

III.

Stimme und Sprache.

Zwei Vorträge.

Anatomie und Physiologie der Stimm- und Sprachwerkzeuge.

Erster Vortrag,

gehalten den 24. Februar 1869.

(Mit Tafel 3 und 7 Holzschnitten.)

Hochverehrte Anwesende!

Im vorigen Jahre hatte ich an dieser selben Stätte die Ehre, Ihnen in einem Vortrag über das Ohr und das Hören auseinanderzusetzen, dass die dem Schalle überhaupt zu Grunde liegenden Vorgänge nichts anderes sind als grob-materielle, zitternde Bewegungen oder Schwingungen, welche sich in Form von Schallwellen durch die Luft bis ins Gehörorgan hinein fortpflanzen, daselbst nach bestimmten mechanischen Gesetzen diese oder jene Hörnervenfasern erschüttern und erregen, und endlich in Folge der Uebertragung dieser Erregung auf das Gehirn sich in die Fülle von specifischen Schallempfindungen umsetzen, welche in dem Hörenden dann eine Welt von Vorstellungen, Gedanken und Gefühlen erwecken.

Hatte ich damals versucht, Ihnen das Wesen des Schalles, die Verschiedenheiten der Schallphänomene und die Art der Wahrnehmung derselben durch das Gehörorgan — kurz also die ganze Welt des Schalles, wie sie uns das Ohr erschliesst, mechanisch verständlich zu machen; so will ich meine diesjährige Betrachtung nur auf eine einzige Gruppe von Schallphänomenen beschränken, welche

jedoch das ganz besondere Interesse jedes Gebildeten in Anspruch zu nehmen geeignet ist, indem diese Gruppe jene Geräusche und Klänge umfasst, welche den Gesang und die Sprache des Menschen — trotz aller ideellen Bedeutung dieser beiden Leistungen, zuletzt doch ganz allein ausmachen!

Ich werde mich nämlich bemühen, Ihnen heute den Bau und die physiologische Thätigkeit der Stimm- und Sprachwerkzeuge zu erklären, um Ihnen in einem zweiten Vortrage eine befriedigende Einsicht in das Wesen der einzelnen Stimm- und Sprachlaute, sowie in den geheimnissvollen Mechanismus zu eröffnen, vermitteltst welches wir diese ebenso merkwürdigen als bedeutungsvollen akustischen Erscheinungen thatsächlich hervorbringen.

Unser Stimm- und Sprachorgan ist physikalisch betrachtet — ein Blasinstrument und lässt sich am besten mit einer Orgel vergleichen; nur dass unser Organ, statt der vielen Pfeifen, deren jedes Orgelwerk zur Erzeugung verschiedener Tonhöhen und Klangfarben bedarf, nur eine einzige Pfeife besitzt, welche jedoch vermöge ihrer höchst ingeniösen und doch eigentlich wunderbar einfachen Einrichtung nicht nur Klänge von verschiedener Höhe und Farbe, sondern auch noch eine Fülle von eigenthümlichen Geräuschen erzeugen kann — und daher weit Mannichfaltigeres leistet, als das ganze Heer jener vielen Pfeifen zusammengenommen!

Die Lungen, welche in dem beweglichen Brustkasten eingeschlossen sind, entsprechen dem Blasebalge der Orgel.

Die Luftröhre oder Trachea stellt die sogenannte Windlade der Orgel dar, welche den ganzen Registern und ihren einzelnen Pfeifen den Luftstrom zuführt, der sie zum Tönen bringt.

Der Kehlkopf oder Larynx selbst ist statt der vielen, die einzige Pfeife und der Schlund, die Mund- und Nasenhöhle bilden das bewegliche Ansatzrohr dieser einzigen Pfeife, welches allerdings in seiner Eigenthümlichkeit und in seinen verschiedenartigen Wirkungen auf die Mannichfaltigkeit der erzeugbaren Schallphänomene kein ebenbürtiges Analogon unter den Ansatzstücken hat, weder der Orgelpfeifen noch der Blasinstrumente überhaupt.

Um unseren Vergleich vollends zu Ende zu führen, brauche ich Sie nur daran zu erinnern, dass Orgel gespielt wird, indem man den Blasebalg tritt, ein oder das andere Register aufzieht, und irgend eine Taste niederdrückt.

Der Blasebalg treibt einen Luftstrom in einen hermetisch geschlossenen Raum — die sogenannte Windlade — von wo aus derselbe nach Maassgabe der Klappen, welche durch das Aufziehen der Register und

das Niederdrücken der Tasten geöffnet wurden, diese oder jene der vielen verschiedenartigen Pfeifen anbläst und zum Tönen bringt.

In ganz analoger Weise nun spielen wir auf unserer Stimm- und Sprachorgel.

Wir treten zwar den Blasebalg nicht mit den Füßen, aber wir pressen durch unsere Athemmuskeln den Brustkorb und die Lungen zusammen, um einen Luftstrom zu erzeugen; wir ziehen zwar kein Register mit der Hand auf und drücken keine Tasten mit dem Finger nieder, um diese oder jene der verschiedenartig erklingenden Pfeifen zum Tönen zu bringen — weil wir eben keine Register und Tasten für Hand und Finger, und nur eine einzige Pfeife haben: — aber wir verwandeln diese einzige Pfeife in verschiedenartig erklingende Pfeifen, indem wir durch unseren Willensimpuls auf die Nerven und Muskeln den schallerzeugenden Vorrichtungen des Kehlkopfes und seines Ansatzrohrs solche Stellungen und Spannungen geben, dass Töne von verschiedener Höhe und Klangfarbe, oder Geräusche von verschiedenem akustischen Charakter hervorgebracht werden.

Bei der Orgel stehen also die vielen Pfeifen, welche zur Erzeugung der Mannichfaltigkeit der Schallphänomene nöthig sind, in Register geordnet nebeneinander; bei unserem Organ werden sie hingegen durch willkürliche Umgestaltung der einzigen vorhandenen Pfeife nacheinander hergestellt.

Was dort — bei der Orgel — Registerzug und Tastendruck mit Hand und Finger leistet, das bewirkt hier der Willensimpuls auf Nerven und Muskeln und der formverändernde Zug dieser letzteren.

Und so wie beim Orgelspiel aus dem getretenen Blasebalg der Luftstrom in die Windlade, aus dieser in die einzelnen Pfeifen, deren Klappen durch Registerzug und Tastendruck geöffnet wurden, eindringt und demgemäss bestimmte verschiedene Töne erzeugt: ganz ebenso strömt beim Sprechen und Singen aus den zusammengepressten Lungen die in ihnen enthaltene Luft in die Trachea, aus dieser in den Kehlkopf und sein Ansatzrohr, deren schallerzeugende Theile durch Nervenreiz und Muskelzug in bestimmter Weise gestellt und gespannt wurden, und erzeugt demgemäss die gewollten verschiedenen Klänge oder Geräusche.

Die Analogie ist, wie Sie sehen, schlagend und vollständig, und Sie haben durch unseren lehrreichen Vergleich mit einem Mal eine richtige Vorstellung von dem Mechanismus und der Spielart unseres Stimm- und Sprachinstrumentes im Allgemeinen gewonnen.

Um nun aber auch im Besonderen die Erzeugung der einzelnen Stimm- und Sprachlaute verstehen zu können, müssen Sie mir

Ihre freundliche Aufmerksamkeit für die folgende Darstellung der anatomischen Beschaffenheit und physiologischen Thätigkeit der betreffenden Organe schenken.

Werfen wir zunächst einen Blick auf diese kolossale Durchschnittszeichnung (vgl. Fig. 20 auf Tafel 3), um uns über die Lage und den Zusammenhang der fraglichen Theile zu orientiren.

Dieselbe stellt die rechte Hälfte eines Menschen von innen gesehen dar, welcher durch einen der bekannten UHLAND'schen »Schwabensreiche« mittlenzwei gespalten wurde.

Hier Kopf, — Hals, — Brust.

Im Rücken die Wirbelsäule; vorn das Brustbein; oben die knöchernen Schädelkapsel, darin eingebettet das grosse und kleine Gehirn, nach unten im Zusammenhang mit dem Rückenmark, das im Wirbelkanal eingeschlossen ist.

Alle diese Gebilde sind nur skizzenhaft angedeutet, um die ausgeführteren Darstellungen der zum Stimm- und Sprachorgan wesentlich gehörigen Theile, deren Lage und Zusammenhang wir eben studiren wollen, desto deutlicher hervortreten zu lassen.

In der geöffneten Brusthöhle, welche nach unten durch eine convex empor gewölbte Scheidewand — das sogenannte Zwerchfell — geschlossen und von der Bauchhöhle getrennt wird, sehen Sie den rechten Lungenflügel — das Herz und der linke Lungenflügel sind mit der ganzen linken Körperhälfte entfernt worden.

Aus der Lunge tritt eine klaffende Röhre hervor, welche sich mit einer ebensolchen aus der linken Lunge kommenden Röhre, die hier natürlich abgeschnitten und nicht sichtbar ist, zur Luftröhre oder Trachea vereinigt.

Die Trachea steigt aus der Brust in den Hals empor, begleitet von der Speiseröhre, welche, aus dem Unterleibe kommend, hinter der Luftröhre — zwischen dieser und der Wirbelsäule nach oben zieht, um sich in den Schlund oder Pharynx zu öffnen.

In der Höhe des 5.—6. Halswirbels endet die Luftröhre und geht in den Kehlkopf oder Larynx über, welcher sich unmittelbar vor der Speiseröhrenmündung ebenfalls in den Schlund öffnet.

Der Schlund oder Pharynx bildet einen sackartig erweiterten muskulösen Schlauch, der von den beiden hintereinander liegenden Mündungen des Kehlkopfes und der Speiseröhre gerade vor den Halswirbelkörpern bis an die Basis des Schädels hinaufreicht.

Hier communicirt er nach vorn mit zwei Höhlen — der Mund- und Nasenhöhle —, welche im Gesichtstheile des Kopfes übereinander liegen und durch eine horizontale knöcherne Scheidewand, den harten

Gaumen, getrennt sind, von dessen hinterem Rand das Gaumensegel oder der weiche Gaumen mit dem Zäpfchen als beweglicher Vorhang herabhängt. Mund- und Nasenhöhle öffnen sich bekanntlich vermittelst besonderer Oeffnungen im Gesicht nach aussen. In der ersteren sieht man die halbrunde Zunge, in der letzteren die drei sogenannten Nasenmuscheln.

Auf diesem Bilde (vgl. Fig. 21 der Tafel 3) habe ich den Pharynx, nach Entfernung der Wirbelsäule, von hinten geöffnet dargestellt, um dessen Zusammenhang mit der Mund- und Nasenhöhle, dann die senkrechte Nasenscheidewand, welche die Nasenhöhle in zwei Hälften theilt, die hinteren Enden der beiden unteren Nasenmuscheln, und endlich das Gaumensegel mit dem Zäpfchen in seiner ganzen Ausdehnung zu zeigen. — Die Speiseröhre, vor deren Mündung der Kehlkopfseingang zu sehen ist, wurde kurz abgeschnitten dargestellt, um die Luftröhre sichtbar zu machen, welche sich in die beiden Lungenäste oder Bronchien spaltet, an denen die Lungen, wie Früchte am Stiel, hängen. Die Hauptverzweigungen der Bronchien in den Lungen sind deutlich zu überschauen und in der rechten Lungenspitze sind die Verästelungen bis in ihre letzten Enden dargestellt, welche Gruppen von mikroskopisch kleinen Bläschen tragen und denselben als Luftweg dienen. Nicht nur die ganze Oberfläche einer Lunge besteht aus diesen mikroskopischen Bläschengruppen, sondern auch im Innern füllen dieselben alle Räume zwischen den gröbereren und feineren Verästelungen der Bronchien und der Blutgefässe aus. Die eigentliche Lungensubstanz ist also ein feinschwammiges, durch und durch lufthaltiges, äusserst elastisches Gewebe, und jede Lunge stellt somit ein Luftkissen von grosser Ausdehnbarkeit und sehr wechselnder Capacität dar.

Der Schlund ist der gemeinschaftliche Weg für die Luft, die wir athmen, und für die Speisen und Getränke, die wir geniessen; er gewinnt aber noch eine höhere Bedeutung, indem er mit seinem Doppelende — der Mund- und Nasenhöhle — einen integrirenden Bestandtheil unseres Stimm- und Sprachorganes ausmacht.

Dieses besteht also:

- 1) aus einem Blasebalg — dem allseitig geschlossenen und beweglichen Brustkasten mit den Lungen,
- 2) aus einer Windlade — der Luftröhre und ihren beiden Lungenästen oder Bronchialverzweigungen, und
- 3) aus einer Pfeife mit Ansatzrohr — dem Kehlkopf mit dem in Mund- und Nasenhöhle ausgehenden Schlund.

Orientirt über die Lage und den Zusammenhang der Haupt-

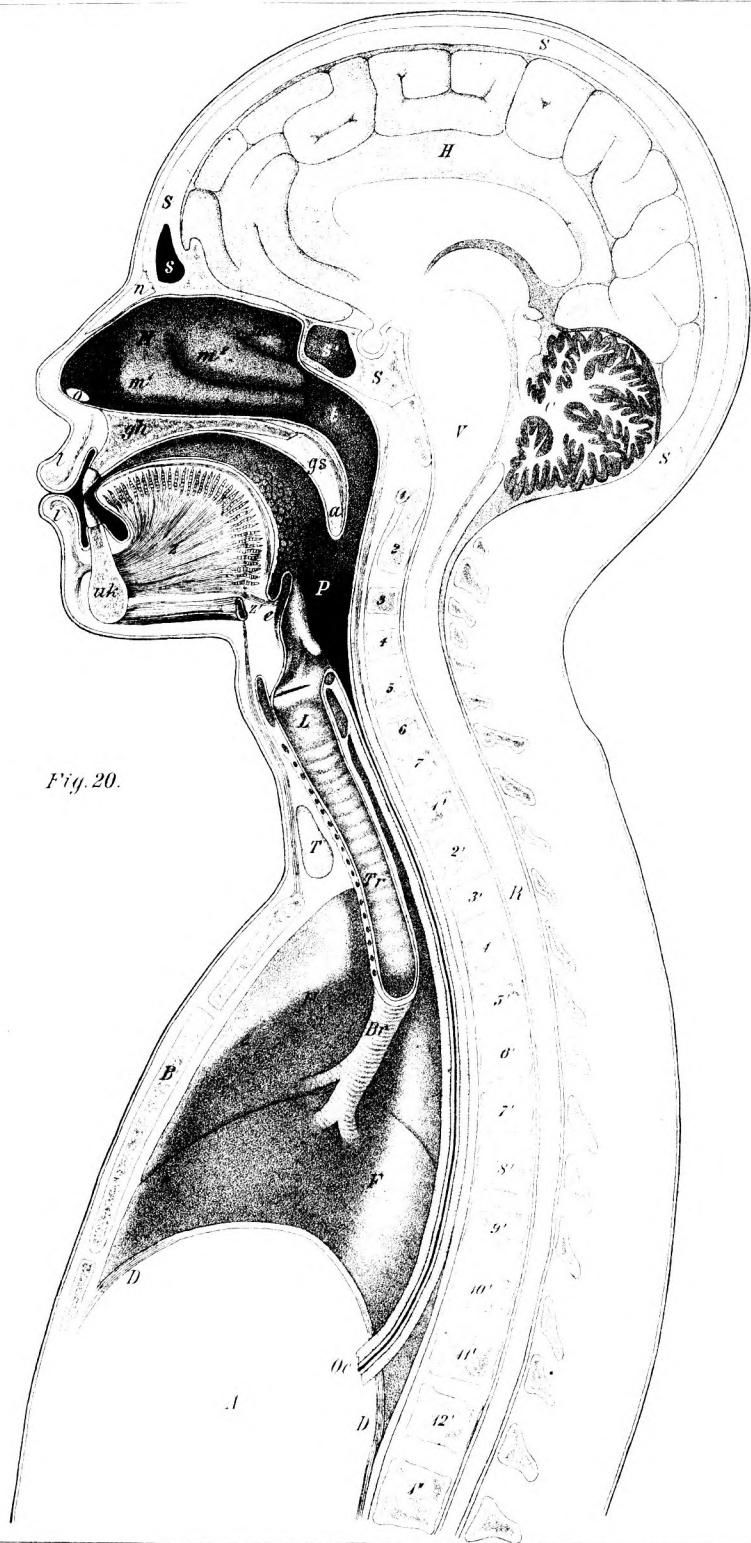
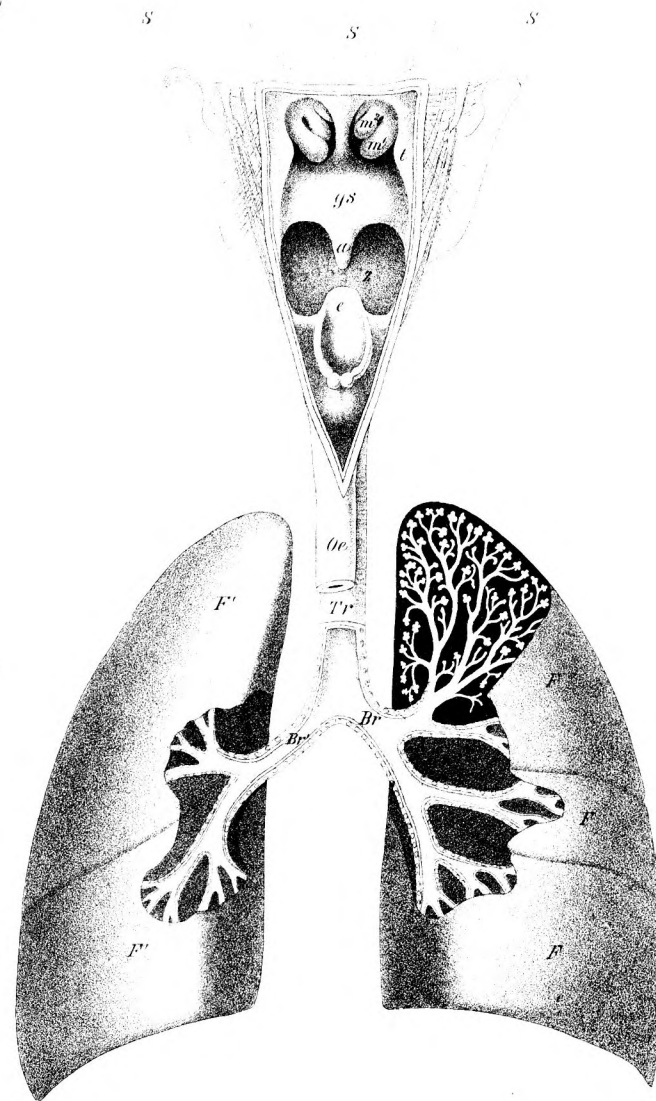


Fig. 20.

S, S knöcherne Schädelkapsel
 (n. Nasenbein, s. Stirn, s. Kälbeinhöhle)
 H- grosses Gehirn
 C- kleines Gehirn
 V- verlängertes Mark
 H- Rückenmark
 1- 7 Halswirbel
 1- 12 Brustwirbel
 1- 5 Lendenwirbel
 B- Brustbein
 D- Zwerchfell o. Diaphragma
 A- Unterleibshöhle

N- Nasenhöhle (m, m', m'' die 3. Nasen-
 muskeln, o. Nasenloch, t. Mün-
 dung der Ohrtrumpete)
 gh- harter Gaumen
 gs- weicher Gaumen o. Gaumensegel
 mit dem Zäpfchen a
 M- Mundhöhle (z. Zunge, z. Zungenbein)
 U- Ober- u. Unterlippe mit den in ihnen
 enthaltenen Muskeln
 uk- Unterkiefer
 P- Schlund o. Pharynx
 Oe- Speiseröhre o. Oesophagus
 L- Kehlkopf o. Larynx, e. Kehldeckel
 Tr- Luftröhre o. Trachea
 T- Schilddrüse
 Br- Luftröhrenast o. Bronchus
 FF- Lungenflügel

Fig. 21.



bestandtheile unseres Stimm- und Sprachorganes, müssen wir sie nun noch einzeln — hinsichtlich ihres Baues und ihrer Beweglichkeit genauer betrachten.

Der Athmungsmechanismus dient zwar zunächst nur der Erhaltung des vegetativen Lebens, indem er — (ohne unser Hinzuthun, automatisch, in Bewegung gesetzt) — den Luftwechsel behufs der Regeneration des Blutes in den Lungen (durch Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe) besorgt; — er functionirt aber — (willkürlich von uns beeinflusst) — auch als Gebläse für das Stimm- und Sprachorgan, und deshalb muss er hier näher erörtert werden.

Die Lungen, welche, wie wir sahen, die Structur feinschwammiger elastischer Luftpolster haben, sind nebst andern Eingeweiden, wie das Herz, die grossen Blutgefässstämme, Drüsen, Fettgewebe u. s. w., hermetisch in der Brusthöhle eingeschlossen und füllen den zwischen diesen Gebilden und den Brustwandungen übrigbleibenden Raum stets vollständig aus, weil sie der atmosphärische Luftdruck, welcher auf ihren Innenflächen lastet, unter allen Umständen so weit ausdehnt, bis dass sie einerseits mit den übrigen Brusteingeweiden, andererseits mit den Brustwandungen in innigen Contact kommen und bleiben müssen, wie wenn sie daselbst ringsum angewachsen wären.

Es befindet sich eben nirgendwo in der Brusthöhle ein leerer Raum, noch kann sich ein solcher daselbst bilden, denn wenn, wie beim Einathmen, der Brustraum sich vergrössert, indem seine Wandungen, gegen deren glatte Innenflächen die Lungen angedrückt sind, zurückweichen, so vermindert sich der Widerstand an den Aussenflächen der Lungen, und genau in dem Maasse, als dies geschieht, muss natürlich der in ihrem Innern nunmehr einseitig lastende Luftdruck ihr elastisches Gewebe auseinander treiben und mit neuen Luftmassen erfüllen.

Hierin also liegt der Grund, dass und warum bei der Einathmung die Luft nach den Lungen hinströmt.

Die Entstehung des in entgegengesetzter Richtung fliessenden Luftstroms beim Ausathmen, wo sich der Brustraum verengt, ist aber als Folge der Zusammendrückung der gefüllten Lungen ohne weiteres klar.

Und so hätten wir denn die genauere anatomische Beschaffenheit, sowie die physiologische Thätigkeit des ersten Hauptbestandtheils unseres Stimm- und Sprachorgans — des Blasebalgs — kennen gelernt. Wir wissen jetzt, wie und wodurch der Ausathmungsluftstrom immer wieder von Neuem erzeugt wird, dessen wir uns fast ausschliesslich zur Bildung der Stimm- und Sprachlaute bedienen.

Von der Windlade, d. h. von der Luftröhre und den beiden Bronchien mit ihren baumförmigen, in mikroskopische Bläschengruppen endigenden Ramificationen in den Lungen, brauche ich Ihnen nichts zu sagen, als dass es elastische Röhren sind, welche durch verschieden geformte, in ihre Wandungen eingelassene Knorpelplatten (vgl. Fig. 21, wo ihre Durchschnitte zu sehen sind) immer klaffend und wegsam erhalten werden und im Inneren mit einer Schleimhaut ausgekleidet sind, deren freie Oberfläche einen Ueberzug von sogenannten Flimmerzellen besitzt.

Dieses ganze Luftröhrensystem hat keine andere Bedeutung als einfach die: dem In- und Expirationsluftstrom einen stets gangbaren Leitungsweg offen zu halten.

Weit mehr ist über den Bau und die Bedeutung des dritten und letzten Hauptbestandtheiles unseres Stimm- und Sprachorgans, nämlich der einzigen Pfeife mit dem Ansatzrohr zu berichten, denn diese Gebilde enthalten erst die eigentlichen akustischen Vorrichtungen, welche jene Schallphänomene erzeugen, die uns hauptsächlich interessieren.

Der Kehlkopf oder Larynx, welcher das kurze röhrenförmige Verbindungsstück zwischen der Trachea und dem Pharynx darstellt, und als eine unmittelbare Fortsetzung und höhere Entwicklung oder Differenzirung der Luftröhre betrachtet werden muss, besitzt ein Knorpelgerüst, dessen einzelne Stücke in kolossalen plastischen Nachbildungen hier vor Ihnen liegen. ¹⁾

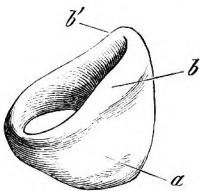


Fig. 22. Der Ring- oder Grundknorpel.

a Gelenkfläche zur Verbindung mit dem unteren Horn des Schildknorpels; *b, b'* die Gelenkflächen, auf welchen die beiden Giessbeckenknorpel beweglich aufsitzen.

Ich will dieselben einzeln zeigen und benennen und vor Ihren Augen zu dem beweglichen Skelet zusammensetzen, welches sie bilden.

Hier ist erstlich der sogenannte Ringknorpel, welcher in der That wie ein Siegelring aussieht (Fig. 22). Er sitzt unmittelbar ober dem letzten Knorpelhalbring der Luftröhre und trägt selbst das ganze Gerüst des Kehlkopfes, weshalb wir ihm den Grundknorpel nennen wollen.

¹ Ich bediente mich sehr genau und hübsch gearbeiteter Nachbildungen der Kehlkopfknorpel, welche mein geehrter Freund und Colleague, Herr Geheimer Hofrath GEGENBAUR, vom hiesigen Anatomiediener in kolossalem Maassstab hatte anfertigen lassen.

Hier sehen Sie zweitens (Fig. 23) den sogenannten Schildknorpel, eine in der Mitte geknickte breite Platte, deren vier Ecken sich in gerade Fortsätze oder Hörner verlängern. Die oberen sind

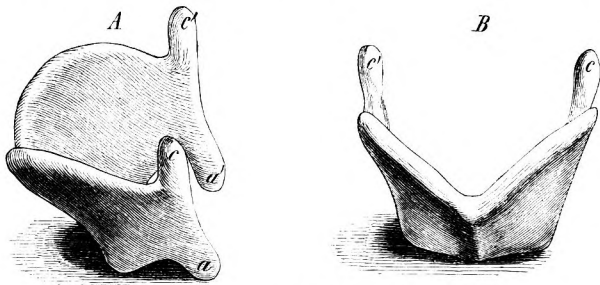


Fig. 23. Der Schild- oder Spannknorpel.

Bei *A* schräg von hinten und links gesehen. Bei *B* Ansicht von vorn und oben. *a, a'* das linke und das rechte untere Horn; *c, c'* die beiden oberen Hörner.

durch Stränge von Bandmasse mit dem hufeisenförmigen Zungenbein verbunden, das oberhalb des Kehlkopfes im Muskelfleisch eingebettet ist. Die unteren Hörner articuliren mit den Seitentheilen des Grundknorpels. Ich stelle diese Gelenkverbindung her, und Sie sehen, wie sich der Schildknorpel auf dem Grundknorpel hebel förmig auf und nieder bewegen lässt.

Hier endlich sind die beiden Giessbeckenknorpel (Fig. 24), so genannt, weil sie, wenn man sie mit ihren Innenflächen aneinander legt, eine Art Schnabel bilden, welcher nach der blühenden Phantasie der alten Anatomen eine Aehnlichkeit mit der Schneppe einer Giessbeckenkaraffe haben sollte.

Sie haben die Form von kleinen dreiseitigen Pyramiden mit rückwärtsgebogener Spitze und senden einen Fortsatz nach vorn, einen nach aussen und hinten ab. Sie sitzen mit ihrer concaven Basis auf dem Rande der senkrechten Siegelringplatte des Grundknorpels nach allen Richtungen frei beweglich auf. Sie können weit von einander entfernt und wieder bis zur Berührung genähert werden, dabei können sie sich in jeder dieser Stellungen um ihre Höhenaxe nach aussen und innen drehen und um die Queraxe nach vorwärts und rückwärts neigen.

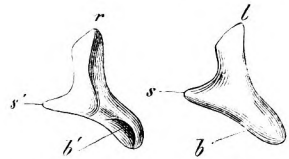


Fig. 24. Die beiden Giessbecken- oder Stellknorpel.

Bei *r* der der rechten Seite; bei *l* der der linken Seite; der rechte Knorpel *r* ist so gestellt, dass man an ihm die Innenfläche und Theile der hinteren und unteren Fläche übersieht; der linke Knorpel *l* kehrt dem Beschauer seine Aussenfläche zu. *s, s'* Stimmfortsatz; *b, b'* Gelenkfortsatz mit der concaven Fläche zur Verbindung mit dem Ringknorpel.

Die Beweglichkeit der beiden Knorpelchen auf dem Rande des Grundknorpels ist also in der That eine sehr freie. Ich bringe sie jetzt dahin, und lasse sie — nachdem ich mit ihnen alle die möglichen Bewegungen ausgeführt habe — ruhig an Ort und Stelle sitzen — und das Knorpelgerüst des Kehlkopfes steht fertig aufgebaut vor Ihnen! (Vgl. Fig. 25.)

Sie sehen, dass bei dieser Lage der Theile von jedem Giessbeckenknorpel der stumpfe, gerade nach vorn vorspringende Fortsatz (*s*) horizontal nach der Mitte (*m*) der geknickten Innenfläche des Schildknorpels zielt.

Nun kommt aber die Hauptsache der Kehlkopfsanatomie!

Nachdem die erwähnte röhrenförmige Schleimhautauskleidung der Trachea durch den Ring- oder Grundknorpel in das Innere des Kehlkopfgerüsts gelangt ist, bildet sie jederseits eine vorspringende horizontale Falte, welche nach hinten an den stumpfen Fortsatz des Giessbeckenknorpels, nach vorn an den Mittelpunkt der geknickten Innenfläche des Schildknorpels anwächst. (Vgl. Fig. 26 B, welche einen in der Ebene der Stimmbänder quer durchschnittenen Kehlkopf darstellt. Man sieht

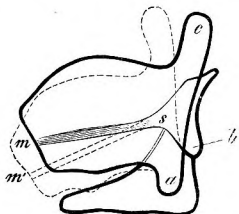


Fig. 25. Schematische Darstellung des beweglichen Gerüsts, welches die Knorpel des Kehlkopfes zusammensetzen. Seitenansicht.

s m die Stimmbänder oder Stimmbänder. Durch die im Gelenk *a* mögliche hebelartige Bewegung des Schildknorpels nach abwärts (vgl. den punktierten Contour) wird, wie man sieht, die Entfernung zwischen den Befestigungspunkten der Stimmbänder vergrößert (vgl. *s m* mit *sm'*). Bei festgestelltem Gelenk *a* müssen die Stimmbänder unter diesen Umständen gedehnt und stärker gespannt werden.

von oben auf den Durchschnitt und erkennt, wie die rein präparirte Schleimhaut aus dem Ring des Grundknorpels emporsteigt und durch Festwachsen an den genannten Punkten [*s*, *s'* und *m*] in zwei parallele horizontale Falten ausgezogen wird.) So entstehen die beiden in einer horizontalen Ebene im Centrum des Kehlkopfes liegenden Stimmbänder oder Stimmbänder. Ich befestige in unserem Schema zwei weissgefärbte Kautschukbänder, welche uns die Stimmbänder repräsentiren sollen.

Zwischen ihren freien Innenrändern bleibt eine Längsspalte — die sogenannte Stimmritze übrig, deren Form und Weite von der Stellung der Giessbeckenknorpel abhängt, weshalb die Physiologen, nach Professor LUDWIG'S Vorgang, für den abgeschmackten anatomischen Namen »Giessbeckenknorpel« den Namen »Stellknorpel« gebrauchen.

Auf dieser Tafel (vgl. Fig. 26) habe ich Ihnen die wichtigsten Formen und Gestalten abgebildet, welche die Stimmritze durch die variablen Positionen der Stellknorpel anzunehmen im Stande ist.

Auch der Schildknorpel hat statt seines, allerdings weniger sinnlosen anatomischen Namens einen besseren physiologischen bekommen — nämlich »Spannkorpel«, weil in der That die Spannung der Stimmbänder bei feststehend gedachten Stellknorpeln von den hebelartigen Bewegungen des Schildknorpels abhängt.

Bei der Senkung desselben nach vorn wird, wie Sie sehen (vgl. Fig. 25 *s m* und *s m'*), die Entfernung zwischen dem Mittelpunkt seiner geknickten Innenfläche und den Stimmfortsätzen der Stellknorpel grösser — und die zwischen diesen Anheftungspunkten fixirten elastischen Stimmbänder müssen sich nothwendig stärker spannen und verlängern.

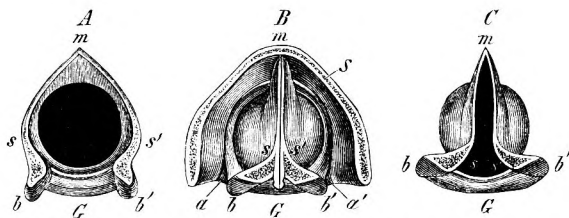


Fig. 26. Drei in der Ebene der Stimmbänder quer durchschnitene Kehlköpfe, um die drei Hauptformen der Stimmritze zu zeigen, welche durch die verschiedene Stellung der Giessbeckenknorpel bedingt werden.

b, b' die Gelenkfortsätze der im horizontalen Durchschnitt dreieckig erscheinenden Giessbeckenknorpel. Sie sitzen frei beweglich auf dem oberen Rande des Grundknorpels (*G*) auf. *s, s'* die Stimmfortsätze, an welche die Stimmbänder nach hinten angewachsen sind; *m*, der Mittelpunkt der geknickten Innenfläche des Schild- oder Spannkorpels, wo sich die Stimmbänder nach vorn befestigen. Bei *A* grösste Weite der Stimmritze. Bei *B* die Ränder der Stimmritze in Berührung. *S* hufeisenförmiger Durchschnitt des Schildknorpels; *a, a'* die Gelenkverbindung zwischen den unteren Hörnern des Schildknorpels und den Seitentheilen des Grundknorpels *G*. Bei *A* und *C* sind diese Theile der Einfachheit wegen weggelassen, sind aber in Gedanken leicht zu ergänzen. Bei *C* eigenthümliche Form der Stimmritze, welche entsteht, wenn sich die Stellknorpel von einander entfernen und zugleich mit ihren Stimmfortsätzen *s, s'* nach einwärts kehren.

Das Umgekehrte geschieht natürlich bei Hebung des Schildknorpels. — So wunderbar einfach und unscheinbar ist also die Vorrichtung, welche die Stimme eigentlich erzeugt. Zwei elastische Schleimhautfalten zwischen beweglichen Knorpelstücken befestigt, die sich entweder berühren oder eine engere oder weitere Spalte begrenzen und in verschiedenem Grade gespannt werden können — weiter nichts!

Ja, muss sich der Ueingeordnete nicht mit Staunen die Frage vorlegen: ist dies wirklich Alles? und: wie kann diese Vorrichtung überhaupt hörbare, akustische Phänomene hervorbringen — geschweige denn die Fülle der Stimmeffekte, deren wir fähig sind?

Auf die Frage, wie diese Vorrichtung überhaupt akustische Phänomene hervorbringen kann, will ich sogleich antworten.

Solange die Stimmritze im Verhältniss zur Mächtigkeit des Ausathmungsluftstroms weit genug offen steht, dass die bewegte Luft-

masse ohne erhebliche Friction oder Reibung durch dieselbe hindurchfließen kann, bleibt auch in der That Alles still. So wie aber die Stimmritze in irgend einer Form so weit verengt wird, dass die durch dieselbe hindurchgetriebenen Luftmassen sich drängen und reiben müssen, um durchzukommen, so gerathen dieselben in wirbelnde Bewegungen oder unregelmässige Schwingungen — und es macht sich sofort ein leiseres oder lauterer blasendes Geräusch wahrnehmbar.

Sind endlich die Stimmbänder genügend gespannt, ihre freien Ränder einander zugleich hinreichend oder bis zur gegenseitigen Berührung genähert, so drängt sie der aus der Windlade oder Trachea mächtig herandringende Luftstrom empor — und zugleich aus einander, die Stimmritze wird geöffnet, wenn sie geschlossen, weiter, wenn sie ursprünglich offen war; Luft entweicht also plötzlich in grösserer Menge; damit nimmt aber auch die Spannung der Luft in der Trachea plötzlich ab, und die Stimmbänder schnellen elastisch in ihre frühere Stellung zurück; in Folge dessen muss die Luftspannung in der Trachea sofort wieder steigen, und der beschriebene Bewegungsvorgang beginnt immer wieder von neuem — und so gerathen die Stimmbänder unter diesen Umständen in anhaltende periodische Schwingungen, durch welche die Luftsäule in regelmässige verdichtete und verdünnte Abschnitte zerschnitten, oder mit anderen Worten in Schallwellen versetzt wird, welche sich, wie ich im vorigen Jahre auseinandersetzte, durch den Luftraum fortpflanzen und in Folge ihrer Regelmässigkeit die Empfindung eines Klanges im Ohr hervorrufen.

So also entsteht die lauttönende Stimme im Kehlkopf.

Eine akustische Vorrichtung, in welcher ein Klang auf die beschriebene Art hervorgebracht wird — gleichgültig ob die durch den Luftstrom in Schwingungen versetzten Platten aus dünnem Metall oder, wie hier, aus elastischen Häutchen oder Bändern bestehen — nennt man in der Physik eine Zungenpfeife.

Unser Kehlkopf ist somit, physikalisch definirt, eine Zungenpfeife mit zwei membranösen oder häutigen Zungen.

Ich zeige Ihnen hier zur Erläuterung einen künstlich nachgebildeten Kehlkopf (Fig. 27).

Das Knorpelgerüst ist durch beweglich verbundene Messingstücken nachgeahmt — die Schleimhaut aber durch eine röhrenförmige Kautschukmembran, die vorn und hinten zwischen den Messingstücken eingeklemmt ist, so dass sie zwei Falten oder Ränder bildet, welche wie die Stimmbänder eine Längsspalte begrenzen. Das Ganze sitzt auf einer Trachea von Holz.

ausschliesslich zu Grunde liegt, sondern auch zugleich, dass die Stimmbänder allein das wesentliche tonerzeugende Gebilde des Kehlkopfes sind, denn dieser Leichenkehkopf hat gesungen — obschon wir ihm seines ganzen Ansatzrohrs und selbst aller seiner übrigen Bestandtheile beraubt haben.

Um die Anatomie des Kehlkopfes zu beenden, muss ich Sie noch kurz mit diesen übrigen Bestandtheilen bekannt machen.

Unmittelbar über jedem der beiden Stimmbänder bildet die Schleimhaut eine taschenförmige Vertiefung oder Höhle, die sogenannte MORGAGNI'sche Kehlkopf tasche, welche nach oben durch eine horizontale mit dem Stimmband parallel laufende Schleimhautfalte, das sogenannte Taschenband, begrenzt wird.

Sie sehen diese Gebilde hier an einem halbhirten und an einem von hinten geöffneten Kehlkopf, noch besser an dieser vorderen Hälfte eines von rechts nach links geführten Durchschnitts (vergl. Fig. 28 A, B, C).

Oberhalb der Taschenbänder erweitert sich

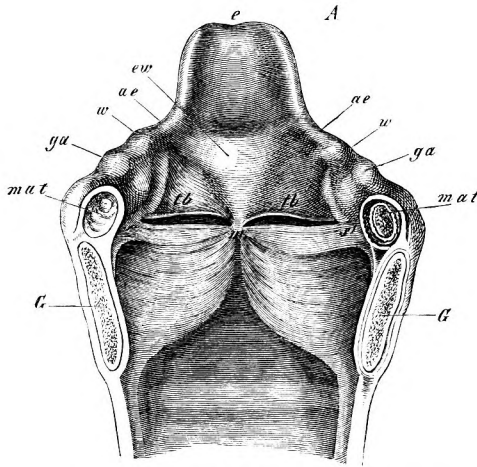


Fig. 28 A. Kehlkopf hinten aufgeschnitten und auseinandergelegt.

G, G Durchschnitt der Siegelringplatte des Grundknorpels; *mat* Durchschnitt des Muskels, welcher quer von einem Stellknorpel zum andern geht und beide einander nähert; *ga* wulstige Hervorragung der Mündung des Kehlkopfes, in welcher die Spitze eines Stellknorpels steckt; *w* Wulst, welcher dem WRIEBERG'schen Knorpelstäbchen entspricht; *ae* Schleimhautfalte, welche sich in den Seitenrand des Kehldeckels *e* fortsetzt; *ew* Kehldeckelwulst; *s* und *s'* die Stimmfortsätze der Stellknorpel im Anfangstheil der beiden Stimmbänder *sm* und *s'm*; *tb* die Taschenbänder. Der dunkle Spalt zwischen ihnen und den Stimmbändern ist der Eingang in die rechte und in die linke MORGAGNI'sche Kehlkopftasche.

der Kehlkopfsraum und mündet in den Pharynx aus.

Diese Mündung wird durch eine kreisförmig in sich selbst zurücklaufende Schleimhautfalte gebildet, welche ein kurzes schräg von vorn und oben, nach hinten und unten abgestutztes kurzes Rohr darstellt, das durch mehrere Knorpelstücke gestützt und gesteuft wird.

Sie sehen die röhrenförmige Kehlkopfmündung auf diesem Bilde (Taf. 3, Fig. 21) in den von hinten aufgeschnittenen Pharynx hineinragen. Die Stütznorpel, welche dieselbe klaffend erhalten, sind durch den Schleimhautüberzug hindurch kemtlich (vgl. Fig. 28 A): nach hinten

die beiden Stellknorpel, deren Spitzen noch zwei kleine gebogene Knorpelchen — die sogenannten SANTORINI'schen Hörner — tragen; nach aussen von diesen jederseits ein senkrecht stehendes Knorpelstäbchen — der oft fehlende WRISBERG'sche Knorpel — nach vorn endlich eine blattförmige dünne Faserknorpelplatte — der Kehldeckel — der mit seinem verjüngten Stiel bis gegen den vorderen Ansatzpunkt der Taschen- und Stimmbänder herabreicht, wie Sie am besten an dem von hinten geöffneten und an dem querdurchschnittenen Kehlkopf sehen können (vgl. Fig. 2S A, Fig. 2S C).

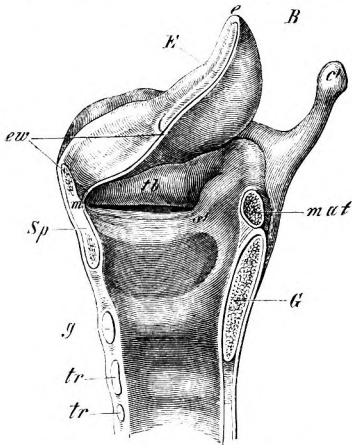


Fig. 2S B. Rechte Hälfte eines halbirten Kehlkopfes von innen gesehen.

E Durchschnitt des Kehldeckelknorpels; *Sp* Durchschnitt des Spannkorpels; *c'* das rechte obere Horn desselben; *g* Durchschnitt des vorderen niedrigen Theils des Grundknorpels; *tr, tr* Durchschnitte der beiden ersten Knorpelhalbringe der Luftröhre. Die übrigen Buchstabenzeichen wie bei A.

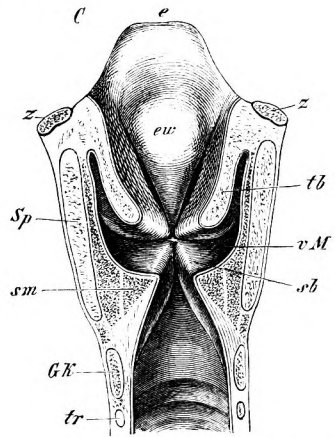


Fig. 2S C. Vordere Hälfte eines von rechts nach links durchschnittenen Kehlkopfes von innen.

z, z Durchschnitt der beiden Aeste des hufeisenförmigen Zungenbeins; *GK* Durchschnitt der Seitentheile des Grundknorpels; *vM* Durchschnitt der Stimmbänder; *vM* Durchschnitt der Morgagni'schen Kehlkopfstasche; *tb* Taschenband im Durchschnitt; *sm* Durchschnitte der Muskelbündel, die in den Stimmbändern von vorn nach hinten laufen.

Der Kehldeckel kann durch besondere Muskeln niedergezogen werden und dient zum Verschluss der Kehlkopfmündung, wozu sich besonders der Wulst desselben (*ew*) eignet, welcher, wie ich zuerst zeigte, auf die geschlossenen Stimmbänder gepresst wird und wie der Schlussstein eines Gewölbes in die Kehlkopfmündung passt. Ueber den niedergezogenen Kehldeckel gleiten die zu verschluckenden Speisen und flüssigen Nahrungsmittel in die hinter dem Kehlkopf gelegene Speiseröhrenmündung.

Schliesst er nicht genau, so dringen Theile der Speisen und Getränke leicht ins Innere des Kehlkopfes und erzeugen oft die heftigsten Husten- und Erstickungsanfälle: — man sagt dann, es sei Einem etwas in die »unrechte Kehle« gekommen.

So hat uns denn die Betrachtung der Kehlkopfmündung in den Pharynx geführt, welcher mit seinem Doppelende — der Mund- und Nasenhöhle, das Ansatzrohr der Kehlkopfspfeife bildet. Beschliessen wir unsere anatomisch-physiologische Uebersicht mit der Betrachtung dieses Ansatzrohrs. — Mit der Beschreibung der starrwandigen Nasenhöhle und der Mundtheile, wie Lippen, Zunge, Zähne und Wangen, brauche ich Sie nicht weiter zu behelligen, da sie Ihnen hinreichend bekannt sind; — dagegen muss ich noch, um mein heutiges Thema zu erschöpfen, im Allgemeinen hervorheben, dass das Ansatzrohr der Kehlkopfspfeife, in Folge der an ihm möglichen willkürlichen Bewegungen und Gestaltveränderungen, die doppelte akustische Bedeutung besitzt:

Erstlich die Stimme, die, wie Sie sahen, ausschliesslich in der Stimmritze entsteht, in verschiedener und eigenthümlicher Weise, z. B. durch Resonanz, zu verändern. —

Zweitens aber besondere, hörbare Schallphänomene von grosser Mannigfaltigkeit selbstständig zu erzeugen.

Mit Bezug auf diese zweifache akustische Leistungsfähigkeit des Ansatzrohrs ist Folgendes zu wissen wichtig und nothwendig:

1) Kann mittelst des willkürlich beweglichen Gaumensegels entweder die Nasenhöhle oder die Mundhöhle luftdicht vom Pharynx abgesperrt werden.

Das erstere geschieht, wenn das Gaumensegel nach hinten und oben gehoben und gegen die hintere Rachenwand angedrückt wird, welche sich dabei verwulstet; das letztere hingegen, wenn sich das Gaumensegel nach vorn und unten senkt und an den Zungengrund innig anschmiegt.

Bei mittlerer Stellung des Gaumensegels — oder der Gaumenklappe (denn diesen Namen verdient dies wichtige Gebilde) communiciren Mund- und Nasenhöhle gleichzeitig mit dem Pharynx.

Dies Alles kann ich Ihnen nun an unserer grossen Durchschnittszeichnung (vgl. Fig. 20 auf Taf. 3) zeigen, an welcher ich, wie Sie sehen, die Gaumenklappe als bewegliches Versatzstück eingerichtet habe.

2) Ist es möglich, sowohl das Pharynxrohr als die Mundhöhle an verschiedenen Stellen local zu erweitern oder zu verengern, ja ganz hermetisch zu verschliessen. Bei der Nasenhöhle ist dies — abgesehen von dem Abschluss des Nasenrachenraumes durch die Gaumenklappe nicht möglich, denn sie besitzt steife, theils knöcherne, theils knorpelige Wandungen, und selbst die Nasenlöcher können nur unbedeutend erweitert und verengert — niemals aber geschlossen werden.

3) Endlich gibt es in dem Ansatzrohr leichtbewegliche Gebilde, welche dem durchstreichenden Luftstrom in einer Weise ausgesetzt und entgegengestellt werden können, dass sie in lebhaft schallerzeugende Schwingungen gerathen.

Aus diesen vorläufigen und allgemeinen Mittheilungen können Sie entnehmen, dass das Ansatzrohr der Kehlkopfspielfeife unser eigentlichstes und wesentlichstes *Articulations-* oder *Sprachorgan* ist.

Und so hätten wir denn die Schwelle jenes Abschnittes der Physiologie der Stimm- und Sprachorgane betreten, in welchem wir die Lösung der Räthsel und Geheimnisse der Bildung der einzelnen so mannigfaltigen Klänge und Geräusche erwarten dürfen, aus denen sich Gesang und Sprache zusammensetzen.

Mit dieser Aussicht auf das Endziel unserer wissenschaftlichen Wanderung schliesse ich denn für heute, indem ich Sie so weit vorbereitet zu haben glaube, dass Sie meinem, am nächsten Mittwoch abzuhaltenden Schlussvortrag: über *Wesen und Bildung der einzelnen Stimm- und Sprachlaute* — mit Leichtigkeit zu folgen im Stande sein werden, um einen bleibenden Gewinn von unseren — hoffentlich nicht allzu ermüdenden wissenschaftlichen Unterhaltungen zu haben!
