

(Aus dem anatomischen Institut des Herrn Prof. E. Zuckerkandl in Wien.)

## Beitrag zur Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes.

Von

Dr. J. v. Beregszászy.

Man sollte meinen, dass seit der laryngoscopischen Zeit, seit jener epochalen Erfindung Garcia's bis auf heute, die Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes als abgeschlossen zu betrachten wäre, wenn man die vielen Arbeiten über dieses Organ überblickt. Mit der Erschliessung des Kehlkopfinneren durch den Spiegel war doch ein neuer Impuls gegeben auch für die fraglichen Punkte in der Anatomie und Physiologie, und doch muss man Gordon Holmes nur Recht geben, wenn er behauptet, dass die anatomische, und ich darf wohl hinzufügen auch die physiologische Forschung, der Laryngoscopie wenig oder nichts verdankt. Von Morgagni bis auf Johannes Müller wurde hierin dem Inhalte nach mehr geleistet, als in der ganzen laryngoscopischen Zeit. In der Physiologie des Stimmorganes sind wir nicht viel weiter gekommen, als die vorlaryngoscopische Zeit uns gelehrt, und selbst die Anatomie bedarf noch in manchen Punkten der Bestätigung.

An den Laryngologen selbst liegt es zum Theile, hierin eine Besserung zu schaffen; sie dürfen den betreffenden Fragen nicht aus dem Wege gehen und müssen sich mit der Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes in der Weise beschäftigen, dass wir nicht nöthig haben, aus den anatomischen oder physiologischen Hand- und Lehrbüchern bona fide zu entlehnen, oder gar anderen einschlägigen, aber noch nicht mundgerechten neueren Ansichten einfach aus dem Wege zu gehen.

Die vorliegende Arbeit war eigentlich zum Zwecke eines Selbststudiums gemacht, um mich über einige anatomisch-physiologische Fragen aufzuklären. Da ich aber am Ende derselben in vielen Punkten in Widerspruch gerathen bin mit den allgemeinen

Anschauungen und meine Untersuchungen zu einem entgegengesetzten Resultate geführt haben, so will ich dieselbe der Oeffentlichkeit übergeben und dem Urtheile meiner Collegen unterbreiten.

Der Kehlkopf ist ein am Ende der Windröhre aufsitzendes musikalisches Instrument, das wir durch den Luftstrom der Lungen spielen lassen. Da derselbe aber auch die Einathmungsluft unbehindert durchtreten lassen muss, ist der eigentliche tonerzeugende Apparat, d. i. die beiden Stimmbänder, an seinem hinteren Ende an zwei sehr beweglichen Knorpeln derart befestigt, dass er der eintretenden Luft genügenden Raum schaffen und im Momente der Einathmung auseinander weichen kann. Wäre der Kehlkopf nur für Sprache und Gesang allein bestimmt, so wäre auch die Einschaltung so beweglicher Stücke wie die Aryknorpel kaum nothwendig gewesen, da die Mensur der Stimmbänder durch andere Wirkungen als die der Aryknorpel bestimmt wird. Die beiden Aryknorpel sind hauptsächlich zum Zwecke der Einathmungsstellung vorhanden und articuliren auf dem Ringknorpel derart, dass durch ihre Bewegung die Stimmbänder der Medianlinie entweder genähert oder von derselben entfernt werden. Von diesen beiden Bewegungsrichtungen der Stimmbänder ist aber die nach auswärts von der Medianlinie, also die Inspirationsstellung die vital wichtigere, da wir wohl ohne Stimme, nicht aber ohne Athem leben können, so dass man das Crico-arytaenoidal-Gelenk ohne Zwang als Respirationsgelenk ansehen kann. Die für die Phonation nothwendige Stellungsveränderung, in welcher gleichzeitig die Mensurirung der Stimmbänder gegeben ist, wird durch die Articulatio thyreo-cricoidea besorgt, welche als reines Phonationsgelenk anzusprechen ist. Ob diese Stellungsveränderung durch Hinabziehen des Schildknorpels zum Ringknorpel oder umgekehrt, durch Hinaufziehen des Ring- zum Schildknorpel, stattfindet, ändert an der Wirkung gar nichts, obzwar ich nach den Versuchen Hooper's an der letzteren Wirkungsweise des Musculus thyreo-cricoideus nicht mehr zweifeln kann.

Hält man sich die Bauart und Arbeit dieser beiden Gelenke richtig vor Augen, so wird man vielen Irrthümern freiwillig aus dem Wege gehen. Bevor wir das Crico-arytaeniodeal-Gelenk in seiner Bauart und Arbeit näher betrachten, will ich noch einige

Bemerkungen vorausschicken. Die in sagittaler Richtung plattgedrückten Processus vocales der Aryknorpel sind aus biegsamen Netzknorpel gebildet, um, wie ich glaube, beim starken Verschluss des hinteren Glottisabschnittes sich fester aneinander zu schmiegen und um den Aryknorpelgelenken Bewegung zu ersparen. Es muss doch einen Grund haben, dass sämtliche der Kehlkopfhöhle zugekehrten Angriffspunkte der Aryknorpel aus Netzknorpel bestehen. Auch die Wrisberg'schen sowie die ausnahmsweise in den ary-epiglottischen Falten vorkommenden Sesamknorpel sind Netzknorpel, welche, wie E. Kain nachgewiesen, als rudimentäre Ueberbleibsel eines Processus vocalis des Taschenbandes anzusehen sind, wie sie beim Hunde regelmässig vorkommen. Der Aryknorpel ist der Form nach mit einer Pyramide zu vergleichen. Die Basalfläche besitzt eine Verlängerung nach hinten abwärts, welche als Processus muscularis bekannt ist, während die in sagittaler Richtung verlaufende und nach vorne mehr oder weniger platt gedrückte, in einer aufwärts gekrümmten Kante endigende Spitze Processus vocalis genannt wird. Die auf den rundlichen Spitzen der Aryknorpel aufsitzenden Netzknorpel, welche nach ein- und rückwärts gestellt sind, werden durch die Santorinischen Knorpel gebildet. Der Zweck der grösseren Biegsamkeit der Santorini'schen Knorpel liegt nach Luschka darin, dass sie dem Drucke der Epiglottis bei ihrer Rücklagerung während des Schluckens im erforderlichen Grade nachgeben und so gleichzeitig zum Abschluss der Rachenmündung des Cavum laryngis beitragen. Einen anderen, wie ich glaube, wichtigeren Grund für diese grössere Biegsamkeit der Santorinischen Knorpel habe ich darin gefunden, dass beim Aufstellen der Epiglottis — also in der ganz entgegengesetzten Richtung zur vorigen — und beim gleichzeitigen Anspannen der ary-epiglottischen Falten, wie es in der aufsteigenden Scala der Fall ist, der Zug an den biegsamen Santorinischen Knorpeln in erforderlichem Grade vermittelt werde, d. h. dass er nicht ruckweise erfolge.

Je höher ein Ton genommen wird, desto höher wird auch der Kehlkopf durch das Zungenbein gehoben. Der Kehldeckel steigt aber auch durch den Zug der *Mm. genioglossi* und zieht bei jedem steileren Aufstellen die ary-epiglottischen Falten mit sich nach vorne-oben fester an, welche wieder die biegsamen Santorinischen Knorpel vorwärtsziehen resp. aufstellen, ohne dass

bei dieser ganzen Action die Aryknorpel wesentlich in Mitleiden-  
schaft gezogen werden.

Je höher der Ton in der Scala steigt, desto mehr richtet sich die Epiglottis auf, desto steiler werden auch die ary-epiglottischen Falten, so dass der Durchmesser des Kehlkopfeinganges von vorne nach rückwärts auf Kosten des Querdurchmessers zunimmt. Die ary-epiglottischen Falten werden durch diesen Zug nach vorne steifer, wobei jedenfalls die *Mm. ary-epiglottici* mit-  
helfen um das Vestibulum laryngis zu verengern und die Veränderung der Kehlkopfdurchmesser bedingen.

Hier sei es mir erlaubt eine Bemerkung über den *M. ary-epiglotticus* zu machen. Derselbe wird allgemein für einen Depressor epiglottidis gehalten und beschrieben.

Ich glaube nicht, dass ihm diese Wirkungsweise zukommt, oder dass eine solche überhaupt nothwendig wäre. Für die Bewegungen der Epiglottis dürften die Muskeln ziemlich belanglos sein, sie verändert ihr Stellung vielmehr mit jedem Heben oder Sinken des ganzen Kehlkopfes, oder sie wird durch die Zunge und durch die *Mm. genioglossi* mit gehoben oder niedergedrückt. Beim Schlingakte wird der Kehldeckel mechanisch niedergedrückt und die ary-epiglottischen Falten werden schlaff und wulstig, der Querdurchmesser des Kehlkopfeinganges nimmt zu. Wir sehen ferner, dass beim Aufstellen des Kehldeckels auch die ary-epiglottischen Falten sich aufrichten, dass sie steifer und scharfkantig werden und der Larynxeingang von beiden Seiten her enger wird, so dass der sagittale Durchmesser auf Kosten des transversalen zunimmt. Diese Axenveränderung und die für die Resonanz nothwendige Versteifung der Falten wird theils durch den Zug der Epiglottis, theils durch die Contraction des Constrictor laryngis, dessen einen Schleifentheil die *Mm. ary-epiglottici* bilden, bewirkt, welche gerade nur bei der Phonation in Thätigkeit treten, wo der Kehldeckel sich aufrichtet.

Die Function dieses Muskels ist bis heute nicht richtig aufgefasst worden, wie auch der Zweck der Epiglottis irrthümlich nur als Schutz des Kehlkopffinnern, als wirklicher Deckel angesehen wurde.

Ich bin der Ansicht, dass der Kehlkopfdeckel bei der Phonation eine wichtigere Rolle zu spielen hat, als ihm bis heute zuge-  
theilt wurde. Beim Schlingakt wird der Kehldeckel mechanisch

durch die Zunge niedergedrückt und richtet sich dann durch seine eigene Elasticität wieder auf.

Bei der Phonation hingegen sehen wir mit dem Kehlkopfspiegel, dass bei der verschiedenen Tonhöhe auch die Stellung der Epiglottis eine verschiedene wird. Je höher der Ton steigt, desto mehr wird auch der Kehldeckel gehoben, so dass er im Falsett beinahe senkrecht steht, während beim Fallen des Tones derselbe sich mehr und mehr senkt. Lässt man während des Kehlkopfspiegeln die Töne der Scala sprungweise nehmen, so kann man sich, namentlich bei einer geübten Sängerkehle, auch von der verschiedenartigen Stellung der Epiglottis leicht überzeugen. Lässt man hingegen den Sänger die Scala chromatisch hinauf und herunter singen, so sieht man den Kehldeckel ebenfalls sich allmählich aufrichten und niederlegen. Diese Stellungsveränderungen müssen doch einen tiefern Grund haben. — Ich behaupte, dass der Kehldeckel einen ebenso wesentlichen Einfluss auf die Tonhöhe hat, wie die Stärke des Luftstromes, der die Stimmbänder in Vibration versetzt. Wenn wir zwei Pfeifen von ganz gleichem Caliber betrachten, von welchen die eine gedeckt und die andere offen ist, so wird bei gleich starkem Anblasen die erstere stets um eine Octave tiefer klingen als die letztere. Ebenso wird auch die Tonhöhe zum Theil von dem mehr oder weniger Offenbleiben des Kehlkopfeingangs durch die Epiglottis mitbedingt. Ein weiterer Factor für die Tonhöhe ist in der Stärke des die Stimmbänder anblasenden Luftstromes gegeben. Die Tonhöhe kann aber niemals durch die alleinige Spannung der Stimmbänder bedingt sein. Die Annahme, dass die Höhe des Tones durch verstärkte Längs- oder Querspannung der Stimmbänder erzielt wird, die Vertiefung durch Abnahme derselben, ist eine ganz unrichtige. Würden die Stimmbänder zur Erzeugung eines höheren Tones stärker angespannt werden, so müssten sie länger werden, eine längere Saite muss aber einen tieferen Ton geben, vorausgesetzt, dass sie nicht dünner wird und umgekehrt.

Schon aus physikalischen Gründen kann diese Theorie nicht richtig sein. Andererseits würde der Kehlkopf viel zu grossen Schaden leiden, müssten die Töne der menschlichen Kehle, die zwischen 20—24 schwanken, durch Spannungszug hervorgebracht werden. Joh. Müller hat bei seinen Versuchen an Kehlköpfen die Töne allerdings durch Spannungszug hervorgebracht, doch ist

hierbei zu berücksichtigen, dass er an herausgeschnittenen Kehlköpfen gearbeitet und dass er die Töne unter ganz anderen Umständen erzeugt hat, als dieses im lebenden Organismus geschieht.

Der Stimmumfang von zwei Octaven des menschlichen Kehlkopfes wird durch drei Factoren hervorgebracht, a) durch die Stellung der Stimmbandränder zu einander, b) durch die Stellung des Kehldeckels auf den Aditus laryngis und c) hauptsächlich durch die Stärke des anblasenden Luftstromes.

Wir haben nur noch zum Punkt a) einige Erklärungen hinzuzufügen. Ueber die Stellung der Stimmbandränder zu einander bei den verschiedenen Tonhöhen sind die Beschreibungen der Autoren beinahe gleichlautend. Bei der tiefen Bruststimme ist die Glottis durchwegs als ein Spalt sichtbar, bei hohen Brusttönen ist dagegen der hintere Theil der Stimmbänder, die sogenannte Glottis cartilaginea geschlossen. Die Stimmbandränder sind mehr oder weniger gradlinig. Beim Falsett ändert sich das Bild in der Weise, dass die Stimmbänder in ihrem mittleren und hinteren Drittheil sich aneinander legen, während die Glottis im vorderen Drittheil einen mehr oder minder starken elliptischen Spalt zeigt durch die Ausbiegung der Stimmbandränder.

Würde nun die Tonhöhe durch Spannungszug der Stimmbänder hervorgebracht werden, so könnten diese Bilder unmöglich entstehen, da die stärker gespannten Stimmbänder, wie es im Falsett der Fall sein müsste, doch keine concav gestellten Ränder haben könnten. Wir sehen aber bei der Bruststimme das Stimmband beinahe in seiner ganzen Länge schwingen, ähnlich einer Saite von längerer Mensur, während beim Falsetton die Stimmritze zum grössten Theil unsichtbar wird durch das Aneinanderlegen der Stimmbänder, da sich durch Contraction des Transversus die Aryknorpel einander nähern und die flexiblen Proe. vocales fester aneinander gepresst werden, so dass von den Stimmbandrändern nur ein Segment freibleibt in Form eines mehr oder weniger starken elliptischen Spaltes gegen den vorderen Winkel zu. Zum Schwingen blieben in dieser Stellung doch nur die kurzen freien Ränder der Stimmbänder, also Saiten von kürzerer Mensur übrig, die schon wegen ihrer concaven Stellung nicht so stark gespannt sein können, als sie es nach der allgemeinen Anschauung sein müssten. Diese Kehlkopfbilder, wie wir sie täglich beobachten können, beweisen es ja zur Genüge, dass der Wechsel der Ton-

höhe nicht durch Spannung der Stimmbänder, sondern durch die Stellung der Stimmbandränder zu einander bedingt wird.

Dass die Stimmbänder zur Tonerzeugung eine entsprechende allgemeine Spannung haben müssen, ob man dieselben als Saiten oder Zungen ansieht, ist ja aus physikalischen Gründen selbstverständlich.

Die Wichtigkeit des Crico-arytaenoideal-Gelenkes wurde schon in der vorlaryngoscopischen Zeit erkannt und seit der Einführung des Kehlkopfspiegels in die Praxis nur noch mehr betont. Beide Zeitabschnitte sind sich jedoch über die physiologische Wirkung dieses Gelenkes bis heute nicht ganz klar geworden, wie es die allerletzte Fixationstheorie dieses Gelenkes während der Phonation beweist. Wie ich schon vorher betont, halte ich dieses Gelenk vorzugsweise für ein Respirationsgelenk. Liest man die früheren anatomischen und physiologischen Werke über diesen Gegenstand durch, so kommt man zur Ueberzeugung, dass die Forscher der vorlaryngoscopischen Zeit eine Fixation der Aryknorpel während der Phonation für nothwendig hielten, sollten dieselben durch den Muskelzug an den Stimmbändern bei der Phonation nicht nach vorne umkippen oder abgleiten. Diese Fixation wurde in den Verstärkungsbändern der Kapsel gesucht und selbst durch mathematische Rechnung bewiesen. Andere Autoren, wie Hyrtl, Henle setzen nur eine Fixation des Aryknorpels durch Muskulatur voraus, ohne sich näher über dieselbe auszusprechen.

Die Bänderfixation der Aryknorpel war eine allgemein angenommene Thatsache, bis Jelenffy durch seine erste diesbezügliche Arbeit<sup>1)</sup> diese Art der Fixation verwarf und dafür den M. posticus in Anspruch nahm.

Wie wir sehen werden, ist eine specielle Fixation des Aryknorpels während der Phonation gar nicht nothwendig weder von Seite der Gelenksbänder, noch von der des Posticus. Nur weil der Aryknorpel durch seinen Processus vocalis das Stimmband bei der Athmung nach aussen zu führen hat, ist er überhaupt zwischen hinterem Stimmbandende und Ringknorpel beweglich eingefügt, denn die zum Tönen nothwendige Spannung der Stimmbänder hätte auch durch eine einfachere Construction mit Hülfe des Crico-thyreoidealgelenkes hergestellt werden können. — Die Arti-

1) Ueber die Fixation der Giessbeckenknorpel während der Phonation Wiener Mediz. Wochenschrift 1872, Nr. 24.

culatio crico-arytaenoidea wird von Henle als Sattelgelenk angesehen, während es Andere für einen einfachen Ginglimus halten. Die elliptisch begrenzte Gelenkfläche am Ringknorpel verläuft conform dem obern Ringknorpelrande von innen-hinten nach aussen-vorne derart schräg herab, dass der längere Durchmesser auf der Kante der Ringknorpelplatte liegt, dort wo dieselbe in den Seitentheil steil herabfällt. In dieser Richtung ist die Gelenkfläche in der Weise eingetheilt, dass die innere-hintere Hälfte etwas höher steht als die äussere-vordere und beide durch eine quer verlaufende leichte Einsenkung verbunden werden. Im kürzeren Durchmesser ist die Gelenkfläche convex und bildet demnach als Ganzes eine Walze.

Die Gelenkfläche am Aryknorpel ist elliptisch, bedeutend kleiner als die Gegenfläche am Ringknorpel und stellt, wie P. Grützner<sup>1)</sup> sagt, einen Theil der Mantelfläche eines Cylinders dar, dessen Axe ungefähr parallel dem absteigenden Rande des Ringknorpels (also von aussen und unten nach hinten, innen und oben) verläuft. Die Gelenkfläche befindet sich auf der unteren Fläche des Processus muscularis. Die beiden Gelenkflächen decken sich nicht, sondern die Gelenkfläche des Aryknorpels kreuzt die des Ringknorpels beinahe in einem rechten Winkel. — In dieser gekreuzten Uebereinanderlagerung beider Gelenkflächen ist gleichzeitig die Bewegungslinie des Aryknorpels auf dem Ringknorpel gegeben. Derselbe bewegt sich beinahe in einem rechten Winkel zur Spannungsrichtung des Stimmbandes, ein Umstand, der die in neuester Zeit wieder aufgeworfene Frage der Fixation des Aryknorpels während der Phonation ganz überflüssig macht.

Die Kapsel, die die beiden Gelenkflächen verbindet, ist an ihrer äusseren (dorsalen) Seite am schwächsten, während sie an der medialen (ventralen) Seite durch das schwer abziehbare Perichondrium sehr fest ist. Die rückwärtige und zum kleinen Theil mediale Wand dieser Gelenkkapsel ist durch das Lig. crico-arytaenoideum verstärkt, das am Höcker des oberen Ringknorpelrandes beginnt und die Kapsel mit starken, leicht isolirbaren Fasern trichterförmig umspannt. Präparirt man an der medialen Seite des Aryknorpels die Kapselwand ab, so stösst man auf einige ziemlich starke Faserbündel dieses Bandes, welche die

1) Physiologie der Stimme u. Sprache. Handbuch der Phys. Herausg. von Hermann Bd. I, 2. Theil.

mediale Wand der Kapsel verstärken und vollkommen genügen, um den aus der Inspirations- in die Expirationsstellung gebrachten Aryknorpel zurückzuziehen, auch wenn die Kapsel eröffnet und der hintere Theil des Lig. triquetrum durchtrennt ist. Dieses medial gelegene Verstärkungsband der Kapsel habe ich nirgends ausführlicher erwähnt gefunden. Nach Luschka entspringt nur ein kleiner Theil der Fasern entlang dem inneren Rande der Cart. arytaenoidea.

Auffallend schön lässt sich diese innere Portion des Lig. triquetrum am Kehlkopfe des Pferdes oder Rindes präpariren. Wäre eine Fixation des Aryknorpels nothwendig, so würde diese durch das Lig. crico-arytaenoideum und zwar durch dessen hintere und mediale Portion gewiss bewerkstelligt werden können, während das soeben erwähnte medial gelegene starke, rundliche Verstärkungsband nicht allein zum fixiren nach hinten mithelfen würde, sondern gerade dazu geschaffen zu sein scheint, durch seine Elasticität den nach hinten und aussen gedrehten Aryknorpel zurückzuziehen, d. h. denselben aus der Inspirationsstellung in die Cadaverposition zurückzubringen. Bei dieser Arbeit wird dieses Band ausserdem noch unterstützt durch die Membrana elastica, die das Kehlkopfinnere auskleidet und in der Cadaverstellung ihre Ruhelage findet. Die starke Beimengung von elastischen Fasern in dieser Membran giebt ihr eben die Fähigkeit mitzuhelfen, wenn die Stimmbänder aus irgend einer Lage in die Cadaverposition, in ihre Gleichgewichtslage, zurückkehren. Sobald die Kraft, die die Stimmbänder aus- oder einwärts von der Cadaverstellung geführt, zu wirken aufgehört hat, kehren dieselben ohne Muskelkraft, allein durch die Contractilität der Membrana elastica in ihre Gleichgewichtslage zurück.

Jelenffy hat in seiner oben erwähnten Arbeit die bis dahin allgemein angenommene Ansicht über die sogenannte Fixation des Aryknorpels bei der Phonation durch das Lig. crico-arytaenoideum umzustossen versucht, indem er diese Art der Fixation ganz unzureichend erklärt und für sie hauptsächlich die horizontal verlaufenden Fasern des M. posticus in Anspruch nimmt, welche in dieser Arbeit durch die mehr vertical verlaufenden Muskelfasern unterstützt werden sollen. Diese Fixation des Aryknorpels durch den M. posticus ist aber nach Jelenffy nur dann möglich, wenn die Insertionsstelle des Posticus nach einwärts von jener des Late-

ralis, am Processus muscularis des Aryknorpels sich befindet. Noch entschiedener drückt sich Jelenffy in seiner späteren Arbeit<sup>1)</sup> dahin aus, dass er die ganze innere sich horizontal anheftende Portion (dieselbe umfasst aber nach ihm alle von der Crista des Ringknorpels entspringenden Muskelfasern) hauptsächlich als einen in der Wichtigkeit allen Gefährten gleichwerthigen Phonationsmuskel ansieht.

In den zwei angeführten Sätzen concentrirt sich die Theorie Jelenffy's. Dieselbe ist aber a priori nicht richtig und imponirt mehr durch ihre geistreiche Speculation, als sie durch die anatomischen Thatsachen überzeugt. Vor allem habe ich an meinen Präparaten, die vom Menschen, Rind und Pferd genommen wurden, die Insertion des Posticus überhaupt, wie auch seine mehr horizontal verlaufenden Fasern, nie einwärts von jener des Lateralis, sondern immer gegenüber der des Lateralis, wie es der Antagonismus erheischt, gesehen und dann habe ich gar keine horizontalen Fasern im wahren Sinne des Wortes finden können. Wenn Jelenffy noch dazu die innere, sich horizontal anheftende Portion des Posticus, die er zur Fixation des Aryknorpels braucht, von der Crista des Ringknorpels entspringen lässt, dann kann entweder diese ganze innere Portion nicht horizontal liegen, oder sie darf nicht längs der Crista entspringen, da von einer verticalen Linie ausgehende Muskelfasern, die sich an einem höhergelegenen Punkte inseriren, nicht durchwegs horizontal verlaufen können, sondern convergent sein müssen.

Die Anheftung der im Sinne Jelenffy's als horizontal verlaufenden Fasern des Posticus einwärts von der Insertion des Lateralis ist die Grundlage dieser ganzen Theorie, mit deren Unrichtigkeit die ganze Annahme ihre Basis verliert und in sich selbst zusammenfällt. Dass Jelenffy als Zeugen Hyrtl und Henle anführt, beweist noch nichts, da Hyrtl über eine Fixation des Aryknorpels nur im Allgemeinen spricht, ohne des Posticus zu erwähnen, und auch Henle demselben nicht die Verrichtung im Sinne Jelenffy's aufbürdet, denn er sagt nur: „vorausgesetzt, dass die Portici und Cricothyreoidei die Knorpel fixiren.“ In den anatomischen und physiologischen Lehrbüchern ist von der Noth-

---

1) Zur Anatomie, Physiologie und Pathologie der Larynxmuskeln. Berl. klin. Wochenschrift 1888, Nr. 34.

wendigkeit einer wirklichen Fixation des Aryknorpels bei der Phonation keine Aufklärung zu finden; noch viel weniger erfahren wir aus den laryngologischen Werken, in denen der anatomisch-physiologische Theil gewöhnlich aus der einen oder anderen Anatomie oder Physiologie entlehnt ist.

Jelenffy beruft sich auch auf die Experimente von Johannes Müller, der durch beide Aryknorpel einen Pfriemen stach und dieselben noch an ein Brett niederbinden musste. Man darf aber hierbei nicht vergessen, dass J. Müller nur Phonationsversuche machte, ohne auf die Fixation der Aryknorpel überhaupt zu achten, dass er die Töne unter ganz anderen Verhältnissen hervorbrachte als dies im Lebenden der Fall ist und, dass er, um den todten Kehlkopf zur Phonation zu bringen, die beiden Aryknorpel resp. die Processus vocales juxtaponirt erhalten musste, was er nur durch diese künstliche Vorrichtung erreichen konnte.

Aber zugegeben, dass die mehr horizontal verlaufenden Fasern als Schliesser wirken unter Mithilfe der verticalen, während die verticalen die eigentlichen Oeffner sind und hierbei von den sogenannten horizontalen Fasern unterstützt werden, dann ist uns Jelenffy noch immer die Antwort schuldig geblieben, wie es bei diesem Doppelspiele des Posticus mit der Innervation bestellt ist. Soll ein Muskel einmal Schliesser, das anderemal Oeffner sein, dann muss er auch verschiedenartig innervirt werden.

Ebensowenig beweiskräftig für die Jelenffy'sche Theorie wie die anatomischen Thatsachen ist es das Spiegelbild des singenden Kehlkopfes. Jelenffy sagt: „Nimmt man den Kehlkopfspiegel zur Hand und beobachtet den singenden Kehlkopf, so kann man es mit Aufmerksamkeit verfolgen, wie sich die Aryknorpel bei der Erhöhung der Töne immer mehr und mehr aufrichten, bis man bei den höchsten Tönen ihre vorderen Flächen ganz übersieht. Macht man dieses Experiment sprungweise, von einem tieferen Ton unmittelbar auf einen bedeutend höheren übergehend, so wird auch die Verminderung des Abstandes der Aryknorpel von der hinteren Rachenwand in die Augen springen.“ „Man versuche nicht diesen Umstand aus der Wirkung des Cricothyreoidens zu erklären, denn, indem derselbe durch Erhebung der Spange des Ringknorpels die Platte desselben nach hinten neigt, neigt er an und für sich nicht auch die Aryknorpel nach hinten. Diese würden im Gegentheil infolge des verstärkten Zuges

mehr nach vorne rücken müssen, und die Ringknorpelplatte wird ihre Drehung von ihnen unabhängig, unter ihnen weg ausführen, wenn der Posticus seinerseits den verstärkten Zug nicht wett macht . . . .“

Ich habe die beiden Absätze wörtlich citirt, denn sie zeigen, wie Jelenffy sich die Vorrichtung der Phonation vorstellt. Diese Vorstellung ist aber aus folgenden Gründen unrichtig. Wenn der Kehlkopf die Scala aufwärts singt, so sieht man allerdings die Aryknorpel sich immer mehr und mehr aufrichten, bei sprungweiser Erhöhung des Tones ist die Verminderung des Abstandes der Aryknorpel von der hinteren Rachenwand in die Augen springend. Bei der Erhöhung des Tones steigt aber nicht allein der Plattenthail des Ringknorpels in die Höhe, sondern er hebt die Aryknorpel ebenso mit. Nebst dieser Erhöhung wird aber auch noch der Kehldeckel, wie ich schon früher erwähnt, durch Muskelzug (Genioglossus) aufgestellt und zwar im Verhältniss bedeutend mehr als die Erhöhung des Ring- und Aryknorpels ausmacht, so dass dadurch die vordere Fläche der Aryknorpel selbstverständlich im Spiegelbild mehr zur Ansicht kommt. Wenn Jelenffy behaupten kann, dass die Ringknorpelplatte im Stande ist, sich nach hinten zu neigen, unter den Aryknorpeln hinweg, welche infolge des verstärkten Zuges nach vorne rücken müssen, dann hat er das Crico-arytaenoideal-Gelenk in seinem anatomischen Aufbau nicht genau ergründet und die aus demselben sich ergebende physiologische Wirkung unrichtig gedeutet.

Ein Blick auf dieses Gelenk beweist das Gesagte zur Genüge. Sieht man sich die Gelenkflächen des Ring- wie des Aryknorpels an, so fällt sofort die gekreuzte Stellung der beiden Gelenkflächen zu einander auf, welche die Hauptbewegung der Aryknorpel derart bedingt, dass deren Processus vocales sich in der Linie zwischen Phonations- und Inspirationsstellung bewegen. Da aber die elliptisch geformte Gelenkfläche am Ringknorpel schief von innen-hinten nach aussen-vorne herabfällt, so wird der auf dieser Fläche gleitende Aryknorpel den Weg seiner Ein- und Auswärtsbewegung nicht in einer Ebene, sondern in einer Schraubenlinie machen, welche als Nebenbewegung zum Ausdruck kommt. Bei dieser letzteren Bewegungsart dreht sich der Aryknorpel um seine verticale Axe. Die Processus vocales, die die Führung der Stimmbänder übernehmen, werden durch

diese combinirten Bewegungen bei der Phonation tiefer stehen müssen, während sie bei der Inspirationsstellung sich höher stellen.

Die Gelenkflächen beider Knorpel sind derart gestellt, dass die Linie, in der sich der Aryknorpel bewegt, beinahe senkrecht auf die Länge der Stimmbänder, wie auch auf deren Spannungsrichtung steht. Dieser Umstand allein genügt, um die Aryknorpel bei der Phonation fixirt zu halten (dass sie nämlich nicht nach vorne fallen), und sie bedürften hierzu keines speciellen Muskels (*M. posticus*).

Zieht man am todtten Kehlkopf, wo jede Muskelauction ausgeschlossen ist, oder selbst bei rein wegpräparirten Muskeln, den Schildknorpel oder die Stimmbänder noch so fest nach vorne, während man die Platte des Ringknorpels fixirt, so bleibt das Respirationsgelenk des Kehlkopfes ruhig. Auch merkt man hierbei nicht, dass die Kapselwand an irgend einer Seite angespannt oder gar gezerzt würde. Der Mechanismus ist demnach derart eingerichtet, dass der Spannungszug an den Stimmbändern keinen Einfluss auf die Stellungsveränderung des Cricoarygelenkes nach vorne hat.

Nach all dem Gesagten ergibt sich: 1) dass das Cricoarythaenoidalgelenk vorzüglich ein Respirationsgelenk ist, dessen Theile in der Cadaverstellung der Stimmbänder in der Gleichgewichtslage sich befinden. Die Einschaltung der Aryknorpel auf der Ringknorpelplatte mittels Gelenke ist wegen der Athmung, aus rein mechanischen Gründen geschehen; 2) dass dieses Gelenk bei der Phonationsstellung der Stimmbänder weder einer Fixirung von Seite der Kapsel oder ihrer Bänder, noch irgend welcher Muskelkraft, am allerwenigsten der des *Posticus* bedarf, sei es auch nur der sogenannten horizontal verlaufenden Fasern. Für diese letzteren wäre, angenommenen Falles, der Beweis für die Art ihrer doppelten Innervation zu erbringen. Das Cricothyreoidalgelenk ist hauptsächlich als Phonationsgelenk zu betrachten, durch dessen Drehpunkt sich der Schildknorpel mit dem Ringknorpel gegen einander so bewegt, dass die zur Phonation nothwendige Spannung der Stimmbänder und Fixation des Kehlkopfgerüstes ermöglicht wird.

Zum Schlusse dieser Arbeit kann ich nicht umhin, Herrn Prof. Zuckerkandl für seine mir bewiesene Freundlichkeit und das Interesse zu danken, mit denen er meine Arbeit unterstützt hat. Dieselbe wurde Ende Juli l. J. abgeschlossen.