

Beiträge zur Kenntniss der Wirkungen des Nervus laryngeus superior.

Von

F. BIDDER in Dorpat.

Aus einer Reihe von Untersuchungen über die Beziehungen des Nervus laryngeus superior zum Centrum der Athembewegungen, zu der Rosenthal's bekannte Arbeit (die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum N. vagus, Berlin 1862) den Anlass gab, und die ich bereits im vorigen Jahre mit Dr. J. Blumberg begonnen, neuerdings aber einer abermaligen Revision unterzogen habe, glaube ich Folgendes für weitere Kreise veröffentlichen zu müssen.

Die bezüglichen Experimente wurden vorzugsweise an Katzen angestellt, nicht allein weil diese Versuchsthiere sich hier am Orte leichter als andere beschaffen lassen, sondern auch, weil bei ihnen, wie bereits Rosenthal (S. 49) hervorhebt, die energischen Bewegungen des Zwerchfells den Stand dieses vorzüglichsten Respirationsmuskels entschieden zu beurtheilen gestatten. Nach ausgiebiger Eröffnung der Unterleibshöhle und Durchschneidung des Ligamentum suspensorium der Leber ist die blosse Anschauung des Zwerchfells zum Gewinnen einer sicheren Ueberzeugung hinreichend, und die Anwendung anderer Hilfsmittel ganz entbehrlich (S. 72). Ueberdies participiren bei den Katzen die den Thorax bildenden Theile so kräftig und sichtlich an den Athembewegungen, dass auch sie zur Beurtheilung der Respirationsphasen und ihrer etwaigen Alterationen benutzt werden können. — Die Thiere wurden mei-

stentheils vor dem Versuche narkotisirt durch Injection von 60 bis 100 Tropfen Opiumtinctur in eine Jugularvene. Diese Vorbereitung empfahl sich nicht allein zur Herbeiführung einer alle weiteren Manipulationen wesentlich unterstützenden Ruhe der Versuchsthiere, sondern ebensowohl durch die hiermit ermöglichte Sicherheit des Urtheils darüber, ob die im Verfolg der Experimente auftretenden Erscheinungen der sensiblen Sphäre angehören oder ganz von derselben getrennt werden müssen. Die Blosslegung des Nervus laryngeus bei den auf dem Rücken befestigten Thieren geschah in der gewöhnlichen aus den anatomischen Verhältnissen sich ergebenden Weise. Obgleich entweder dicht am Kehlkopf oder auch schon in ganz ansehnlicher, wohl $\frac{1}{3}$ Zoll betragenden Entfernung von demselben der fragliche Nerv bei Katzen ebenso wie bei Hunden in sichtlicher Weise in den äusseren, zum Musc. cricothyreoideus gehenden, und in den inneren in die Höhle des Kehlkopfs eintretenden Ast sich theilt, und es daher besonders bei grösseren Thieren nicht schwer gewesen wäre, die Reizversuche auf den letzteren Ast zu beschränken, so wurde dies doch unterlassen, um die bei der Präparation dieses feinen Nervenästchens mit Messer und Pincette kaum zu umgehende Beschädigung desselben zu vermeiden, und um zugleich durch die beibehaltene Verbindung mit seinem stammverwandten Nachbar die Gefahr des raschen Abkühlens und Eintrocknens thunlichst zu verringern. Der ganze Laryngeus wurde daher dicht am Kehlkopf mit einem Ligaturfaden umgeben, vor dem letzteren durchschnitten, mittelst desselben erhoben und gegen den Vagusstamm freigelegt, und mit Hilfe derselben Handhabe auf die stromzuführende Vorrichtung gebracht. Indem auf solche Weise der fragliche Nerv durch Luft isolirt und der Uebergang von Stromesschleifen auf benachbarte Theile unmöglich gemacht war, wurde zugleich durch Anwendung des du Bois-Reymond'schen Schlüssels eine unipolare Erregung abgeschnitten. Zur genaueren Beobachtung des Thorax, die auch ohne weitere Vorbereitung ganz wohl ausführbar ist, wurden zuweilen die Integumente der vorderen Brustfläche mit einigen Messerzügen gelöst, und der Musc. pectoralis maj. nebst einem Theil der Intercostalräume

blosgelegt. Die expiratorische Action der Bauchmuskeln und namentlich des *Obliguus abd. externus* liess sich nach Blosslegung der oberen äusseren Partie desselben ohne Schwierigkeit auffassen; am besten geschah dies nach Eröffnung der Unterleibshöhle, wahrscheinlich weil die hierdurch aufgehobene elastische Spannung der fraglichen Muskeln dem verhältnissmässig schwachen Verkürzungsimpuls nicht mehr hindernd entgegentrat. Die Beschaffenheit der Stimmritze und Stellung der Stimmbänder wurde in der Regel von oben her beobachtet, indem zwischen Zungenbein und Schildknorpel der Schlundkopf eröffnet, der Kehldeckel nach vorn gezogen und dadurch ein ganz freier Blick in die Höhle des Kehlkopfs gewonnen wurde. Zu gewissen Zwecken wurde indessen auch die Luftröhre geöffnet, und durch Herausschneiden eines Stückes ihrer vorderen Wand ein Fenster gebildet, durch welches, wenn es nahe genug an den Kehlkopf hinaufgerückt wurde, die Stimmritze auch von unten her sich beobachten liess. Zur elektrischen Erregung des Nerven diente der *du Bois-Reymond'sche* Schlitten, ohne *Helmholtz'sche* Modification, der durch ein einfaches *Grove'sches* Element in Bewegung gesetzt wurde. Ich kann übrigens nicht umhin zu bemerken, dass die Untersuchung der Wirkungen des *Nervus laryngeus superior* mir keineswegs zu den schwierigeren, geschweige denn zu den schwierigsten Aufgaben der vivisectionischen Physiologie zu gehören scheint, da bei einiger Vorsicht kein Versuch misslingt und die Erscheinungen rein und unzweideutig sich darbieten.

Uebereinstimmend nämlich mit den Erfahrungen *Rosenthal's* finde auch ich, dass Reizung des centralen Endes des *Laryngeus superior* mit Strömen von mässiger Stärke Verringerung der Respirationsfrequenz durch Zunahme der Pausen zwischen den Athemzügen, bei bedeutenderer Stromstärke aber Stillstand der Respiration zur Folge hat. Diese Wirkung beginnt gewöhnlich bei einem Rollenabstand von etwa 30 Cm. sich zu äussern, indem bei dieser Reizstärke die Respirationsfrequenz, die nach beendeter Vorbereitung zum Versuch z. B. 15 in 30" betragen hatte, auf 12 bis 10 herabsank, bei Verringerung des Rollenabstandes auf 20 Cm. bis auf 8, bei 15 Cm. Entfernung

bis auf 4 Athemzüge in 30" fiel. Die Respirationspausen begannen durchschnittlich bei 12 Cm. Rollenabstand, ihre Dauer steigt mit der Verringerung dieses Abstandes und währt bis 30" und darüber. Dann aber stellt sich trotz fortwirkenden Reizes die Athmung wieder her, gewöhnlich so, dass zuerst seltene aber um so tiefere Athemzüge eintreten, denen manchmal auch wohl ein Paar schwache abortive Athembewegungen vorgehen, und dass bald darauf der frühere Rhythmus vollkommen restituirt wird! Dass der Athmungsstillstand in der Expirationsphase Statt finde, darüber kann nicht der geringste Zweifel obwalten. Nicht allein der bleibende Stand der Rippen während dieser Ruhe verglichen mit dem Wechsel ihrer Stellung beim Fortgang der Athmung, wie er unmittelbar vorher und nachher beobachtet wurde, lehrt dies auf's Entschiedenste, sondern auch die unmittelbare Betrachtung des Zwerchfells nach Eröffnung der Unterleibshöhle zeigt in überzeugendster Weise, dass es mit vollständiger Wölbung tief in die Brusthöhle hineinragt, und dass seine Muskelbündel in völliger Ruhe sind; das ganze Organ bietet daher eine glatte Oberfläche dar. Der Gegensatz zur Inspiration tritt auf das Prägnanteste hervor, wenn an demselben Versuchsthier das centrale Ende des durchschnittenen *Vagusstammes* gereizt wird. Auch hierbei zeigt sich Stillstand der Respiration, aber bei sichtlicher Erhebung der Rippen, bei Abflachung des Zwerchfells bis zur horizontalen Stellung, bei Durchfurchung des Organs durch zahlreiche dem Verlaufe seiner Fleischbündel folgende, und von den Knocheninsertionen derselben gegen das *Centrum tendineum* convergirende Gruben mit dazwischen sich erhebenden Wülsten oder Kämmen. Zugleich ist dieser scharf ausgeprägte Unterschied in den Erfolgen der *Vagus-* und *Laryngeus-Reizung* ein Beweis dafür, dass bei der Zuführung des erregenden Stromes zu den fraglichen Nerven, trotz ihrer nahen Nachbarschaft Stromeschleifen doch ausgeschlossen blieben.

Auch in anderen bei dem Athmen in Betracht kommenden Theilen äussern sich die Erfolge der *Laryngeusreizung*. Die Stimmritze hört auf, den Athembewegungen zu folgen, und mit dem Wechsel ihrer Weite die *Inspirations-* und *Expirations-*

phase zu begleiten. Die Stimmbänder werden vielmehr unbeweglich und zwar in der Expirationsstellung, so dass sie sich fest an einander legen und die Stimmritze ganz geschlossen erscheint. Wenn man nun erwägt, dass, bei normalem Fortgange der Athembewegungen, während der Expiration — namentlich bei älteren Thieren — die Stimmritze immer noch eine geringe Oeffnung in Form einer engen Spalte zeigt, so ist der vollkommene Verschluss derselben ein Beweis dafür, dass die Reizung des Laryngeus nicht blos den Inspirationsort ausfallen macht, und die bezüglichlichen Organe in der durch den Nachlass der elastischen Spannung bedingten Ruhelage verbleiben lässt, sondern dass auch active Expirationsbewegungen hervorgerufen werden. Also nicht allein die Muskeln, welche die Erweiterung der Stimmritze bewirken, die *Cricoarytaenoidei postici* werden zu Ruhe gebracht, sondern zugleich die Verengerer der Stimmritze, die *Cricoarytaenoidei laterales* und *Arytaenoidei proprii* in Thätigkeit gesetzt. Als active Expirationsbewegung ist auch die bei intensiver Stärke der angewendeten Reize wahrnehmbare Contraction des *Musc. obliquus abd. ext.* anzusehen, die sich mir jedoch nicht als constante Erscheinung dargeboten hat, und deren Bedingungen daher noch manche Unklarheit bergen.

Dass es für die eben angedeuteten Erfolge der Laryngeusreizung gleichgültig sei, ob die Thiere vorher narkotisirt werden oder nicht, wie Rosenthal (S. 69) behauptet, kann nach den hiesigen Erfahrungen, wenigstens für Katzen, nicht zugegeben werden. Denn während narkotisirte Thiere auch bei intensiver Reizung des Laryngeus in ihrem tiefen Schlafe nicht gestört werden, und eben deshalb das Urtheil über den Wegfall der Inspiration keinem Zweifel unterliegt, geben nicht narkotisirte sogleich beim Beginn der Reizung, wie es bei einem sensiblen Nerven auch gar nicht anders zu erwarten ist, heftige Schmerzen zu erkennen, und machen die gewaltsamsten Anstrengungen, sich aller Fesseln zu entledigen. Dadurch wird es äusserst schwierig, den Nerven mit den Elektroden in Verbindung zu erhalten, und selbst wenn die Zuführung des erregenden Stromes gesichert wird, machen die ungestümen trotz

aller Fesseln nicht zu unterdrückenden Bewegungen des Thieres ein sicheres Urtheil über den Stand der Respiration ganz unmöglich. Jedenfalls berechtigt der Umstand, dass auch in der Opiumbetäubung, in der alle Schmerzempfindung schweigt, durch den Laryngeus Stillstand der Respiration doch herbeigeführt werden kann, zu der Behauptung, dass die die Athemhemmung bewirkenden Elemente dieses Nerven von den Schmerzvermittelnden verschieden sein müssen, und dass, um die Wirkung der ersteren kennen zu lernen, es vortheilhaft sei, die von den letzteren ausgehenden Störungen zu beseitigen. Wahrscheinlich sind diese Hemmungsfasern des Laryngeus es auch, deren peripherische Endigungen in der Schleimhaut des Kehlkopfs im irritirten Zustande Husten, d. h. Expirationsbewegung zu bewirken vermögen. Ehe jedoch hierauf näher eingegangen werden kann, muss eine andere die Laryngeusreizung begleitende Erscheinung in Betracht gezogen werden.

Während bei mässiger Stärke des dem Laryngeus zugeleiteten erregenden Stromes der Stillstand der Respiration sich in der vollständigen Ruhe des Zwerchfells und der Brustwand auf ganz unzweideutige Weise darbietet, ist bei grösserer Reizstärke die Respirationspause zwar länger aber nicht mehr so rein wie früher. Es treten nämlich am Zwerchfell, obgleich es im Allgemeinen in der Expirationsstellung verharrt, kleine Bewegungen auf, die besonders in dem mittleren Theile desselben als kurze auf- und absteigende Excursionen erscheinen. Dem entsprechend wird auch die Ruhe der Brustwand von kleinen ruckweisen Bewegungen unterbrochen. Rosenthal, der diese Bewegungen namentlich bei Hunden und Katzen wiederholentlich (S. 49, 67, 219 u. an and. Stellen) hervorhebt, und bei der Kleinheit derselben die Bestimmung ihrer Art, d. h. ihrer inspiratorischen oder expiratorischen Natur, für schwierig hält (S. 222), erklärt sie doch, soweit sie am Zwerchfell sich äussern, für passiv, indem sie bei der Ruhestellung desselben selbst nach Durchschneidung beider *Phrenici* nicht fehlen. Nicht so entschieden ist seine Ansicht über die Ursache dieser passiven Zwerchfellsbewegungen. Theils nämlich hält er sie für die Folge schwacher expiratorischer Action (S. 223) der

Bauchmuskeln, die den Thorax verengern, die Ansatzpunkte des Zwerchfells nähern, den Lungen dadurch Gelegenheit geben, sich in Folge ihrer Elasticität zu verkleinern und das Zwerchfell nach oben zu ziehen, bis bei verstärkter Reizung diese „abortiven“ expiratorischen Bewegungen in deutliche und dauernde Contraction der Bauchmuskeln übergehen, die die Rippen niederziehen (S. 221). Anderentheils meint Rosenthal (S. 220), dass bei länger dauerndem Stillstande des Zwerchfells kleine inspiratorische Bewegungen des Brustkorbes beginnen, die den Thorax erweitern, den Druck innerhalb desselben verringern, und dadurch das Zwerchfell nach oben ziehen, während es bei Verengung des Thorax wieder abwärts steigt. Solche passiven Zwerchfellbewegungen seien also den Phasen der Respirationsbewegung entgegengesetzt. Dieser zwiefachen Möglichkeit entsprechend wird dann auch von Rosenthal eine und dieselbe mittelst des Phrenographen gezeichnete Respirationscurve (Taf. II., Fig. 3), auf S. 224 zum Beweise dafür benutzt, dass die in Rede stehenden passiven Bewegungen expiratorische seien, auf S. 74 aber zur Erläuterung der durch fort dauernde Costalrespiration hervorgebrachten Zwerchfellsbewegungen gebraucht. — Die expiratorische Natur dieser Bewegungen dürfte aber schon deshalb unhaltbar sein, weil auch nach vollständigster Durchschneidung der Bauchwände mittelst eines ergiebigen Kreuzschnitts, der jeden Zug der Bauchmuskeln auf die Rippen völlig abschneidet, die fraglichen Bewegungen weder ausfallen noch auch verringert werden, sondern in ganz unveränderter Weise fortbestehen. Eher schon würden sie sich als Inspirationserscheinung auffassen lassen. Denn es könnte die durch Laryngeusreizung bedingte Hemmung der Inspirationsmuskeln für das Zwerchfell sich längere Zeit geltend machen als für andere Muskeln dieser Kategorie. Es könnten bei fort dauernder Erschlaffung des ersteren die Inspirationsmuskeln des Thorax doch wieder in eine wenn auch nur schwache Action gerathen, die selbstverständlich auf die Stellung des an sich ruhenden Zwerchfells einwirken muss, und zwar, wie erwähnt, in einer der normalen Respirationsphasen entgegengesetzten Weise. — Es wäre endlich aber auch noch denkbar,

dass das Zwerchfell selbst in activer Weise diese Bewegungen bedinge, indem die Hemmung der Inspiration nicht vollständig eintritt und das Zwerchfell, wenngleich an der Grenze der durch seine Ruhe bedingten Stellung angelangt, doch noch kleinen Schwankungen unterliege. Hierbei würde es nur auffallend sein, dass stärkere galvanische Erregung eines Hemmungsner ven weniger sicher Muskelruhe herbeiführen sollte als eine Irritation geringeren Grades. Eine genauere Betrachtung sämmtlicher durch Laryngeusreizung bedingter Erscheinungen hebt indessen nicht allein über diese Schwierigkeit hinweg, sondern giebt auch eine ganz andere Erklärung für diese „kleinen Bewegungen“ des Thorax und Zwerchfells an die Hand.

Schon Rosenthal hat in mehreren der von ihm mitgetheilten Versuchs-Protokolle ein „hastiges“ Auf- und Absteigen des Kehlkopfs bei Reizung des Laryngeus notirt (S. 70, 229). Mit dieser Bezeichnung dürfte aber die S. 227 gegebene Erklärung, dass die — das Athmen begleitende — Kehlkopfbewegung bei Laryngeusreizung nicht immer ganz aufgehoben sei, sehr wenig übereinstimmen. Denn die Ortsveränderung, die der Kehlkopf beim normalen Athmen erleidet, seine geringe Senkung bei der Inspiration und dem entsprechende nur unbedeutende Erhebung bei der Expiration sind so wenig „heftige“ Bewegungen, dass für die letzteren schon deshalb ein anderer Grund gesucht werden müsste. Jene Kehlkopfbewegungen sind, wie auch ich finde, allerdings eine ganz beständige Erscheinung, sobald Ströme von grösserer Intensität an den Laryngeus herantreten. Es wird aber dabei der Kehlkopf nicht bloß gehoben, sondern zugleich kräftig nach vorn gezogen, so dass er — wie die Eröffnung des Pharynx zwischen Schildknorpel und Zungenbein lehrt — gegen die Zungenwurzel angedrückt und der Kehldedeckel dadurch nach hinten über die Stimmritze hinübergepresst wird. Aus dieser Stellung kehrt jedoch der Kehlkopf alsbald in die frühere Lage zurück, er macht — um es mit einem Worte zu bezeichnen — ganz dieselben Bewegungen, die er beim Schlingact zu beschreiben hat, und da bei gehöriger Entfernung der Kiefer von einander gleichzeitige Contractionen an der hinteren Wand des Pharynx und deutlich wahr-

nehmbare Zusammenziehungen der Gaumenbögen und des weichen Gaumens überhaupt diese Kehlkopfbewegungen begleiten, so darf behauptet werden, dass durch Reizung des Laryngeus Schluckbewegungen auf dem Wege des Reflexes ausgelöst werden. Der Verdacht, dass durch Stromschleifen die Rami pharyngei des Vagus oder gar die Schlingmuskeln direct gereizt worden seien, wird entschieden abgewiesen durch den Umstand, dass mechanische Reizung des Laryngeus, Zerquetschen desselben mit der Pincette, den gleichen Erfolg hat, und dass man, mit solchem Druck vom durchschnittenen Ende des fraglichen Nerven gegen seine Abgangsstelle vom Vagus fortschreitend, 4—6 Mal den Schlingact hervorrufen kann. Nun lässt es sich aber leicht darthun, dass die Zahl der durch intensive Laryngeusreizung bewirkten Schlingacte der Zahl der gleichzeitigen kleinen und ruckweisen Bewegungen der Brustwand und des Zwerchfells vollkommen entspricht. Schon hierdurch wird die Vermuthung nahe gelegt, dass ein Zusammenhang zwischen Beiden bestehe, und es lässt sich denken, dass die zum Schlingact wesentlich gehörende Erhebung des Kehlkopfs und Schlundkopfs, vermittelt der Luftröhre und Speiseröhre einen Zug auf die Lungen und den Zwerchmuskel ausübt, der den letzteren unmittelbar in Bewegung setzt, und durch Vermittelung der ersteren auch auf die Brustwand einwirkt. Diese Vermuthung wird im Experimente durchaus bestätigt. Trennt man nämlich unterhalb des Larynx die Luftröhre und den Oesophagus durch einen Querschnitt vollständig, so dass ein Zug auf die Lungen und das Zwerchfell von ihnen nicht mehr ausgeübt werden kann, so hören auch die kleinen Bewegungen des Diaphragma und der Brustwand ganz auf, obgleich der Kehlkopf noch rascher als vorher auf- und absteigt, wahrscheinlich weil seinem Aufsteigen das Gewicht der Lungen nicht mehr entgegenwirkt.

Sind demnach die „kleinen Bewegungen“ des Thorax und Zwerchfells in keiner Weise als Respirationsbewegungen aufzufassen, so tritt die durch Laryngeusreizung bewirkte Inspirationshemmung um so reiner und bestimmter hervor. Da aber die gleichzeitig auftretenden Schluckbewegungen nur bei narkotisirten Thieren sich zeigen, so müssen wir annehmen, dass

neben den sensitiven und den die Respirationshemmung bewirkenden Fasern eine dritte Art centripetaler Elemente im Laryngeus vorkomme, nämlich excitomotorische, die das Centrum der Schluckbewegungen zu energischer Action veranlassen. Oder wir müssen, was wohl das Richtigere sein dürfte, statuiren, dass gewisse Laryngeusfasern zwar bis zum Centrum der Gemeingefühle leiten und Schmerz veranlassen können, dass aber in der Narkose, wo dieses Centrum ausser Wirkung gesetzt ist, die betreffende centripetale Leitung schon in der Medulla oblongata ihr Ende erreicht, und die Erregung vielmehr auf centrifugale Bahnen übertragen wird. Jedenfalls stimmt mit der Reflexnatur dieser Schlingbewegungen auch der Umstand überein, dass sie nur bei Anwendung stärkerer Reize eintreten, während sie von der willkürlich eingeleiteten, den automatischen Schlingbewegungen sich dadurch unterscheiden, dass sie auf den obersten Theil des Schlingapparats beschränkt bleiben, und nicht unaufhaltsam durch die ganze Länge des Oesophagus bis zum Magen sich fortsetzen.

Bekanntlich hatte Rosenthal zu seinen Untersuchungen über die Hemmungsfuction des Laryngeus sich durch die Erwägung veranlasst gesehen, dass Reizung der Endausbreitung dieses Nerven im Kehlkopf Husten, d. h. Expirationsbewegung erzeuge. Demgemäss sucht er denn auch die von ihm bei Laryngeusreizung beobachteten Erscheinungen zur Erklärung des Hustens zu benutzen, und meint namentlich, dass der Ausfall der Inspiration die expiratorischen Muskeln zu voller Wirksamkeit bringe, und dass eben diese vorangehende Erschlaffung des Zwerchfells den Husten nach Laryngeusreizung von dem willkürlich erzeugten Husten unterscheide (S. 226), indem bei letzterem die Expiration (Bauchmuskeln) zuerst in Action traten, und das Zwerchfell hierdurch nach oben gedrängt werde. Wie dem auch sei, so bleibt es doch sehr auffallend, dass zu den Erfolgen der Reizung des Laryngeusstammes Husten niemals gehört, selbst wenn gleichzeitig beide Nerven und bei nicht narkotisirten Thieren mit starkem Strome behandelt werden. Noch überraschender aber sind die Ergebnisse unmittelbarer Reizung der Kehlkopfschleimhaut. Um den Reiz auf be-

stimmte Localitäten beschränken zu können, ist es zweckmässig sich zunächst mechanischer Mittel zu bedienen, Berühren mit einer Sonde, Messerspitze, feinen Federfahne und dergl. Wird zu solchem Zweck der Kehlkopf oberhalb des Schildknorpels eröffnet, so ergibt sich, dass seine Schleimhaut bis zur Stimmritze hin keine Hustenbewegungen auszulösen vermag, und dass bei Berührung der Stimmbänder selbst nur die Glottis auf kurze Zeit sich schliesst, ein Erfolg, der nach wiederholter Berührung auch vermisst wird. Ebenso wenig zeigt sich Husten oder eine dem ähnliche Erscheinung, wenn eine durch die Stimmritze in die Luftröhre eingeführte Sonde in verschiedenen Theilen der Trachealschleimhaut hin und her geführt wird; auch macht es keinen Unterschied, ob die Thiere vorher narkotisirt wurden oder nicht. Wenn jedoch unterhalb des Ringknorpels ein hinreichend grosses Fenster aus der vorderen Luftröhrenwand herausgeschnitten wird, so dass mit der inneren Wand der Trachea auch der untere Theil des Larynx bis zur Stimmritze deutlich zu übersehen ist, so hat zwar die Berührung der Luftröhrenschleimhaut wiederum keinen Erfolg; aber sobald die Sonde die oberhalb des unteren Randes des Ringknorpels gelegene Partie der Schleimhaut berührt, treten sofort heftige Hustenstösse ein. Ueber diese Partie muss daher die von oben her eingeführte Sonde hinweggehen, ohne sie zu berühren. Die durch diese eigenthümliche Reactionsweise ausgezeichnete Partie der Schleimhaut reicht nach oben nicht ganz bis zum freien Rande der wahren Stimmbänder; indem eine etwa 1^{''} breite Zone unterhalb jenes Randes keinen Husten erregt. Dagegen schliesst sich bei jedesmaliger Berührung dieser Zone die Stimmritze so fest, dass die Sonde oder Federfahne geradezu eingeklemmt wird. Jene hustenbewirkende Empfindlichkeit der Schleimhaut ist an der hinteren Wand des Kehlkopfs unmittelbar unter der Glottia respiratoria am grössten und andauerndsten, so dass nach 1¹/₂—2stündigem Experimentiren, wo andere Theile der Schleimhaut ihre Empfindlichkeit bereits eingebüsst haben, von der genannten Stelle aus auch bei der leisesten Berührung Husten hervorgerufen werden kann. Ganz dasselbe zeigt sich, wenn die Schleimhaut der Luftröhre und des Kehlkopfs

chemisch gereizt, etwa mit gesättigter Kochsalzlösung betupft wird. — Dass aber der von gewissen Schleimhautstellen aus mit Sicherheit zu erzielende Husten durch den Laryngeus und nicht durch andere Zweige des Vagus oder den Sympathicus bedingt werde, lehrt auf's Ueberzeugendste die Durchschneidung dieser Nerven. Nach Trennung beider Laryngei ist auf keine Weise mehr Husten zu erzeugen, und auch die Stimmritze schliesst sich bei Berührung der oberen Particen der Kehlkopfschleimhaut nicht mehr, obgleich bei fortgehender Respiration die Stellung der Stimmbänder den gewöhnlichen Wechsel zeigt. Nach Durchschneidung der Vagusstämme aber mit Einschluss der Sympathici, unterhalb des Abganges der Laryngei, sind durch Reizung der bezeichneten Schleimhautstellen kraftvolle Hustenstösse zu erzeugen, obgleich der begleitende Ton — ohne Zweifel wegen Lähmung der Stimmbänder — etwas geändert erscheint.

Wenn hieraus unzweifelhaft hervorgeht, dass im Laryngeus und nur in ihm die Nerven-elemente eingeschlossen sind, deren Erregung Hustenbewegungen auszulösen vermag, so entsteht die Frage, warum Reizung dieses Nervenstammes keinen Husten zu erzeugen im Stande sei. Dass ein etwa gleichzeitig entstehender krampfhafter Verschluss der Glottis die Ursache hiervon nicht sein könne, das lehrt das Ausbleiben des Hustens auch nach angelegter Trachealfistel, und es bleibt daher nichts Anderes übrig als anzunehmen, dass an den peripherischen Endigungen dieses Nerven besondere Vorrichtungen angebracht sind, die, von äusseren Reizen getroffen, Husten auslösen, während im Laryngeusstamm dieselben Nervenfasern nur Schmerz erzeugen können. Da nun aber, obgleich der Laryngeus die Schleimhaut des ganzen Kehlkopfs versorgt, doch nur Berührung der unteren Partie derselben Husten hervorruft, während die obere Partie selbst in der Narkose Verschluss der Stimmritze und Unterbrechung der Respiration bedingt, so werden die schon früher erwähnten functionell verschiedenen Elemente des Laryngeus an ihrer Endausbreitung auch räumlich getrennt sein müssen, so dass die hemmenden Fasern zum oberen Theil des Larynx, die Schmerz und Husten erzeugenden zur unteren Partie

desselben gehen, und unter Umständen auch Schlingbewegungen auslösen können. Dass die hemmenden Fasern bei mechanischer Reizung ihrer Enden nur flüchtig vorübergehenden Schluss der Stimmritze, bei galvanischer Reizung im Laryngeusstamm weit länger andauernde Unterbrechung der Respiration veranlassen, mag in der graduellen Verschiedenheit der angewandten Reize seinen Grund haben, während die hustenvermittelnden Fasern nur bei Irritation ihrer peripherischen Endausbreitung diese Wirkung äussern, bei Reizung im Laryngeusstamm dagegen Schmerz und in der Narkose Schlingbewegung bedingen.

Die im Vorstehenden angedeuteten Erfahrungen sind, wie bemerkt, vorzugsweise an Katzen gemacht. Da nun bei diesen Thieren der Laryngeus, durch die Cartilaga thyreoidea selbst in den Kehlkopf eintretend, unter den wahren Stimmbändern zur Schleimhaut gelangt, so könnte man meinen, dass Reizung der oberen Partien der Kehlkopfschleimhaut keinen Husten zur Folge hat, weil der fragliche Nerv sich hierher gar nicht verbreitet. Aber die Schleimhaut des Kehlkopfs empfängt bei Katzen gar keinen anderen Nerven als den Laryngeus superior, und man kann bei genauerer Präparation desselben sich auch bald überzeugen, dass er, an der inneren Fläche des Schildknorpels angekommen, sich in zwei Aeste spaltet, deren einer zu den oberen Partien des Kehlkopfs sich wendet. Es bleibt also dabei, dass der Laryngeus, obgleich die ganze Kehlkopfschleimhaut versorgend, doch nur an der unterhalb der wahren Stimmbänder gelegenen Partie derselben äussere Impulse in Hustenbewegung umzusetzen vermag. Bei Hunden, bei denen der Laryngeus durch die Membrana hyothyreoidea direct zu den oberen Theilen des Larynx tritt, lehrten ein paar vergleichende Versuche im Wesentlichen dieselben Reizbarkeitsverhältnisse kennen. — Dasselbe scheint auch für den Menschen zu gelten. Die Angabe von Hyrtl (Handbuch der topographischen Anatomie, II. Aufl. 1. Bd. Wien 1853, S. 326), dass bei einem Kranken mit einer Trachealfistel eine Borste an der hinteren Wand der Luftröhre 3 Zoll fortgeführt werden konnte, ohne Husten zu erregen, während sie aufwärts geführt im Mo-

ment des Anstosses an die Stimmbänder einen heftigen und erschütternden Hustenanfall hervorrief, spricht auf's Deutlichste für die eigenthümlichen Beziehungen zwischen den Hustenbewegungen und der Schleimhaut unterhalb der unteren Stimmbänder. Dass die oberhalb der letzteren gelegenen Schleimhautpartien eine Beziehung zur Hustenbewegung nicht haben, dem scheint allerdings die Erfahrung von Bruns (die erste Ausrottung eines Polypen in der Kehlkopfhöhle u. s. w. Tübingen 1862, S. 23, und Nachtrag v. J. 1863, S. 5) zu widersprechen, indem in diesen Fällen gerade die hintere Fläche des Kehldeckels und die oberhalb der wahren Stimmbänder gelegenen Abtheilungen der Kehlkopfhöhle bei der leisesten Berührung Husten hervorriefen. In einem ähnlichen Fall bemerkte Ritscher (Schuchardt's Zeitschrift für praktische Heilkunde, Göttingen 1864, S. 557) dass Berührung des Glottispolypen, der an dem Stimmbande selbst ansass, sofort Hustenanfälle und Würgbewegungen hervorrief. Dagegen beobachtete aber auch Bruns, dass, wenn ein Draht durch die Stimmritze in den unteren Kehlkopfraum eingeführt wurde, die wahren Stimmbänder denselben so fest umfassten, dass die den Draht haltende Hand diess deutlich empfand, auch der Kranke es wohl spürte, nichtsdestoweniger aber weder Schmerz noch Hustenreiz wahrnahm. Hiermit stimmen auch die zahlreichen Erfahrungen über Inhalationen reizender Pulver z. B. von Höllenstein (Siehe Virchow, Handbuch der spec. Pathologie und Therapie, Bd. V. Abth. I. Erlangen 1856. S. 185) überein, denen zu Folge hierbei entweder gar kein Hustenreiz oder nur ausnahmsweise und in geringem Grade sich einstellte. Auch der Umstand, dass der im Schlingact auf die geschlossene Stimmritze fest aufgedrückte Kehldeckelwulst (Siehe Czermak in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd. IX, Giessen 1862, S. 489) keinen Husten erzeugt (Ludwig, Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl., Heidelberg und Leipzig 1861, Bd. II. S. 609) stimmt mit den bei Katzen gemachten Erfahrungen überein. Das Umschliessen eines eingeführten Drahts mittelst der Stimmbänder, der damit gegebene Verschluss der Stimmritze und die hierdurch bedingte Unterbrechung der Respiration werden ebenfalls

auf die Verbreitung von Hemmungsfasern in diesen Partien der Kehlkopfschleimhaut bezogen werden dürfen. Auch der Laryngeus des Menschen beherbergt also hemmende Fasern, deren Endausbreitung jedoch, wenn bei den erwähnten auf laryngoskopischem Wege gemachten topographischen Bestimmungen nicht etwa eine Täuschung Statt gefunden hat, räumlich anders begrenzt ist, als die bei der Katze beobachteten Verhältnisse zu lehren scheinen.

Bekanntlich sind gegen die Lehre von den Hemmungsnerven überhaupt, und so auch gegen die Respirationshemmung durch Reizung des Laryngeus, von Schiff und Moleschott mehrfache Einwände erhoben worden; auf welche hier näher einzugehen um so weniger Veranlassung vorliegt, als namentlich Rosenthal selbst dieselben bereits einer eingehenden Beurtheilung unterzogen hat. Nur in Bezug, auf die von Moleschott mit Hülfe des Multiplicators angeblich nachgewiesene „Erschöpfbarkeit“ des Vagusstammes bei Anwendung stärkerer Reize, habe ich über ein Paar nach dem Vorgange v. Bezold's angestellte Experimente zu berichten, die ganz im Sinne des von dem letztgenannten Forscher gewonnenen Ergebnisses ausfielen. (Siehe dessen Untersuchungen über die Innervation des Herzens, Abthl. I, Leipzig 1863, S. 68). Der Vagusstamm und zwar im Zusammenhange mit dem Herzen wurde bei narkotisirten Katzen zur Prüfung benutzt. Er wurde auf einer Seite am Halse in möglichst weiter Ausdehnung bloß gelegt, hoch oben durchschnitten, und an diesem einen Ende mittelst zweier Thonstiefel mit dem Multiplicator in der Weise verbunden, dass der Querschnitt des Nerven mit der einen, der Längsschnitt mit der anderen Elektrode in Verbindung war. In drei in dieser Weise angestellten Versuchen betrug die Nadelablenkung (Multiplicator von Sauerwald mit 31,000 Windungen) 25, 26 und 28°. Der erregende Strom wurde mittelst desselben du Bois'schen Schlittens, der zu den vorhergehenden Versuchen gedient hatte, zwischen der abgeleiteten Strecke und dem Herzen dem Nerven zugeführt, und zwar auch hier mit Einschaltung des „Schlüssels zum Tetanisiren.“ Bei Anwendung eines einfachen Grove'schen Elementes wurden jedoch

die beiden Rollen des Inductionsapparates ganz übereinander geschoben. Das Herz, das von der Reizung resp. 200, 190 u. 194 Schläge in der Minute gemacht hatte, gelangte nach Oeffnung des Schlüssels bei dem ersten Versuch zu völligem Stillstand, während bei den anderen beiden die Frequenz auf 4 u. 6 Schläge in 10 Secunden herabsank. An der Multiplicatornadel zeigte sich unterdessen ein Rückschwung um resp. 10°, 8° und 6°, so dass das Maass der negativen Stromesschwankung nach dem Grade der hemmenden Einwirkung wechselte, und die Erschöpfung des Nervus vagus damit auf's Entschiedenste widerlegt wurde.

Dorpat, am 24. Juni 1865.