenigen, die vorliegen, genügen einstweilen, um unsere Annahme von verschiedenen Fasern im Laryngeus zu rechtfertigen. Traube ²⁾ giebt an, dass Reizung sensibler Nerven expiratorische Bewegung (lautes Geschrei) bei Vorhandensein der Hemisphären erzeuge. Bei Ludwig ³⁾ finden wir an verschiedenen Stellen, dass Reizung der sensiblen Hautnerven die Respiration beschleunigt, dass plötzliche Erregung sensibler Nerven ein tiefes Einathmen erzeugt, dass Erregung der sensiblen Rückenmarksnerven und des Nervus quintus die Frequenz und Tiefe des Athmens verändert u. s. w. Es geht aus diesen Angaben zunächst hervor, dass die Wirkung des Schmerzes auf die Respiration sich verschieden äussert. Wenn wir von sehr heftigen Schmerzen, welche Ohnmacht und somit einen Ausfall der Respirationsbewegungen erzeugen, absehn, so ist zu erwarten, dass bei Reizung eines sensiblen Nerven Schreien und folglich expiratorische Bewegungen eintreten werden, wie es Traube angeht. Macht man jedoch

1) l. c. p. 276.

2) Citirt bei Rosenthal p. 23.

3) Lehrbuch der Physiologie des Menschen 1858, Th. I, p. 211; Th. II, p. 487—490.

das Schreien der Thiere unmöglich, indem man eine Trachealfistel anlegt, so findet man, wie wir uns überzeugt haben, bei Reizung eines sensiblen Nerven, z. B. des N. cutaneus brachii medius, die Respiration sehr beschleunigt. Häufig sieht man mit dem Beginn der Reizung eine tiefe Inspiration erfolgen. Die eigentliche Wirkung des Schmerzes auf die Respiration scheint demnach eine beschleunigende zu sein, wobei aber zuerst oft eine tiefe Inspiration geschieht. Auch an uns selbst können wir beobachten, dass bei plötzlich eintretendem Schmerz wir unwillkürlich tief inspiriren. Jedenfalls geht aus dieser Erörterung so viel hervor, dass der Schmerz keinen Stillstand der Respiration in der Expiration erzeugt. Wenn wir nun bei Reizung des Laryngeus Schmerz erzeugen und keine deutlich ausgesprochene Expirationspause erfolgen sehen, in der Narcose aber die Pause bis 30 Secunden dauert, so kann sie von der Wirkung der sensiblen Fasern nicht bedingt sein und wir müssen aus diesem Grunde specifische hemmende Fasern im Laryngeus annehmen.

Aber so lange die Angabe Rosenthal's dahin geht, dass der Mangel der Narcose gleichgültig auf den Erfolg des Experimentes sei, ist die von uns gemachte Trennung der sensiblen von den hemmenden Fasern auf nicht sichere Thatsachen gegründet. Im Interesse der von uns vertretenen Behauptung wollen wir untersuchen, wodurch unsere in dieser Beziehung von Rosenthal differirenden Erfolge herbeigeführt sein mögen. Der Grund kann in dem verschiedenen Modus des Experimentirens oder in den verschiedenen Thierordnungen liegen, da wir vorzugsweise Katzen und auch Hunde, Rosenthal hauptsächlich Kaninchen, weniger erstere Thiere als Versuchsobjecte gebraucht hat. Wir experimentirten ganz in derselben Art wie Rosenthal, nur haben wir einen du Bois'schen Schlitten in gewöhnlicher Anordnung, Rosenthal einen mit Helmholtz'scher Modification gebraucht. Es liegt nun der Verdacht nahe, dass unsere Resultate durch unipolare Wirkungen beim stärkeren

Oeffnungsstrom nicht ganz rein waren. Wir haben aber bei narcotisirten Thieren in den meisten Fällen, auch wenn wir die Rollen ganz übereinander schoben, unzweideutige Erfolge gehabt; bei nicht narcotisirten Thieren dagegen blieben sie aus, der Stillstand der Respiration war zweifelhaft, auch wenn wir den Strom so weit abschwächten, dass später in der Narcose bei derselben Stromstärke bloss Verlangsamung der Respiration eintrat. Aus diesem Grunde glauben wir durch unipolare Einmischung nicht getäuscht worden zu sein.

Der zweite angeführte Umstand dürfte möglicher Weise unsere von den Rosenthal'schen verschiedenen Erfolge veranlasst haben. Kaninchen reagiren auf Schmerz ganz anders als Katzen. Während nach Pflüger ¹⁾ Durchschneidung des Splanchnicus bei Kaninchen keine Schmerzensäusserung hervorbringt, diese auch fehlt, wenn man ihnen ein Stück Haut abschneidet, ist bei Katzen nach Hafter und Ludwig ²⁾ die Durchschneidung dieses Nerven so schmerzhaft, wie die des Trigemini, und ein einfacher Hautschnitt erzeugt, wie man bei jedem Experimente wahrnimmt, lautes Geschrei. Es ist nun wahrscheinlich, dass in Rosenthal's Versuchen bei Reizung des Laryngeus bei Kaninchen die störende Einwirkung durch Schmerzensäusserungen nicht hat stattgefunden. Wir finden ferner, wenn wir die über Katzen mitgetheilten Versuchsprotokolle Rosenthal's durchmustern, bei allen, bis auf ein Thier (l. c. S. 229; 3. Versuch), angeführt, dass sie narcotisirt waren. Wenn demnach Rosenthal auch bei nicht narcotisirten Katzen deutliche Erfolge hatte, so glaube ich es in folgenden Momenten begründet. Der Laryngeus und der Vagus stehen bekanntlich in Betreff der Sensibilität andern sensiblen Nerven, wie den Rückenmarksnerven, dem Quintus, bedeutend nach. Dem Vagus wird sogar von manchen Seiten die Sensibilität unterhalb der

1) Ueber das Hemmungsnerven-System für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857, S. 15.

2) Henle und Pfeufer's Zeitschrift, N. F. IV, S. 325, 327.

Abgangsstelle des Laryngeus ganz abgesprochen. Valentin ¹⁾ macht jedoch die richtige Bemerkung, dass Thiere besonders dann nicht Schmerzensäusserungen zeigen, „wenn sie viel Blut verloren, oder schon früher längere Zeit Schmerzen ertragen hatten, oder ihr Vagus einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist“. Dieses über die Sensibilität des Vagus Mitgetheilte kann man auch auf den Laryngeus übertragen. Besonders vom letzten Umstande, dem Nachtheile des Blossliegens des Nerven während einiger Zeit, haben wir uns zufällig in unzweideutiger Weise überzeugt. In dem unten mitgetheilten Exp. VIII findet man die Reihe der Operationen, die bereits gemacht waren, bis wir uns schliesslich von der Sensibilität des Laryngeus durch Quetschung mit der Pincette nebenbei überzeugen wollten. Es trat keine Spur von Schmerzensäusserungen ein, wohl aber, wie unten angeführt ist, Schluckbewegungen. Die letzteren bürgen uns dafür, dass nicht alle Fasern, sondern nur die sensiblen, die möglicher Weise an der Peripherie des Nerven liegen, ihre Erregbarkeit verloren hatten. Wir konnten leider an diesem Thier die galvanische Reizung nicht mehr vornehmen, weil für die sichere Application der Elektroden der eine Nerv durch die mechanische Quetschung schon zu sehr verkürzt, und der andere schon früher in der Mitte seiner Länge unterbunden war. Beim obengenannten Experimente Rosenthal's an einer nicht narcotisirten Katze war die Brust entblösst, der Pectoralis entfernt, der obliquus abdominis ext. abgelöst, Eingriffe, bei denen der schon früher frei präparirte Laryngeus seine Sensibilität verloren haben könnte. Man muss daher, will man sich überzeugen, ob die Narcose gleichgültig auf den Erfolg ist, oder nicht, nicht schon vorher an dem Thiere anderweitige Operationen machen. Die Eröffnung der Bauchhöhle darf auch nicht geschehen und ist auch unnöthig, da man den Stillstand der Respiration deutlich erkennt, wenn man ihn vorher an ein paar narcotisirten Thieren

1) Lehrbuch der Physiologie, 1844, Band II, S. 687.

beobachtet hat. Auch wird man nur die ersten Erfolge dieser Reizversuche als entscheidend betrachten müssen, da durch das längere Experimentiren die Empfindlichkeit des Laryngeus abnimmt. Bei Hunden, wo die Sensibilität dieses Nerven noch viel deutlicher sich äussert, als bei Katzen, ist selbst bei einem geringen Grad von Narcose, bei dem man an Katzen schon sichtliche Erfolge hat, der Stillstand der Respiration viel weniger ausgesprochen, als bei einer tiefen Opiumbetäubung.

Schliesslich glaube ich noch folgende von Rosenthal gemachte Bemerkung für die von uns betonte störende Wirkung des Schmerzes verwerthen zu können. Wir werden bald ausführlicher von den kleinen Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells berichten, die während des Stillstandes der Respiration bei stärkern Strömen auftreten. Rosenthal giebt nun (S. 222) an, „dass man bei einem jeden Nerven, besonders gut aber an solchen, die schon etwas an ihrer Erregbarkeit eingebüsst haben“, die Stärke der Reizung finden kann, wo diese kleinen Bewegungen eintreten. Es ist nun nicht zu begreifen, warum man diese Erfolge leichter bei einem weniger erregbaren Nerven sollte erzielen können, da es sich doch hier um eine stärkere Wirkung handelt, zu welchem Zweck auch Rosenthal einen stärkern Strom verlangt. Ein mehr erregbarer Nerv übt aber doch sonst leichter eine stärkere Wirkung aus, als ein weniger erregbarer. Jedoch aus dem Umstande, dass die kleinen Bewegungen gleich beim ersten oder zweiten Reizversuch eines eben frei präparirten Nerven eintreten, wenn die Thiere gehörig narcotisirt sind, geht wohl hervor, dass es hier nicht auf eine verminderte Erregbarkeit, sondern auf Eliminierung des Schmerzes ankömmt, der freilich bei einem schon weniger erregbaren Laryngeus ganz geschwunden sein kann.

Wir müssen nach dem bisher Besprochenen die Unterdrückung der Inspiration bei Laryngeusreizung von specifischen hemmenden Fasern ableiten, da Reizung der sensiblen Fasern des Laryngeus oder Schmerz erregende Vorgänge in diesem

Nerven nichts weniger als einen Respirationsstillstand erzeugen. Wenn wir hemmende spezifische Fasern annehmen, so verstehen wir darunter natürlich solche, die ganz gleichartig wie die übrigen Nervenfasern beschaffen sind, die aber zu Nervenzellen gehen, deren Thätigkeit sich darin äussert, dass sie der Uebertragung eines von der Medulla oblongata ausgehenden Reizes auf die Nerven der Respirationsmuskeln ein Hinderniss bieten. Wir werden sehen, dass für unsere Annahme von Fasern doppelter Art im Laryngeus noch andere Erscheinungen sprechen. Bevor wir jedoch zu diesen übergehen, mögen zur Erläuterung des bisher Erörterten einige Experimente folgen.

Nicht alle in Betreff dieser bezeichneten oder anderer noch zu besprechenden Fragen angestellten Versuche werde ich wiedergeben, sondern nur einige als Belege für die gethanen Aussprüche anführen. Ueber das technische Verfahren brauche ich auch Nichts weiter zu bemerken, da es mit dem von Rosenthal befolgten (S. 62 fg.) im Ganzen übereinstimmt; nur haben wir uns zur Fixirung des Kopfes nicht des Magnus'schen Halters bedient, sondern den hinter den Eckzähnen mittelst Schnüren befestigten Knebel an zwei an der vorderen Seite des Vivisectionstisches befindliche Nägel unverrückbar gebunden. Zur Reizung wurde bei allen Versuchen ein du Bois'scher Schlitten in gewöhnlicher Anordnung, mit einem Grove'schen Element in der inducirenden Spirale, benutzt.

Exp. I. Grosse, etwa 2 Jahr alte Katze, auf dem Rücken befestigt; $\frac{1}{2}$ 3 Tinct. opii simplex in die linke V. jugularis ext. injicirt; starke Reflexkrämpfe, die $\frac{1}{4}$ Stunde dauern, worauf eine tiefe Narcoese eintritt; der Laryngeus der linken Seite frei präparirt; die Bauchhöhle durch einen Kreuzschnitt eröffnet.

Respirationsfrequenz, als das Thier vor dem Knebeln ruhig auf dem Tische sass 25, nach Eröffnung der Bauchhöhle 30 in der Minute; der linke Laryngeus gereizt bei einem Rollenabstand von 12 Cm.: Stillstand der Respiration in der Expiration dauert 10 Sec. Respirationsfrequenz nach Aufhören der Reizung 30 in der Minute.

Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand: Stillstand der Respiration während 15 Sec.; kleine Bewegungen des Thorax und des

Zwerchfells vorhanden. Respirationsfrequenz nach der Reizung 28 in der Minute.

Wiederholte Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand: Expirationspause während 18 Secunden; kleine Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells; häufiges Auf- und Absteigen des Kehlkopfs.

Eröffnung des Kehlkopfs unterhalb des Zungenbeins; bei der Inspiration öffnet sich, bei der Expiration schliesst sich die Stimmritze.

Rechter Laryngeus frei präparirt. Reizung dieses Nerven bei 8 Cm. Rollenabstand: Verschluss der Stimmritze und Stillstand der Respiration während 12 Secunden, kleine Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells.

Mehrmals solche Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt. Reizung des centralen Endes des rechten unter der Abgangsstelle des Laryngeus durchschnittenen Vagus bei 8 Cm. Rollenabstand: Stillstand der Respiration in der Inspirationsphase während 9 Secunden; das Stimmband der rechten Seite steht unbeweglich in der Mitte, das der linken Seite ist nach aussen gerichtet.

Exp. II. Mässig grosse, 2 Jahr alte Katze, auf dem Rücken befestigt, nicht narcotisirt, der linke Laryngeus frei präparirt.

Respirationsfrequenz vor dem Aufbinden 26, nach demselben 30 in der Minute.

Reizung, die bei 20 Cm. Rollenabstand 4 Sec. dauerte: unruhiges Verhalten des Thieres, keine deutliche Respirationspause. Reizung bei 25 Cm. Rollenabstand während 5 Secunden: unverkennbare Schmerzensäusserungen, Hin- und Herbewegen des Thieres, keine deutliche Ruhestellung des Thorax.

Die Stimmritze durch Eröffnen des Kehlkopfs unterhalb des Zungenbeins bloss gelegt. Reizung bei 18 Cm. Rollenabstand, die 5 Secunden dauerte: fortwährende Bewegungen, Schreien des Thieres.

Reizung bei 12 Cm. Rollenabstand; das Thier wirft sich hin und her, der Nerv gleitet immer wieder von den Electroden ab. Injection einer halben Drachme Opiumtinctur in die linke Vena jugularis externa; tiefe Narcose. Reizung bei 12 Cm. Rollenabstand: Stillstand der Respiration dauert 8 Secunden.

Der obliquus abdominis externus blossgelegt und $1\frac{1}{2}$ Zoll von seiner Rippeninsertion quer durchschnitten; Reizung des Laryngeus bei 12 Cm. Rollenabst.: Stillstand während 10 Secunden; die glatte Oberfläche des an den Rippen anhängenden Theils des M. obliq. externus kräuselt sich, was von Contractionen dieses Muskels herrührt.

Der rechte Laryngeus wird frei präparirt; Respirationsfrequenz 14 in der halben Minute.

Reizung bei 33 Cm. Rollenabst.:	Respirationsfr.:	14	in der halb. M.
”	25	”	10
”	23	”	11
”	18	”	8
”	15	”	4
”	11	”	Stillstand während 8 Secunden,
”	8	”	Stillstand während 13 Secunden;

kleine Bewegungen des Thorax; Contractionen des obliquus abdominis externus der linken Seite; häufiges Auf- und Absteigen des Kehlkopfes.

Fünfmaliges Quetschen des rechten Laryngeus mit der Pincette, von seiner Peripherie bis zum Plexus nodosus Vagi, bewirkte jedes Mal ein Auf- und Absteigen des Kehlkopfes.

Der Stillstand der Respiration ist, wie man aus diesen Versuchen ersieht, bei mässig starken Reizen während der Narcose so ausgesprochen, dass über den Erfolg gar kein Zweifel obwalten kann. Bei grösserer Reizstärke finden wir die Expirationspause noch länger, nur ist sie nicht so rein, indem sie von kleinen Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells unterbrochen ist. Diese kleinen Bewegungen könnten sein inspiratorische, erzeugt durch eine nicht völlig unterbrochene Thätigkeit der Inspirationsmuskeln des Thorax bei erschlafftem Zwerchfell. Letzteres würde dann bei einer Erweiterung des Thorax nach oben, bei einer Verengerung nach unten steigen. Curven, mittelst des Phrenographen ¹⁾ gezeichnet, würden die kleinen Bewegungen des Zwerchfells als kleine Ausbiegungen unter der horizontalen Linie der Expirationspause darstellen; Curven des Thorax dagegen würden, wenn hier die Inspiration ebenfalls durch eine aufsteigende, die Expiration durch eine absteigende Linie gekennzeichnet ist, die Aus-

1) Ein zur graphischen Darstellung der Zwerchfellsbewegungen nach Rosenthal's Angaben verfertigter Apparat, der im angeführten Werk (p. 50 et sqq.) ausführlich beschrieben und abgebildet ist. Von der Einrichtung desselben will ich nur so viel erwähnen, dass die Inspiration eine schräg aufsteigende, die Expiration eine schräg abfallende Linie beschreibt. Eine Horizontale von einem niedern Punkte der Expirationslinie stellt uns demnach die Expirationspause, eine Horizontale von einem hohen Punkte der Inspirationslinie die Inspirationspause, wie sie bei Reizung des centralen Vagusendes vorkommt, dar.

biegungen über der Horizontalen der Expirationspause zeigen; die Ausbiegungen wären also entgegengesetzt gerichtet.

Es könnten aber die kleinen Bewegungen nach Rosenthal auch expiratorische sein, durch Contractionen der Bauchmuskeln hervorgebracht (l. c. p. 223). Der Thorax werde dadurch verengert, die Ansatzpunkte des Zwerchfells nähern sich, die Lungen ziehen sich vermöge ihrer Elasticität noch mehr zusammen und das Zwerchfell werde dadurch nach oben gezogen. Das Zwerchfell würde also hier bei Verengerung des Thorax nach oben, bei Erweiterung nach unten gehn. Curven, gleichzeitig am Thorax und Zwerchfell gezeichnet, würden die kleinen Bewegungen, wenn sie expiratorische wären, als Ausbiegungen unter der Horizontalen darstellen; die Ausbiegungen wären demnach hier gleich gerichtet ¹⁾.

Rosenthal hält nun die kleinen Bewegungen für expiratorische. An einer Stelle widerspricht er sich freilich, indem er (l. c. p. 67) sagt, dass bei jeder Verengerung des Thorax das Zwerchfell in seinem mittleren Theile abwärts, bei jeder Erweiterung des Thorax wieder aufwärts gehe. Sind sie aber expiratorische, so muss ja bei Verengerung des Thorax das

1) Es möge noch erwähnt werden, dass es nach Rosenthal (l. c. p. 222) noch eine dritte Möglichkeit, wodurch die untern Rippen bei geschlossener Bauchhöhle nach aussen bewegt werden, geben soll. Wenn nämlich bei starken Reizen neben der Erschlaffung des Zwerchfells die Bauchmuskeln sich stark contrahiren, so sollen die Eingeweide hoch nach oben unter die Rippen geschoben und letztere dadurch nach aussen gedrängt werden. Nach Aufhören der Reizung, wobei die Bauchmuskeln zunächst erschlaffen, gehen die Rippen in die durch die Elasticität ihrer Knorpel ihnen zukommende Lage zurück, so dass es den Anschein habe, als wäre die Stellung der Rippen bei Reizung des Laryngens keine vollständig expiratorische. Wir wollen diese Möglichkeit dahin gestellt sein lassen. Bei Hochschwängern geht freilich die Taille verloren, ob aber der gewöhnliche Inhalt der Bauchhöhle durch Contraction der Bauchmuskeln so wirken könne, ist zweifelhaft. Die kräftigste Zusammenziehung der Bauchmuskeln, die wir willkürlich ausüben können, geben keine sichtbare Hervorwölbung der untern Rippen. Jedenfalls können Bewegungen der Rippen aus dieser Ursache in unsern Experimenten nicht vorkommen, da wir hier von den kleinen Bewegungen nach Eröffnung der Bauchhöhle sprechen.

Zwerchfell aus der Ruhestellung nach aufwärts, bei Erweiterung desselben nach abwärts, in die frühere Stellung, gehn. Rosenthal erläutert (p. 74) diese durch Costalrespiration bedingten kleinen Bewegungen durch eine Curve (Fig. 3, Taf. II), durch dieselbe, die er später (p. 224) wieder zum Belege dessen, dass die kleinen Bewegungen expiratorische seien, benutzt. Wie dieser Widerspruch zu lösen sei, ist schwer zu sagen, jedenfalls hält er die kleinen Bewegungen für expiratorische, und zwar deshalb, weil Contractionen der Bauchmuskeln vorhanden sind, und weil die kleinen Ausbiegungen unter die Horizontale der Exspirationspause reichen. Die Contractionen der Bauchmuskeln sind kein gegen jeden Einwand gesicherter Grund. Es ist ja möglich, dass durch Inspirationsmuskeln der Thorax etwas gehoben werde, dann in seine frühere Lage zurücksinke und durch die Bauchmuskeln noch weiter nach unten gezogen werde. Die kleinen Ausbiegungen unter der Horizontalen sind gar nicht beweisend; sie würden, wie wir es oben auseinandergesetzt haben, ebenso vorkommen, wenn die Bewegungen inspiratorische wären. Die bei erschlafftem Zwerchfell gewonnenen Zwerchfellscurven allein reichen nicht aus, um aus ihnen auf In- oder Expiration zurückzuschliessen; zu diesem Zweck müssten Curven des Thorax und des Zwerchfells gleichzeitig gezeichnet werden. In Ermanglung eines Phrenographen haben wir diese Frage auf einem anderen Wege zu entscheiden gesucht. Sind die kleinen Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells nur von Contractionen der Exspiratoren abhängig, so müssen sie nach querer Durchschneidung der Bauchmuskeln ausbleiben oder wenigstens sehr unbedeutend sein, wenn wir noch für den *M. sternocostalis* und *Mm. intercostales interni* eine sichtbare Wirkung gelten lassen wollen. Die in dieser Art angestellten Versuche haben uns gezeigt, dass die kleinen Bewegungen des Zwerchfells kaum schwächer wurden. Sie aber deshalb als inspiratorische zu bezeichnen, besitzen wir noch kein volles Recht.

Wir haben schon früher der Schluckbewegungen erwähnt, und es ist fraglich, ob sie nicht im Zusammenhang mit den kleinen Bewegungen des Zwerchfells und Thorax stehn. Denn bei jeder Schluckbewegung wird der Kehlkopf und der Oesophagus nach aufwärts gezogen, um später wieder herabzusinken. Durch die jedesmalige Aufwärtsbewegung des Kehlkopfs werden die Trachea und die Lungen in die Höhe gezogen, und dadurch könnte mittelbar auch das Zwerchfell nach oben gezogen werden. Doch ist wegen der Elasticität der Trachea diese Wirkung nicht hoch anzuschlagen. Wichtiger sind schon die Aufwärtsbewegungen des Oesophagus; denn durch diese wird ein directer Zug auf das Zwerchfell in der Umgebung des Foramen oesophageum ausgeübt, und das Zwerchfell dadurch in Bewegung gesetzt. Ausserdem kommt noch folgender Umstand in Betracht. Geschieht das Schlucken mit Anstrengung, wie es stets der Fall ist, wenn oft und schnell hinter einander geschluckt wird, ohne dass Speisen und Getränke in der Mundhöhle sich befinden, so wird bei einer jeden Schluckbewegung auch der Thorax, besonders der obere Theil, durch Contraction der *Mm. sternomastoidei* gehoben. Wir haben Zusammenziehungen dieser Muskeln, wenn wir sie frei präparirt hatten, deutlich gesehn; ob noch andere Muskeln hierbei thätig sind, haben wir nicht weiter verfolgt. Auch beim Menschen kann man bei entblösstem Thorax eine Hebung des obern Theils desselben deutlich bemerken, wenn das sogenannte leere Schlucken so schnell und so oft, als es eben möglich ist, geschieht, und wenn der Kopf hierbei, wie es bei den zum Experimente verwendeten Thieren der Fall war, nach hinten hinübergebeugt gehalten wird. Die hier angeführten Umstände könnten möglicher Weise die kleinen Bewegungen des Zwerchfells und des Thorax erzeugen. Diese Voraussetzung fanden wir bestätigt. Denn achtet man bei nicht eröffneter Bauchhöhle gleichzeitig auf die kleinen Bewegungen des Thorax und auf die Schluckbewegungen, so findet man, dass beide coincidiren; zählt ferner ein Beobachter nur die Thoraxbewegungen, ein

anderer die Schluckbewegungen, die während einer gewissen Zeit der Reizung gemacht werden, so sind die Zahlen beider vollkommen gleich. Wird der Larynx und der Oesophagus quer durchschnitten, so dass ein Zug auf das Zwerchfell beim Schlucken nicht mehr ausgeübt werden kann, so sind die kleinen Bewegungen des Thorax bei nicht eröffneter Bauchhöhle, wenn auch nicht ganz aufgehoben, so doch viel geringer, als sie kurz vorher bei derselben Stromstärke waren. Öffnet man die Bauchhöhle in der Linea alba, so sind, wenn vorher die Trachea und der Larynx quer durchschnitten wurden, bei Reizung des Laryngeus die kleinen Bewegungen des Zwerchfells fast gar nicht zu sehn; nur ein sehr schwaches Zittern bemerkt man (s. Exp. V). Sind dagegen der Oesophagus und die Trachea intact, so sind auch die kleinen Zwerchfellsbewegungen, wie wir schon früher angaben, deutlich vorhanden, selbst wenn die Bauchmuskeln von der einen Seite der Wirbelsäule zur andern quer durchschnitten wurden. Aus diesen Gründen müssen wir die kleinen Bewegungen des Thorax und des Zwerchfells nicht auf eine Contraction der Bauchmuskeln, sondern auf die bei Reizung des Laryngeus auftretenden Schluckbewegungen zurückführen.

Wir wollen, indem wir die Hemmungsfrage des Laryngeus für's Erste verlassen, auf die Schluckbewegungen etwas genauer eingehen. Wir wurden auf sie gelenkt durch die häufig auftretenden auf- und abwärts gehenden Bewegungen des Kehlkopfs. Auch Rosenthal erwähnt diese letztere Erscheinung mehrmals; allein den wahren Grund derselben hat er nicht erkannt. Da der Kehlkopf bei der Inspiration nach abwärts, bei der Expiration nach aufwärts geht, so wäre zu erwarten, dass er bei Reizung des Vagus nach abwärts gehen und während der Dauer der Inspiration in solcher Stellung bleiben würde. Dieses trifft nach Rosenthal (l. c. S. 208) auch zu. Umgekehrt müsste bei Reizung des Laryngeus der Kehlkopf nach aufwärts gehen und während der Reizung in dieser Stellung verbleiben. Dieses ist jedoch nicht der Fall, und Rosenthal bemerkt (l. c. S. 227)

daher, dass die Bewegungen des Kehlkopfs bei Laryngeusreizung nicht immer ganz aufgehoben seien. Ob er jedoch dieses Auf- und Absteigen für die gewöhnliche bei der Expiration stattfindende Bewegung des Kehlkopfs hält, die während der Reizung nur häufiger erfolgt, oder ob er sie mit einer einseitigen Contraction des Musculus Cricothyreoideus in Verbindung bringt (l. c. S. 227), ist schwer zu ersehen. Jedenfalls ist die einseitige Zusammenziehung dieses Muskels ganz unbetheiligt dabei; Durchschneidung beider äussern Aeste des Laryngeus ändert nichts an dem Auf- und Absteigen des Kehlkopfs, das bloss durch Schluckbewegungen, die während der Laryngeusreizung auftreten, bedingt ist. Denn man sieht, mag man den Nerven mechanisch oder electrisch reizen, bei gehöriger Entfernung der Kiefer von einander, Bewegungen des weichen Gaumens und der Gaumenbögen. Ebenso kann man, wenn man die an's Zungenbein sich ansetzenden Muskeln von demselben abtrennt, bei Reizung des Laryngeus unzweideutige Contractionen der Rachenschnürer constatiren. Löst man bei dieser Operation noch die hintere Larynxwand vom Oesophagus ab, so sieht man, wie dieser bei jeder Schluckbewegung in die Höhe gezogen wird. Eine Contraction seiner eigenen Muskelfasern, eine peristaltische Bewegung derselben dagegen findet nicht statt. Auch noch auf andere Weise lässt sich die Abhängigkeit der in Rede stehenden Kehlkopfbewegungen von den Schluckbewegungen darthun. Trennt man nämlich das Zungenbein von der Cartilago thyreoidea ab, so werden die Bewegungen des Kehlkopfs schwächer; ganz hören sie nicht auf, weil bei jeder Schluckbewegung, wie eben erwähnt ist, der Oesophagus nach oben gezogen wird, und bei der Verbindung des letztern mit dem Larynx auch dieser in die Höhe steigt. Durchschneidet man schliesslich die Speiseröhre quer in der Höhe des Zungenbeins, so geht bei Reizung des Laryngeus bloss das Zungenbein nach oben, während der Kehlkopf jetzt in Ruhe bleibt.

Die Schluckbewegungen sieht man nicht bei einer so gerin-

gen Reizstärke eintreten, welche bloss Verlangsamung oder nur momentanen Stillstand der Respiration erzeugt, sondern nur bei grösserer Stromstärke. In Uebereinstimmung damit ist die schon früher gemachte Angabe, dass die kleinen Bewegungen des Thorax und Zwerchfells, welche wir bereits oben auf die Schluckbewegungen zurückführten, ebenfalls bloss bei starkem Reize eintreten. Durchschneidet man unterhalb des Larynx die Trachea und den Oesophagus quer, so dass ein Zug auf die Lungen und das Zwerchfell von ihnen nicht ausgeübt werden kann, so sind die während einer gewissen Zeit der Reizung stattfindenden Bewegungen des Kehlkopfs viel häufiger, weil jetzt der Letztere beim Aufsteigen durch das Gewicht der Lungen und durch das Zwerchfell nicht behindert wird. Dass hierbei die kleinen Bewegungen des Thorax und Zwerchfells fast aufhören, wurde schon früher bemerkt, eben so auch, dass die Kehlkopfbewegungen bloss in der Narcose auftreten, oder ausserhalb derselben nur dann, wenn die Sensibilität des Larynx geschwunden ist (s. Exp. VIII).

Nach den hier mitgetheilten Ergebnissen müssen wir es jetzt noch unentschieden lassen, ob die Schluckbewegungen durch die Reizung der hemmenden oder sensiblen Fasern, oder durch Reizung besonderer im Laryngeus vorhandener Fasern ausgelöst werden. Am einfachsten wäre es die Schluckbewegung als eine bei Schliessung der Glottis stattfindende Mitbewegung aufzufassen, eben so wie umgekehrt die Schliessung der Glottis und das active ¹⁾ Aufdrücken des Kehldeckels auf die Stimmritze beim Schlucken als eine Mitbewegung dieses Actes angesehen werden kann. Es würde nach dieser Vorstellung die Reizung des Laryngeus nicht nur auf die Schliessmuskeln der Glottis, sondern auch auf das Centrum der Schluckbewegungen übertragen werden. Eine Wahrscheinlichkeit hat diese Annahme dadurch, dass die Schluckbewegung erst bei stärkeren Reizen auftritt.

1) J. Moleschott, zur Naturlehre des Menschen etc. Jahrg. 1861, S. 491.

Kehren wir nun nach dieser Digression zur Hemmungsfunction des Laryngeus zurück. Einen Theil der bisher besprochenen Erscheinungen (Erschlaffung des Zwerchfells, kleine Bewegungen desselben und des Thorax, Contractionen der Bauchmuskeln, Verschluss der Stimmritze) sucht Rosenthal (l. c. p. 225) zur Erklärung des Mechanismus des Hustens zu verwenden. Er meint, dass, wenn ein fremder Körper oder irgend ein anderer Reiz die Stimmritze treffe, zuerst ein Verschluss derselben und eine Unterbrechung der Inspiration (der Zwerchfellsbewegung) stattfinde. Dadurch aber, dass die inspiratorische Thätigkeit ausfalle, können erst die Exspiratoren ihre volle Wirksamkeit entfalten, und letztere contrahiren sich stets, wenn der wirkende Reiz stark genug ist, ebenso wie man passive Bewegungen des Zwerchfells und Contractionen der Bauchmuskeln beim Experimente sieht, wenn man den Reiz verstärkt. Die kleinen Zusammenziehungen der Bauchmuskeln — für deren Ursache Rosenthal (l. c. p. 255) auch die Möglichkeit zugiebt, dass „noch eine einfache reflectorische Erregung expiratorischer Nerven (durch andere Fasern des Laryngeus) stattfinde“ — sollen, da die Stimmritze gleichzeitig geschlossen ist, die Detonationen des Hustens erzeugen. Ganz dasselbe soll stattfinden, wenn Schleim aus den Luftwegen durch Flimmerbewegungen bis an das Gebiet des Laryngeus befördert ist. Schliesslich, meint Rosenthal, habe der Husten durch Laryngeusreizung Nichts gemein mit dem willkürlich erzeugten: hier treten die expiratorischen Zusammenziehungen der Bauchmuskeln primär ein und drängen das Zwerchfell nach oben, bei Laryngeusreizung dagegen erschlaffe das Zwerchfell zuerst, und die Contractionen der Bauchmuskeln treten später auf.

Indessen so verständlich auch hier der Mechanismus des Hustens erläutert ist, so sprechen die bereits mitgetheilten Experimente doch gegen diese Auffassung. Wir abstrahiren von allen theoretischen Bedenken, die sich gegen diese Lehre erheben lassen und bemerken bloss, dass, wenn die kleinen Zu-

sammenziehungen der Bauchmuskeln jene Reihe von Detonationen erzeugen sollten, die den Husten characterisiren, wir ja durch Reizung des Laryngeus Husten erzeugen mussten. Denn die Thiere, an denen wir experimentirten, können ganz vernehmlich husten ¹⁾, bei Hunden kommt selbst Keuchhusten vor. Wir aber haben in keinem Falle, auch wo die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln ganz deutlich waren, Hustentöne gehört, die, wie ich denke, auch Rosenthal nicht gehört hat. Hätte er sie wahrgenommen, so würden wir es in seinen genau beschriebenen Versuchen, wo Zusammenziehungen der Bauchmuskeln häufig protocollirt sind, angegeben finden. Wenn Rosenthal nun gar einen Unterschied macht in dem Mechanismus, der beim willkührlichen und unwillkührlichen Husten stattfindet, so dürften bei der Neuheit dieses Ausspruches wenigstens Wahrscheinlichkeitsbeweise nicht fehlen. So weit wir es an uns selbst constatiren können, findet gar kein Unterschied in den Vorgängen des willkührlichen und unwillkührlichen Hustens statt. Auch alle übrigen modificirten Athembewegungen (Lachen, Seufzen, Niesen etc.), die wir willkührlich erzeugen können, sind in ihrem Mechanismus, so viel Selbstbeobachtungen lehren, ganz gleich mit den unwillkührlichen.

Wenn wir auch aus diesen Gründen den oben beschriebenen Mechanismus des Hustens nicht gelten lassen können, so ist die Thatsache, dass bei Reizung des Laryngeus kein Husten eintritt, als solche nichts desto weniger auffallend. Man mag einen oder beide Nerven reizen, mit starken oder schwachen Strömen, inner- oder ausserhalb der Narcose, niemals hört man Husten. Es liegt nun nahe zu versuchen, ob Reizung der Schleimhaut, in welcher der Laryngeus sich verbreitet, Husten erzeugt. Zu diesem Zweck haben wir den Larynx unterhalb des Zungenbeins eröffnet und die Schleimhaut, um den Reiz auf bestimmte Localitäten beschränken zu können, anfangs

1) Pathologie und Therapie der nutzbaren Hausthiere von Dr. M. F. Röhl, Wien 1856, p. 410 etc.

ausschliesslich mechanisch, später auch chemisch gereizt. Es ergab sich dabei, dass die Schleimhaut des Kehlkopfs bis zur Stimmritze selbst auf mechanische Reize keine Hustenbewegungen auslöst. Es schliesst sich bloss die Stimmritze bei den erstmaligen Berührungen auf kurze Zeit, bei wiederholter Berührung geschah auch das manchmal nicht. Ebenso wenig hatte eine durch die Stimmritze eingeführte und an den verschiedenen Theilen der Trachealschleimhaut hin- und hergeführte Sonde irgend welchen Erfolg; manchmal, aber selten, erfolgte hierbei ein schärferes hauchendes, aber durchaus nicht als Husten zu deutendes Geräusch. Da die Erfolglosigkeit dieser an mehreren Thieren angestellten Versuche möglicherweise von der Narcose, die ja bekanntlich den Husten bedeutend mindert, abhängen mochte, experimentirten wir in derselben Weise an nicht narcotisirten Thieren. Aber der Erfolg war ganz der frühere: Verschluss der Stimmritze bei Berührung der Larynxschleimhaut, der aber später auch manchmal ausblieb; nur selten ein schärferes Hauchen bei Berührung der Trachealschleimhaut.

Bei genauer Durchsicht mehrerer von solchen Versuchen gewonnener Protocolle gelangten wir einerseits zum Schluss, dass der Larynx und die Trachea auf mechanische Reize mit Husten nicht reagiren, bemerkten aber dabei, indem die einzelnen Experimente uns wieder in die Erinnerung traten, dass der unter den wahren Stimmbändern gelegene, allerdings sehr kleine Theil des Larynx vom Reize nicht getroffen sein mochte. Denn indem wir, bei der Lage des Thieres auf dem Rücken, die Sonde 1—1½ Zoll weit horizontal durch die Stimmritze schoben, konnte die Spitze derselben meist nur die Trachea berührt haben. Es blieb uns daher noch übrig, den kleinen unter den wahren Stimmbändern gelegenen Theil des Larynx mechanisch zu reizen. Wir haben deshalb während der Inspiration die Sonde durch die Stimmritze von oben nach unten auf die Schleimhaut der hintern Kehlkopfwand gebracht. Der Erfolg war bei narcoti-

sirten Thieren ein undeutlicher, aber bei nicht narcotisirten trat bei jedesmaliger Berührung ein kräftiger laut tönender Hustenschall ein; so oft wir diese Stelle berührten, bis zu 20 Mal an demselben Thierte, immer waren die Hustenstösse deutlich vernehmbar und kräftig.

Es lag uns jetzt noch ob, festzustellen, wie weit der auf Husten so empfindlich reagirende Theil sich erstreckte. Wir haben zu diesem Zweck am fünften Ringe der Trachea einen Einstich gemacht und durch ihn eine Sonde mit den verschiedensten Theilen der Trachealschleimhaut in Berührung gebracht. Nachdem wir uns nochmals überzeugten, dass letztere auf Reize nicht reagire, wurde von der Einstichsöffnung bis zum ersten Knorpelring ein ziemlich breites Fenster ausgeschnitten; der untere Theil des Larynx bis zur Stimmritze konnte jetzt deutlich gesehen werden. Sobald wir mit der Sonde den untern Rand der Cartilago cricoidea überschritten hatten, traten sofort heftige Hustenstösse ein. Diese empfindliche Stelle reicht nach oben nicht ganz bis zum freien Rande der wahren Stimmbänder. Ein kleiner Strich, wohl eine Linie vom freien Rande entfernt und mit ihm parallel laufend, gab keinen Husten. Dagegen schloss sich hier bei der Berührung die Stimmritze so fest, dass manchmal die Sonde oder eine Federfahne fest eingeklemmt wurde. Dieses letztere erhält man besonders dann leicht, wenn man den Larynx unterhalb des Zungenbeins eröffnet, und eine Federfahne nicht zu tief an die untere Fläche der wahren Stimmbänder führt. Es zeigte sich ferner, dass an der vordern und seitlichen Wand die Empfänglichkeit der Kehlkopfschleimhaut für Reize nach oftmaliger Berührung früher schwindet als an der hintern Wand; hier, unmittelbar unter der Stelle, welche die Glottis respiratoria nach hinten begränzt, war die Empfänglichkeit am grössten und am längsten erhalten. Auch nach 1½ Stunden, nach häufig vorangegangenen Versuchen, konnten wir hier durch eine leise Berührung noch Husten erzeugen.

Auch chemisch (concentrirte Salzlösung) haben wir den Larynx und die Trachea gereizt. Wenn die Lösung bloss den obern Theil des Kehlkopfs oder die Trachea benetzte, fehlte der Husten. Letzterer trat dagegen sehr heftig ein, wenn die Flüssigkeit auf die unter den wahren Stimmbändern befindliche Kehlkopfschleimhaut gebracht wurde oder von oben durch die Stimmritze hinabgeflossen war.

Um nun zu eruiren, durch welche Nerven der Husten vermittelt werde, durchschnitten wir einmal die Laryngei, dann wieder den Sympathicus, den Vagus (natürlich unter der Abgangsstelle des Laryngeus). Nach der ersten Operation konnten wir auf keine Weise mehr Husten hervorbringen; das Spiel der wahren Stimmbänder bei der In- und Expiration war ganz wie früher. Dagegen schloss sich die Stimmritze bei Berührung der oberen Kehlkopfschleimhaut nicht mehr. Nach der Durchschneidung beider Vagi¹⁾ und Sympathici dagegen waren die Hustentöne auf Reizung der betreffenden Stelle deutlich und kraftvoll, wenn auch im Klange etwas modificirt.

Betrachten wir die mitgetheilten Ergebnisse im Ganzen, so haben wir bei Berührung der oberen Larynxschleimhaut nur einen kurzdauernden Verschluss der Stimmritze, aber keinen

1) W. Krimer (Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens mit Beziehung auf die Lehren vom Athemholen und vom Croup, Leipzig 1819) konnte nach Durchschneidung beider Vagi keinen Husten mehr bewirken, wahrscheinlich weil die Reize nicht die untere Kehlkopfschleimhaut getroffen hatten. Die Durchschneidung der Nerven scheint er (eine genaue Angabe fehlt) unterhalb des Laryngeus gemacht zu haben. Denn er legte bei seinen Versuchen meist die Trachea und den Laryngeus inferior frei. Einmal (l. c. S. 19) scheint es wohl, dass die Reize bis zur untern Kehlkopfschleimhaut gelangt sind. Es trat auch Husten ein, aber leider waren die Vagi hier noch erhalten, und Krimer bezog daher die Wirkung auf diese Nerven. Auf welche Weise aber Krimer und auch Romberg (Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Bd. I. Berlin 1855. S. 429) bei Reizung des Vagus Husten — nach Krimer einen 10 Minuten dauernden, dem Keuchhusten der Kinder an Heftigkeit gleichkommenden Husten (l. c. S. 20 und 21) — erhalten haben konnten, ist schwer zu sagen. Wir haben bei mechanischer, electrischer Reizung des Vagus niemals Hustentöne gehört.

Husten erhalten. Letzterer fehlte auch bei Reizung der Trachealschleimhaut und trat nur ein, wenn die unter den wahren Stimmbändern befindliche Schleimhaut des Larynx bei intactem Laryngeus gereizt wurde. Reizung des Laryngeus allein dagegen gab wieder keinen Husten. Der Schluss aus diesen That- sachen ist nun zunächst der, dass die Fasern, die Hustenbewegungen auslösen, im Laryngeus vorhanden sind, und es entsteht die Frage, warum bei Reizung des Nervenstammes kein Husten entsteht. Man könnte denken, dass ein krampfhafter Verschluss der Glottis stattfindet. Allein diese Annahme wird widerlegt dadurch, dass auch nach angelegter Trachealfistel die Reizung des Stammes des Laryngeus keinen Husten giebt. Es bleibt nur die Annahme, dass wir es hier mit einem ähnlichen Ver- hältniss in den Endausbreitungen des Nerven zu thun haben, wie an den Hautstellen, welche gegen Kitzel empfindlich sind, da die gereizten Nervenstämmе solcher Stellen ebenfalls nicht diese Erscheinungen geben. Aber da der Laryngeus sich in der ganzen Larynxschleimhaut verbreitet, da Berührung des obern Theils des Larynx bloss einen Verschluss der Stimmritze und eine Unterbrechung der Respiration erzeugt, Erscheinungen, welche wir auch bei Reizung des Nervenstammes in der Narcose, nur länger dauernd, haben; da dagegen Berührung des untern Theils des Larynx Husten auslöst, so müssen wir im Laryngeus Fasern doppelter Art annehmen, hemmende, die zum obern Theil des Larynx gehn, und sensible, die im untern Theil der Larynxschleimhaut ihr Ende haben, und die an ihren Endaus- breitungen gereizt Husten, im Stamm dagegen gereizt Schmerz bewirken. Dass die Unterbrechung der Respiration bei Reizung des Nervenstammes in der Narcose des Thieres länger dauert, als bei Berührung der obern Kehlkopfschleimhaut, rührt daher, dass im letzten Falle der Reiz ein viel geringerer ist. Wir sind hier auf ganz anderem Wege wieder zu dem Schluss gekommen, dass im Laryngeus Fasern doppelter Art sind, die im Stamm allerdings vereinigt, an den Endausbreitungen dagegen getrennt

sind. Unsere bereits früher gemachte Annahme von specifisch hemmenden Fasern gewinnt dadurch noch mehr an Halt.

Wir müssen noch einem Einwande begegnen, der bei oberflächlicher Betrachtung unsere Schlussfolgerung als irrig erscheinen lassen könnte. Es tritt der Laryngeus bei Katzen durch die *Cartilago thyreoidea* unmittelbar unter den wahren Stimmbändern zur Schleimhaut des Kehlkopfes. Es könnte nun scheinen, dass Husten bei Reizung der obern Kehlkopfschleimhaut deshalb nicht eintritt, weil dieser Nerv sich hier gar nicht verbreitet. Allein bei Hunden tritt der Laryngeus wie beim Menschen durch die *Membrana hyothyreoidea* zur Kehlkopfschleimhaut, und die Erscheinungen sind hier ganz dieselben, wie bei Katzen. Ferner erhält die Kehlkopfschleimhaut bei Katzen ausser dem Laryngeus keinen andern Nerven. Spaltet man vorsichtig den Schildknorpel an der Durchschnitsstelle des Laryngeus, so sieht man übrigens auch, dass derselbe sich in zwei Aeste spaltet, von denen der eine, so weit man ihn mit unbewaffnetem Auge verfolgen kann, nach oben sich begiebt. Wir können daher als sicheren Erwerb unserer Untersuchungen ansehen, dass, obgleich der Laryngeus die ganze Kehlkopfschleimhaut versieht, doch nur der unter den wahren Stimmbändern gelegene Theil auf Reize mit Husten antwortet; dass dagegen Reize, auf den obern Theil der Larynxschleimhaut applicirt, bloss einen zeitweiligen Verschluss der Stimmritze und eine Unterbrechung der Respiration bewirken.

Von grossem Interesse wäre es, zu wissen, ob auch beim Menschen die hemmenden und sensiblen Fasern des Laryngeus in ihren Endausbreitungen getrennt sind. Die herkömmliche Ansicht über die grosse Sensibilität des Larynx scheint dagegen zu sprechen. Ob jedoch diese grosse Empfindlichkeit bloss der untern, oder der ganzen Larynxschleimhaut eigenthümlich ist, wurde bis jetzt nicht streng unterschieden. Den einen Theil unserer an Thieren gemachten Erfahrungen, nämlich dass Reizung der Trachea nicht, die des untern Larynx dagegen wohl

Husten erzeuge, können wir unbedingt auch auf den Menschen übertragen. Dieses beweist eine von Hyrtl¹⁾ gemachte Angabe. Hyrtl beobachtete einen Geisteskranken mit einer erbsengrossen Trachealfistel, welche derselbe durch eine Schnittwunde sich beigebracht hatte. Er beschreibt, wie die Sprachbildung nur bei geschlossener Fistel möglich war und fährt nach manchen praktischen Bemerkungen fort: „An demselben Kranken konnte ich beobachten, wie sehr die Sensibilität der Schleimhaut der Lufttröhre gegen jene des Kehlkopfs zurücksteht. Eine Borste konnte längs der hintern Trachealwand, ohne Hustenreiz, 3 Zoll fortgeführt werden, während bei ihrer Aufwärtsbewegung, im Moment des Anstossens an die Stimmritzenbänder, ein heftiger und erschütternder Hustenanfall erfolgte“. Hyrtl spricht allerdings hier von der Sensibilität des Larynx überhaupt; allein er konnte doch nur den untern Theil des letztern berührt haben.

Für die Frage, ob auch beim Menschen die Reizung der obern Kehlkopfschleimhaut keinen Husten auslöse, liegen einige Erfahrungen vor, die theils dagegen, theils dafür sprechen. v. Bruns²⁾, der zwei Kehlkopfpolyphen ohne blutige Eröffnung der Luftwege durch kleine in den Kehlkopf vom Munde aus eingeführte schneidende Instrumente entfernte, hat bei dieser Gelegenheit auch die benachbarten Theile mit Dräthen auf ihre Sensibilität geprüft und gefunden, dass die hintere (untere) Fläche des Kehldeckels bei der leisesten Berührung Husten erzeugt. Ebenso empfindlich war die Gegend der falschen Stimmblätter. Die leiseste Berührung bewirkte Husten, ja selbst die blossе Annäherung ohne wirkliche Berührung soll der Kranke schon empfunden haben. Die wahren Stimmblätter dagegen reagirten viel weniger. Hatte v. Bruns einen Drath (oder In-

1) Handbuch der topographischen Anatomie, Wien 1857, S. 412.

2) Die erste Ausrottung eines Polyphen in der Kehlkopfhöhle durch Zerschneiden ohne blutige Eröffnung der Luftwege u. s. w. Tübingen 1862, p. 23 etc.

strumente) mit glatter Oberfläche bis in den untern Kehlkopf-
raum durch die Stimmritze geführt, und zog sich die Glottis
aus irgend einer Veranlassung um diesen Drath zusammen, so
trat doch kein Husten ein. Dagegen wurde hierbei der Drath
so fest von den wahren Stimmbändern gefasst, dass die den
Drath haltende Hand dies deutlich empfand; auch der Kranke
selbst fühlte es deutlich und verspürte dabei weder Schmerz
noch Hustenreiz. (Dieses stimmt ganz überein mit dem von
uns p. 26 Mitgetheilten). Husten trat dagegen augenblicklich
ein, sobald an der von den Stimmbändern umfassten Stelle des
Drathes oder Instrumentes die kleinsten Hervorragungen, Spi-
tzen oder Rauigkeiten sich befanden.

Nach diesen Angaben wäre also der grösste Theil der Kehlkopfschleimhaut von sensiblen und nur ein kleiner Theil der Schleimhaut der untern Stimmbänder von hemmenden Fasern versorgt. Der feste Verschluss der Stimmritze ohne Hustenreiz bei Berührung der wahren Stimmbänder ist ganz entsprechend dem, was wir bei Reizung des Laryngeus in der Narcose des Thieres gefunden haben. Dass nur bei Körpern mit glatter Oberfläche Husten ausblieb, bei den mit Rauigkeiten oder Spitzen besetzten Körpern dagegen Husten eintrat, mag davon herrühren, dass in den Fällen, wo v. Bruns ein mit Hervorragungen versehenes Instrument (oder Sonde) durch die Stimmritze geführt hatte, die unter den wahren Stimmbändern befindliche Kehlkopfschleimhaut, welche nach Hyrtl's Mittheilung so leicht auf Husten reagirt, getroffen worden ist. Dieses ist um so wahrscheinlicher, als v. Bruns von der Empfindlichkeit der letztgenannten Stelle gegen Husten gar nicht spricht, obgleich er sie doch manchmal mit der durch die Stimmritze geschobenen Sonde ziemlich gewiss berührt hat.

Es liegen übrigens noch einige Erfahrungen vor, die mit den Angaben v. Bruns' über die grosse Empfindlichkeit der obern Kehlkopfschleimhaut nicht übereinstimmen und vielmehr dafür sprechen, dass auch beim Menschen dieser Theil des

Larynx bloss von hemmenden Fasern versorgt wird. Ebert, Pserhofer, Wintrich ¹⁾ haben bei Inhalationen von reizenden Pulvern eine geringe Reizbarkeit der Kehlkopfschleimhaut gefunden; so theilt Wintrich mit, „dass man ziemlich grosse Dosen Höllenstein mit etwa der 4–8-fachen Menge Milchzucker (beide Stoffe fein gepulvert) ohne allen Hustenreiz kann inhaliren lassen,“ und dass er selbst diese Stoffe inhalirte, um die Wirkung auf eine gesunde Schleimhaut zu prüfen, dabei aber „nur ein paar Male etwas Hustenreiz“ spürte. Auch folgende Thatsache liesse sich zu Gunsten dessen, dass Reizung der oberen Kehlkopfschleimhaut keinen Husten erzeugt, anführen. Czermak ²⁾ hat dargethan, dass der Epiglottiswulst (der nach innen convex vorspringende Theil des Kehldeckels) beim Drängen, Schlingen noch convexer nach innen vorspringend auf die geschlossene Glottis fest aufgedrückt wird. Ludwig ³⁾ macht hierbei die richtige Bemerkung: „Auffallend ist es, dass bei dieser kräftigen Berührung der obern Glottisfläche kein Hustenanfall erzeugt wird, den doch jeder eindringende Bissen hervorbringt“. Diese Erscheinungen sind mit den Angaben v. Bruns' schwer zu vereinigen, wenn man nicht etwa annehmen will, dass ein Druck anders wirke, als eine Berührung. Der Einwand kann jedenfalls nicht gemacht werden, dass der Druck der Epiglottis anders wirke, als der eines fremden Körpers; ein verlängertes Zäpfchen bewirkt ebenso Schlingbewegungen, wie ein anderer durch einen fremden Körper ausgeübter Reiz, Speichel ebenso wie eingeführte Flüssigkeit. Es ist zu wünschen, dass bei vorkommenden Verwundungsfällen oberhalb der Glottis diese noch nicht ganz erledigte Angelegenheit experimentell zum Abschluss gebracht werde.

1) Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie, redigirt von Rud. Virchow, Bd. V, 1. Abtheilung, Erlangen 1854, p. 185.

2) Moleschott, zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Jahrgang 1862, p. 489 etc.

3) Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Leipzig und Heidelberg 1858, Th. II, p. 609.

Möge jedoch die Entscheidung dieser Frage zu Gunsten der einen oder der andern Angabe ausfallen, so viel geht aus dem Mitgetheilten schon jetzt hervor, dass auch im Laryngeus des Menschen hemmende Fasern vorkommen, und dass diese auf getrennten Orten endigen, wenn auch die Localität, an der die Endausbreitung stattfindet, verschieden von der der Katze ist.

Auf das Vorhandensein von specifischen, hemmenden Fasern im Laryngeus können wir schliesslich noch folgende Erscheinung zurückführen. Wir wissen aus den Untersuchungen Davy's¹⁾, dass reine Kohlensäure, oder eine Luft, die 60 Volum % Kohlensäure enthält, nicht eingeathmet werden kann, weil die Stimmritze sich schliesst, dass aber eine Mischung von geringerem Kohlensäuregehalt eingeathmet werden kann, ohne Husten zu erzeugen. Der Verschluss der Glottis ist hier jedenfalls durch Reizung des Laryngeus superior vermittelt. Gewöhnlich aber erzeugt eine Reizung dieses Nerven Husten. Man könnte glauben, dass der Mangel des Hustens von einem Krampf der Glottismuskeln bedingt werde, wodurch die Luft nicht ausgetrieben, also Husten nicht erzeugt werden könne. Allein ein Krampf der kleinen Glottismuskeln müsste doch durch Contractionen der Bauchmuskeln überwunden werden; denn letztere, welche sich bei jeder andern Reizung der Larynxschleimhaut gewöhnlich contrahiren und den Verschluss der Glottis öffnen, müssten hier, bei so starkem Reize, um so kräftiger sich zusammenziehen. Ausserdem müsste doch ein Gas, welches in starker Concentration inhalirt so sehr auf die Schleimhaut des Kehlkopfs wirkt, dass ein Krampf der Kehlkopfmuskeln und dadurch kein Husten eintritt, in einer Concentration eingeathmet, bei welcher der hypothetische Krampf nicht mehr entsteht, Husten bewirken. Wenn dieses aber nicht der Fall ist, wenn wir bei Versuchen, reine Kohlensäure oder eine an Kohlensäure reiche Luft zu inhaliren,

1) Humphry Davy's chemische und physiologische Untersuchungen über das oxydirte Gas und das Athmen desselben. Aus dem Englischen übersetzt. Lemgo 1814, Th. II, S. 178.

einen Verschluss der Stimmritze und ein Unvermögen zu inspiriren, also Erscheinungen sehen, wie sie bei directer Reizung des Laryngeus in der Narcose auftreten, so muss man annehmen, dass die Kohlensäure nur auf die Endausbreitungen der hemmenden und nicht auf die der sensiblen Fasern wirke und mithin einen specifischen Reiz darstelle. Dass ein geringerer Gehalt der Luft an Kohlensäure die Inspiration nicht unterdrücke, mag davon herühren, dass die hierbei ausgeübte Reizung zu gering ist, um den vom Blute gegebenen Reiz zur Inspiration zu überbieten.

Es braucht wohl kaum noch bemerkt zu werden, dass die eben angedeutete Ansicht von der Wirkungsweise der Kohlensäure, so lange Experimente in dieser Richtung noch nicht angestellt sind, nur hypothetischen Werth hat. Allein sie schliesst sich am besten der Thatsache an, dass ein Theil des Larynx auf Reiz Stillstand der Respiration und Verschluss der Glottis, ein anderer Theil dagegen Husten bewirkt.

Zur Begründung des bis jetzt Mitgetheilten mögen wieder einige von vielen mit ganz demselben Erfolge angestellten Experimenten folgen.

Exp. III. Grosser, 3 Jahr alter Kater, auf dem Rücken befestigt, der linke Laryngeus frei präparirt, Reizung des Nerven bei 18 Cm. Rollenabstand, die 6 Secunden dauerte: Respirationstillstand nicht deutlich wegen der Bewegungen des Thieres; mehrere Mal dasselbe mit gleichem Erfolge wiederholt.

2 Scrupel Opiumtinctur in die linke vena jugularis injicirt, die Bauchhöhle durch einen Kreuzschnitt geöffnet.

Reizung des Nerven bei 6 Cm. Rollenabstand: Stillstand während 14 Secunden; kleine Bewegungen des Zwerchfells und Thorax deutlich vorhanden.

Dasselbe mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt.

Durchschneidung der Bauchmuskeln bis zur Wirbelsäule; Reizung bei 6 Cm. Rollenabstand: kleine Bewegungen des Thorax und Zwerchfells vorhanden und nicht merklich schwächer als früher.

Trennung des Larynx vom Zungenbein; Rollenabstand 6 Cm.: Stillstand bei der Reizung dauert 10 Secunden; Stimmritze geschlossen; der Kehlkopf steigt auf und ab; kleine Bewegungen vorhanden.

Der rechte Laryngeus wird frei präparirt, Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand giebt einen dem früheren ganz gleichen Erfolg.

Der Oesophagus wird in der Höhe der Cart. thyreoidea quer durchschnitten; Reizung bei 8 Cm. Rollenabst.: die kleinen Bewegungen des Zwerchfells fast gar nicht zu sehen, am Thorax sind sie viel schwächer. Das Zungenbein steigt auf und ab.

Reizung bei 6 Cm. Rollenabstand giebt denselben Erfolg; der Stillstand der Respiration dauert 12 Secund.; dasselbe bei öfters wiederholter Reizung.

Der rechte Laryngeus wird fünf Mal von der Peripherie bis zur Abgangsstelle vom Vagus gequetscht: jedes Mal tritt ein Auf- und Abwärtssteigen des Zungenbeins ein.

Exp. IV. Mittelgrosse, zwei Jahr alte Katze, auf dem Rücken befestigt, durch Opiumtinctur (2 Scrupel) betäubt; der Larynx vom Zungenbein getrennt und blossgelegt. Berührung der verschiedensten Stellen der Larynxschleimhaut erzeugt einen kurz dauernden Verschluss und Unterbrechung der Respiration, aber keinen Husten. Letzterer fehlt auch, wenn eine durch die Stimmritze geführte und zwei Zoll vorgeschobene Sonde die Trachea an den verschiedensten Stellen berührt. Manchmal tritt ein etwas schärferes Expirationsgeräusch ein.

Der linke Laryngeus frei präparirt und unterbunden. Das Spiel der wahren Stimmbänder geht bei der Respiration ungestört fort. Wird die Schleimhaut der linken Hälfte des Kehlkopfs berührt, so tritt kein Verschluss der Stimmritze ein, sondern die Respiration geht ungestört fort; Berührung der rechten Seite der Kehlkopfschleimhaut erzeugt wie früher einen kurz dauernden Verschluss der Stimmritze. Reizung des Nerven bei 8 Cm. Rollenabst.: Expirationspause dauert 16 Sec.; kleine Bewegungen des Thorax, Auf- und Abwärtssteigen des Kehlkopfs, Verschluss der Glottis; Eröffnung des Bauchfells durch einen Kreuzschnitt, Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand hat denselben Erfolg.

Die Bauchmuskeln werden bis zur Wirbelsäule durchschnitten. Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand: Stillstand der Respiration während 14 Sec.; kleine Bewegungen des Thorax und Zwerchfells vorhanden.

Der Oesophagus wird in der Höhe der Cart. thyreoidea quer durchschnitten; Reizung bei 6 Cm. Rollenabst.: Expirationspause während 12 Sec.; kleine Bewegungen des Zwerchfells fast gar nicht zu sehn, die Bewegungen des Thorax sehr gering. Das Zungenbein steigt fortwährend auf und ab.

Der Laryngeus wird 3 Mal mit der Pincette gequetscht, und jedes Mal treten deutliche Contractionen der Rachenschneider ein.

Der rechte Laryngeus wird frei präparirt; die Mundhöhle passend geöffnet erhalten, so dass man den weichen Gaumen, die vordern Gaumenbögen sehen kann. Bei jedesmaliger Quetschung (5 Mal) des Laryngeus sind Bewegungen dieser Theile deutlich zu sehn.

Exp. V. Grosser, 2 Jahr alter Kater, auf dem Rücken befestigt, 2 Scrupel Opiuntinctur in die V. jugularis sin. injicirt; der linke Laryngeus frei präparirt; die Sternomastoidei blossgelegt. Reizung bei 10 Cm. Rollenabst.: Stillstand der Respiration dauert 18 Sec.; während dieser Zeit werden 8 Schlingbewegungen und 8 kleine Bewegungen des Thorax gemacht, wobei man die Mm. sternomastoidei sich contrahiren sieht.

Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand: 10 Schlingbewegungen und 10 kleine Bewegungen des Thorax während des 22 Sec. langen Stillstandes der Respiration.

Reizung bei 8 Cm. Rollenabstand: Exspirationspause dauert 15 Sec.; 8 Schlingbewegungen und eben so viele kleine Bewegungen des Thorax; Contractionen der Mm. sternomastoidei sind bei diesen immer zu sehen.

Die Trachea und der Oesophagus in der Höhe des ersten Knorpelringes quer durchschnitten; die Trachea zieht sich ziemlich stark nach unten zurück; Reizung bei 8 Cm. Rollenabst.: Exspirationspause dauert 20 Sec.; 15 Schluckbewegungen, und eben so häufig sind die Bewegungen des Thorax, die viel unbedeutender sind als früher.

Reizung bei 6 Cm. Rollenabst.: Stillstand der Respiration während 15 Sec.; 11 Schlingbewegungen und eben so viele sehr schwache Bewegungen des Thorax.

Wiederholte Reizung bei unverändertem Rollenabstand: Exspirationspause dauert 20 Sec.; 13 Schlingbewegungen und eben so viele Thoraxbewegungen, die sehr schwach sind; Contractionen der Mm. sternomastoidei waren bei allen Reizversuchen zu sehn.

Die Bauchhöhle in der linea alba eröffnet; Reizung bei 8 Cm. Rollenabst.: Stillstand dauert 10 Sec.; Bewegungen des Zwerchfells fast gar nicht wahrzunehmen, Bewegungen des Thorax sehr gering; Schluckbewegungen werden fortwährend gemacht.

Oftmalige Reizung hatte stets denselben Erfolg.

Exp. VI. Grosse, 2 Jahr alte Katze, auf dem Rücken befestigt, nicht narcotisirt; beide Laryngei frei präparirt. Der Kehlkopf unterhalb des Zungenbeins eröffnet. Mechanische Berührung der Schleimhaut bis zur Glottis erzeugt einen kurze Zeit dauernden Verschluss der letztern, aber keinen Husten; dasselbe ist der Fall, wenn die hintere Fläche des Kehlkopfs gereizt wird. Concentrirte Salzlösung auf die Schleimhaut des

Kehlkopfs bis zur Stimmritze gebracht, ruft ebenfalls nicht Husten hervor. Berührung der untern Fläche der wahren Stimmbänder in der Nähe der freien Ränder bewirkt einen festen Verschluss der Glottis, so dass eine Federfahne fest eingeklemmt wird. Berührung der Cart. cricoidea durch die Glottis hindurch erzeugt einen lauten erschütternden Husten. Dieser erfolgt constant bei einer jedesmaligen Berührung der ganzen Schleimhaut der Cart. cricoidea und der Schleimhaut desjenigen Theils der Cart. thyreoidea, welcher unterhalb der wahren Stimmbänder liegt.

Das Thier wird durch eine Drachme Opiumtinctur in tiefe Narcose versetzt. Reizung der zuletzt genannten Stellen erzeugt jetzt keinen Husten mehr.

Exp. VII. Mittelgrosse, 2 Jahr alte Katze, auf dem Rücken befestigt, nicht narcotisirt. Es wird ein kleiner Einschnitt am 5. Knorpelring der Trachea gemacht, eine Sonde durch diese Oeffnung geführt und längs der Wand der Trachea, nach unten und nach oben bis zur Cart. cricoidea, hin- und herbewegt, ohne dass Husten entsteht. Beim Ueberschreiten des untern Randes des Ringknorpels entsteht sofort ein lauttönender Husten.

Von der Einstichsöffnung bis zum ersten Knorpelring wird ein breites Fenster ausgeschnitten, so dass die Stimmritze von unten deutlich sichtbar ist. Berührung der Trachealschleimhaut hatte wieder keinen Erfolg. Berührung der Schleimhaut auf der Cart. cricoidea und der thyreoidea bis zu den untern Stimmbändern brachte jedesmal Husten hervor.

Der linke Vagus wird unterhalb des Abganges des Laryngeus durchschnitten; auf Berührung der Schleimhaut der linken untern Kehlkopfwand erfolgt jedes Mal Husten; dasselbe findet statt nach Durchschneidung des rechten Vagus und bei Berührung der Schleimhaut der rechten Hälfte der Cart. cricoidea und thyreoidea bis zu den wahren Stimmbändern. Nach Durchschneidung beider Sympathici ist Husten mittelst Berührung eben so leicht zu erzeugen.

1½ Stunden später, als die Respirationsfrequenz, die vor der Durchschneidung der Vagi 30 in der Minute betrug, auf 14 gesunken war, hatte eine jede Berührung der Schleimhaut, die an der hintern Wand des untern Kehlkopfs sich befindet, noch Husten zur Folge. Bei der vordern und seitlichen Wand trat Husten erst nach oftmaliger Berührung ein.

Exp. VIII. Grosser, 3 Jahr alter Kater, nicht narcotisirt; beide Laryngei frei präparirt; unter den linken ein Faden geführt; der Larynx unterhalb des Zungenbeins eröffnet. Berührung der Larynxschleimhaut bis zur Glottis brachte keinen Husten hervor, sondern nur Verschluss der letztern. Eine durch die Stimmritze zur hintern Kehlkopfwand vorgeschobene Federfahne erzeugte Husten. Der linke Laryngeus wird mit der Ligatur umschnürt: lautes Schreien des Thieres, keine Schluckbewegung.

Die Stimmbänder der linken eben so wie der rechten Seite bewegen sich jetzt ganz wie vor der Umschnürung, bei der Inspiration nach aussen, bei der Expiration nach innen. Auf Berührung der Schleimhaut der linken Kehlkopfseite erfolgt jetzt kein Verschluss der Stimmritze, die bei Berührung der rechten wohl eintritt.

Vom fünften Knorpelring der Trachea wird bis zum ersten ein breites Fenster ausgeschnitten; die Stimmritze ist von unten sichtbar. Auf Berührung der Schleimhaut der linken Hälfte der Cart. cricoidea und des linken untern Theils der thyreoidea tritt kein Husten ein, der laut bei der gleichen Irritation auf der rechten Seite sogleich zu hören ist. Nach Durchschneidung des rechten N. recurrens, wobei das rechte Stimmband unbeweglich wird, tritt bei Berührung der betreffenden Theile dieser Seite deutlicher Husten ein.

Mehrmalige Reizung der Trachea mittelst concentrirter Kochsalzlösung erzeugt keinen Husten.

Fünfmaliges Quetschen des rechten Laryngeus mit der Pinzette bis zum Plexus nodosus hatte jedes Mal Schlingbewegung zur Folge und keine Schmerzzeichen. Bei dreimaligem Quetschen des linken Laryngeus von der Unterbindungsstelle bis zum Knotengeflecht traten ebenfalls Schlingbewegungen ein, und jede Schmerzäußerung blieb aus. Reizung der unter den wahren Stimmbändern gelegenen Larynxschleimhaut vermochte nicht mehr Husten zu erzeugen.

Bei dem veränderten Respirationsmodus, den wir bei Reizung des Laryngeus kennen gelernt haben, ist zu erwarten, dass auch die Herzthätigkeit eine Veränderung erleide. Nach Einbrodt's¹⁾ Untersuchungen müsste eine Verlangsamung des Herzschlages eintreten, da wir es ja hier mit einem 30 bis 40 Millimeter Quecksilber nicht übersteigenden Expirationsdruck zu thun haben. In der That findet man, wenn die Expirationspause nicht weniger als 10 Secunden dauert, die Zahl der Herzcontractionen unzweideutig verringert. Man kann dies theils durch Palpation, theils durch Auscultation feststellen. Bei der letzteren Untersuchungsmethode ergibt sich ausserdem, dass während die Herzschläge seltener werden, sie auch zugleich

1) J. Moleschott Untersuchungen zur Naturlehre u. s. w. Jahrgang 1860, p. 265 etc.

stärker, die Herztöne viel deutlicher, lauter werden. Die Verlangsamung und Verstärkung der Herzschläge treten nicht gleichzeitig mit dem Beginn der Reizung oder der Expirationspause ein, sondern es erfolgen erst 8—15 Schläge im frühern, schnellern Tempo; ebenso überdauern sie die Reizung oder die Pause um einige (5—10) Schläge.

Als Ursache dieser Erscheinung müssen wir, wie es bereits Einbrodt angegeben, eine Vagusreizung, bedingt durch einen in Folge des behinderten Rückflusses des Venenbluts erzeugten Hirndruck, annehmen. Dass nach Durchschneidung der Vagi die Verlangsamung der Herzcontractionen bei Reizung des Laryngeus ausbleibt, spricht weniger dafür, als der Umstand, dass die veränderte Schlagfolge des Herzens später eintritt und länger dauert, als der Stillstand der Respiration. Auch auf dem Wege der Exclusion können wir die Annahme, dass eine durch Hirndruck erzeugte Vagusreizung die Verlangsamung bedinge, begründen. Man könnte nämlich denken, dass die Reizung der hemmenden oder sensiblen Fasern des Laryngeus in der Medulla oblongata übertragen werde auf die Ursprungszellen der Herzfasern des Vagus. Aber hierbei dürfte, wegen der Leitungsgeschwindigkeit der Nerven, kein so grosser Zeitraum zwischen dem Eintritt der Expirationspause und der Verlangsamung der Herzaction eintreten. Eine andere Möglichkeit wäre die, dass die Verlangsamung in Folge einer durch den Electrotonus bedingten Reizung der zum Herzen laufenden Vagusfasern stattfindet¹⁾. Jedoch wir sehen (s. Tab. VI, 2, 3), dass die Durchschneidung des betreffenden Vagus den Erfolg der Laryngeusreizung gar nicht alterirt. Erwähnt sei schliesslich noch die Möglichkeit, dass die zum Gehirn laufenden, die

1) Moleschott (Untersuchungen zur Naturlehre u. s. w., Jahrgang 1860, p. 445 und 1861, p. 85), will an Fröschen bei mässig starker Reizung des Laryngeus auf electrotonischem Wege eine Frequenzvermehrung des Herzschlages, bei sehr starker lang anhaltender Reizung einen Stillstand beobachtet haben.

Herzbewegung hemmenden Vagusfasern, die v. Bezold¹⁾ gefunden, durch den Electrotonus die Verlangsamung erzeugen könnten. Eine directe Widerlegung dieses Einwandes ist allerdings nur mittelst des Tetanomotors möglich. Doch da in Einbrodt's Versuchen, wo eine electrotonische Wirkung sich nicht einmischen konnte, ein positiver Respirationsdruck und dadurch erzeugter Hirndruck, eben so wie in unsern Versuchen, vorkommt, und in beiden Fällen gleiche Resultate erlangt sind, so ist schon daraus wahrscheinlich, dass auch bei uns der Electrotonus an der Veränderung der Herzaction unbetheiligt ist.

Folgende Zahlen dienen als Belege für die angegebene Verlangsamung der Herzcontractionen; sie wurden an Thieren, die zu andern Experimenten dienten, nebenbei gewonnen. Die römische Ziffer giebt das Versuchsthier an, die arabische die Häufigkeit der an demselben Exemplar vorgenommenen Reizung.

Zahl des Versuchsthieres und der an demselben Exemplar gemachten Versuche.	Zahl der Herzschläge vor der Laryngeusreizung in 15 Secunden.	Dauer der Expirationspause.	Zahl der Herzschläge während der Dauer der Expirationspause.
I. 1	64	20	65
2	64	22	63
3	64	15	48
II. 1	51	21	45
2	60	20	45
III. 1	50	25	58
2	38	17	33
IV. 1	54	10	23
2	56	20	43
3	52	20	40
V. 1	60	15	45
2	52	10	31
VI. 1	52	15	36
	Der Vagus, dessen Laryngeus gereizt wird, wird unter der Abgangsstelle des letzteren durchschnitten.		
2	62	15	40
3	60	13	38
	Der andere Vagus wird auch durchschnitten.		
4	65	10	46
5	68	8	38

1) l. c. p. 290.

Ein Rückblick auf alles bisher Besprochene ergibt, dass wir bei Reizung des Laryngeus in der Narcose des Thieres eine Unterdrückung der Inspiration, eine Abnahme der Frequenz der Herzcontractionen und Schluckbewegungen beobachtet haben. Ausserhalb der Narcose waren die letzten nicht vorhanden, die beiden ersten undeutlich. Die Reizung der obern Kehlkopfschleimhaut hatte eine kurzdauernde Unterbrechung der Respiration, die Reizung der Schleimhaut unter den wahren Stimmbändern dagegen Husten zur Folge. Sämmtliche Erscheinungen konnten wir durch die Annahme von Fasern zweifacher Art, hemmender und sensibler, erklären, die im Stamm des Nerven vereinigt, in ihren Endausbreitungen dagegen getrennt vorkommen. Bei narcotisirten Thieren bewirkte daher Reizung des Nervenstammes eine Unterbrechung der Respiration, welche ausserhalb der Narcose durch die Wirkung der sensiblen schmerz-erregenden Fasern undeutlich war. Die Schluckbewegungen haben wir als eine durch die hemmenden Fasern vermittelte associirte Bewegung betrachtet. Wurde die obere Kehlkopfschleimhaut, wo die hemmenden Fasern sich verbreiten, gereizt, so trat ebenfalls ein Stillstand der Respiration, nur nicht so lange anhaltend, ein; Husten dagegen erfolgte, wenn die sensiblen Fasern an ihren peripherischen Enden, die unterhalb der wahren Stimmbänder sich befinden, gereizt wurden. Die Verlangsamung der Herzaction endlich konnten wir von der verlängerten Exspirationspause ableiten.

II.

Wir haben bis jetzt auf directem Wege die Hemmungsfunktion des Laryngeus constatirt. Es erübrigt uns noch die negative Beweisführung, die Widerlegung der Einwände Schiff's.

Dieser Forscher hat, wie bereits früher bemerkt wurde, die Beobachtungen Rosenthal's in ihrem ganzen Umfang bestätigt und behauptet dennoch, der Laryngeus sei kein Hemmungsnerv. Die Gründe, die er vorbringt, sind kurz zusammengefasst folgende:

Es bestehe keine Analogie zwischen der Wirkung des Laryngeus und der anderer Hemmungsnerven, weil

- 1) schwache Reize auf den Vagus und Splanchnicus erregend wirken, eine Steigerung der Thätigkeit der betreffenden Organe zur Folge haben; schwache Reizung des Laryngeus dagegen vermindere die Athemfrequenz, und weil
- 2) der constante Strom am Vagus und Splanchnicus keine, am Laryngeus dagegen wohl eine hemmende Wirkung ausübe. Der Laryngeus dürfe ferner nicht als Hemmungsnerv bezeichnet werden, weil
- 3) die übrigen sogenannten Hemmungsnerven centrifugale, der Laryngeus dagegen ein centripetaler sei, und weil er als solcher vom Gehirn aus, dem allein die Function der Hemmung zukomme, keine Erregung empfangen könne; damit zusammenhängend ist ferner der Einwand, dass
- 4) nach Durchschneidung des Laryngeus die Respiration ungestört, ohne frequenter zu werden, von Statten geht. Die Sistirung der Athembewegungen bei Erregung des Laryngeus sei daher keine Function, sondern eine beiläufige Eigenthümlichkeit dieses Nerven. Dieses werde auch bewiesen dadurch, dass
- 5) viele andere Nerven aus den verschiedensten Regionen des Körpers, nach Schiff's 1) Ermittlung, denselben Einfluss auf die Respiration ausüben.

So sollen bei Kaninchen und Meerschweinchen einige Zweige des N. infraorbitalis, besonders diejenigen, welche zu den Nasenlöchern gehen, bei Reizung die Respiration verlangsamten, ja einige Zeit unterdrücken; dasselbe gelte bei Kaninchen auch

1) J. Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre u. s. w. 1861, S. 312 etc.

vom kleinen Vagusast, der unmittelbar über dem For. stylo-mastoideum hinter dem Ohr hinaufsteigt. Bei manchen Kaninchen wirke mechanische Reizung aller Hautnerven des Kopfes, des Halses, der Brust verlangsamend, Reizung der Extremitäten des Hintertheils und des Schwanzes dagegen beschleunigend auf die Respiration. Bei andern Individuen dieser Species erzeuge Reizung aller Hautnerven der vordern Körperhälfte mit Einschluss der Vorderfüsse eine Verlangsamung der Athmung; bei andern Individuen trete dasselbe ausserdem noch ein, wenn die Hautnerven längs der ganzen Mittellinie des Rückens über den Dornfortsätzen gereizt werden, und endlich bei noch andern führe die Reizung aller Hautnerven zu diesem Ziele.

Die Reize müssen bei diesen Thieren schwach sein, weil, wenn sie stark und dauernd sind, Schmerz und Beschleunigung der Respiration eintreten. Bei Fröschen dagegen müsse man starke Reize anwenden, um von manchen Nerven, z. B. von denen der Waden, der Schenkel, der Vorderfüsse Stillstand der Respiration zu erzeugen. Bei starker Reizung einiger neben dem Steissbein gelegener Nerven sollen die Nasenlöcher klaffend stehn bleiben, während die Kehlhaut verlangsamt weiter schlägt, so dass hier eine partielle Hemmung der Athembewegungen stattfinde u. s. w.

Von allen diesen Einwänden werden wir nur den ersten etwas ausführlicher betrachten, weil ihm allein einiges Gewicht beigemessen werden kann; denn die andern beruhen auf ganz willkürlichen Prämissen; sie setzen voraus:

- 1) dass der constante Strom auf centripetale Nerven anders wirke als auf centrifugale. Es hat aber v. Bezold ¹⁾ gefunden, dass durch den Vagus geschickte schwache absteigende constante Ströme die Frequenz des Herzschlages verringern. Dieses ist ganz übereinstimmend mit der Hem-

1) l. c. pag. 71 et sqq.

mungstheorie und mit den bei den übrigen Nerven auftretenden Wirkungen des schwachen constanten Stromes ;

- 2) dass die Hemmungsnerven stetig innervirt sein müssen, und endlich
- 3) dass es nur einen Hemmungsnerven der Respiration geben dürfe ; denn diese Praemisse liegt ja dem Einwand zu Grunde, dass viele andere sensible Nerven, die nicht Hemmungsnerven sind, einen dem Laryngeus ähnlichen Einfluss auf die Respiration ausüben. Gegen die von Schiff erhaltenen Erfolge liesse sich ausserdem noch einwenden, dass sie wegen ihrer geringen Constanz nur von zufälligen, während des Experimentes dazwischen tretenden Umständen abhängen konnten.

Einwürfe, welche auf solchen Grundlagen beruhen, sind so wenig haltbar, dass eine weitere Erörterung derselben um so mehr übergangen werden darf, als Rosenthal ¹⁾ sie bereits ziemlich ausführlich besprochen hat. Die Gründe hingegen, welche der erstgenannte der obigen Einwürfe enthält, ist definitiv zu widerlegen viel schwerer. Die Streitfrage, ob der Vagus ein Hemmungsnerv oder ein motorischer, leicht erschöpfbarer Nerv sei, ist bis jetzt bekanntlich nur mittelst Reizung des Nerven mit verschiedenen Stromstärken und Beobachtung der Herzaction zu lösen gesucht worden. Auf diesem Wege haben alle Forscher Stillstand des Herzens (resp. Verminderung der Herzfrequenz) constatiren können ; nur Wenigen, ausser Schiff und Moleschott noch Grot ²⁾, ist es gelungen, eine Vermehrung der Herzschläge bei schwachen Reizen zu beobachten. Moleschott ³⁾ hat ferner, zu Gunsten der letztgenannten Angabe mitgetheilt, dass auch mit Hülfe des Multiplicators die Erschöpfbarkeit des Vagus nachgewiesen werden kann. Er hat keine oder eine nur höchst unbedeutende Nadelablenkung bei

1) l. c. p. 158 et seq.

2) Das Verhältniss des Vagus zur Herzaction. Inaug.-Diss. Dorpat 1861.

3) Untersuchungen zur Naturlehre etc. 1861. S. 58 fgg.

starken Strömen, die die Herzthätigkeit verringern, beobachten können, eine deutlich ausgesprochene dagegen bei solchen schwachen Reizen, die eine Vermehrung der Herzfrequenz erzeugen. Im Widerspruch damit sind indessen die Ergebnisse v. Bezold's¹⁾ ausgefallen, der stets eine der Reizstärke und Herzverlangsamung entsprechende rückgängige Bewegung der Nadel gefunden hat. Schon a priori sind überdiess gegen die Richtigkeit der Mole-schott'schen Resultate gerechte Bedenken zu erheben. Es müssten doch, wie bereits v. Bezold urgirt, die nicht leicht erschöpfbaren Nervenfasern, die zu den Lungen, dem Kehlkopf und Oesophagus gehen, eine negative Stromschwankung bei Reizung des Vagus bewirken, selbst wenn die leicht erschöpfbaren Herzäste dieses Nerven ganz ohne Einfluss auf die Magnetsnadel blieben. Auch hat schon viel früher du Bois²⁾ am Vagus kein von den andern Nerven abweichendes Verhalten der electromotorischen Thätigkeit finden können. Wir haben auch Versuche dieser Art angestellt und ebenso wie v. Bezold eine mit der Verlangsamung oder dem Stillstand der Herzaction übereinstimmende negative Ablenkungsgrösse gefunden. So haben wir an einer Katze bei beständiger Nadelablenkung von 26° einen Rückschwung um 8° gesehen, als während der Reizung des Vagus die Herzcontractionen, die früher 190 in der Minute waren, nur 4 Mal in 10 Secunden erfolgte; bei beständiger Nadelablenkung von 25° war die negative Stromschwankung ein anderes Mal 10°, während das Herz, das vor der Reizung 200 Schläge in der Minute machte, mehrere Secunden stillstand. Bei einer beständigen Ablenkung von 28° war die negative Stromschwankung 6°, und die Herzfrequenz war hierbei von 194 in der Minute auf 6 in 10 Secunden, während welcher Zeit die Reizung des Vagus dauerte, gesunken.

Diese positiven Ergebnisse beweisen, streng genommen,

1) l. c. pag. 65 et sqq.

2) Ed. Pflüger, Hemmungsnervensystem, 1857, pag. 4 u. 5; Reichert und du Bois, Archiv für Anat. u. Physiol., 1862, pag. 144.

weder die hemmende Wirkung, noch widerlegen sie die leichte Erschöpfbarkeit der Vagusfasern des Herzens. Der Werth dieser beiden Hypothesen kann mithin nur bemessen werden nach der Art, wie sie die vorhandenen Thatsachen erklären. Die Erschöpfungstheorie kann für die Frequenzvermehrung des Herzschlages nach Durchschneidung des Vagus keine Erklärung geben (Schiff) ¹⁾, oder muss sie auf eine Entzündungsreizung zurückführen (Moleschott) ²⁾; ausserdem aber muss sie noch zu folgenden zwei Hypothesen ihre Zuflucht nehmen,

- 1) dass die Endverzweigungen des Vagus beständig von einem Reize getroffen werden, da nach Durchschneidung der Vagi die Herzcontractionen fortdauern. Die Oscillationen an gelähmten Körpertheilen berechtigen uns nicht, an den Endverzweigungen aller motorischen Nerven einen beständigen Reiz zu statuiren und dieses als Stütze für die in Rede stehende Hypothese zu benutzen (Schiff) ³⁾;
- 2) dass die Erschöpfung des einen Vagus durch die Herzsubstanz hindurch erschöpfend auf die Endverzweigungen des andern Vagus und der Sympathici mittelst der Ganglien wirke (Moleschott) ⁴⁾; denn starke Reizung, oder nach Schiff-Moleschott'scher Auffassung Erschöpfung des einen Vagus erzeugt ja schon Stillstand des Herzens.

Die Hemmungstheorie dagegen bedarf keiner weitem Hülfs-hypothesen und basirt bloss auf der Annahme von Hemmungs-apparaten im Herzen, zu denen Nerven (Vagi) sich begeben, die sich physiologisch wie die übrigen Nerven verhalten. Die Existenz von Hemmungsapparaten im Organismus überhaupt ist ja eine Thatsache, von welcher wir jeden Augenblick uns überzeugen können, und welche in letzter Zeit auch experimentell

1) J. M. Schiff, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Lehr 1858—59; S. 419.

2) J. Moleschott, Untersuch. zur Naturlehre u. s. w. 1861, S. 120.

3) Lehrbuch der Physiologie, S. 176.

4) Untersuchungen zur Naturlehre u. s. w. 1861, S. 120.

am Frosche von Setschenow ¹⁾ nachgewiesen worden ist. Nach diesen Thatsachen ist die Annahme von Hemmungsapparaten im Herzen keine so kühne, um so mehr, als alle Erscheinungen bei Reizung und Durchschneidung der Vagi sich ungewollt aus ihr ableiten lassen.

Es bleibt einem jeden Unbefangenen überlassen, nach seinen eigenen Anschauungen sich ein Urtheil darüber zu bilden, welche dieser beiden Theorien den beobachteten Erscheinungen der Herzaction am wenigsten Zwang anthuen, und welche daher den Vorzug verdienen. Ganz entschieden können wir diese Frage noch nicht betrachten, so lange man noch nicht unter ganz gleichen Umständen, mit ganz gleichen Stromstärken, experimentirt hat, und so lange die Fehlerquellen, auf welche die präcisen Zahlen Moleschott's zurückzuführen sind, noch nicht aufgefunden worden sind. Aber bei der Hemmungsfrage des Laryngeus giebt es keine solche Alternative; der Ausspruch, dass der Laryngeus ein Hemmungsnerv sei, ist allen erhobenen Einwürfen gegenüber unbestritten und auch mit keiner Dialectik weiter zu bestreiten. Alle bis jetzt veröffentlichten Angaben gehen dahin, dass die Reizung dieses Nerven bei einer jeden noch wirksamen Stromstärke die Inspiration mehr oder weniger hemme; die Einwände, die trotzdem gegen die Hemmungsnatur des Laryngeus gemacht sind, beruhen auf unbegründeten Vordersätzen. So lange Schiff nicht einen gemeinsamen Gesichtspunkt aufzustellen vermag, von dem aus der Rhythmus der Respiration und die verschiedenen Erscheinungen bei Reizung und Durchschneidung des Vagus und Laryngeus sich eben so einfach ableiten lassen, wie von den aufgestellten Sätzen Rosenthal's, sind alle weitem Debatten über „beiläufige Eigenthümlichkeit,“ über „Function“ etc. müßig. Indem wir somit unbedingt den Laryngeus als Hemmungsnerven anerkennen und auch die Hemmungsnatur des Vagus und Splanchnicus für viel

1) J. Setschenow, Physiologische Studien über die Hemmungsmechanismen u. s. w. Berlin 1863.

begründeter als die leichte Erschöpfbarkeit derselben halten, bedarf es wohl kaum noch des Geständnisses, dass damit alle Räthsel der Erscheinungen keineswegs gelöst sind. Aber der Vorzug dieser Theorie besteht darin, dass hierbei die Identität aller Nervenfasern aufrecht erhalten wird, und das Dunkle nur in der Annahme von Hemmungsapparaten liegt, eine Annahme, zu der wir nach den alltäglichen Erfahrungen vollkommen berechtigt sind, wenn wir auch das Wesen dieser hemmenden Apparate nicht einmal vermuthungsweise anzugeben im Stande sind.



Theses.

- 1) Nervi, qui dicuntur inhibentes, nec sensitivi, nec motorii sunt, sed nervi sui generis.
- 2) Acidum carbonicum fibris inhibentibus nervi laryngei superioris irritamentum specificum praebet.
- 3) Fibrae nervi dissecti sensitivae prius coalescunt quam motoriae.
- 4) Superfoecundatio saepe causam praebet graviditati gemellorum.
- 5) Flumen electricum constans ad dissolvendos calculos urinares in usum vocandum est.
- 6) Usu moderato cerevisiae bavaricae catarrhus ventriculi chronicus sanatur.

