5 Kehlkopf

Lernziele Anatomie der Stimmorgane

Kehlkopfknorpel und Zungenbein mit Bandverbindungen
Gelenke des Kehlkopfes, ihre Form und Bewegungen
Etagen und Falten des Kehlkopfes
Conus elasticus und Stimmlippen
Schleimhaut, sensible Innervation und Lymphabfluss
Äußere Kehlkopfmuskeln, untere und obere Zungenbeinmuskeln und muskulöse Verbindung vom Pharynx und deren Innervation
Innere Kehlkopfmuskeln mit Innervation und ihre Wirkung auf die Stimmlippe und die Weite der Stimmritze
Kehlkopfspiegelbild

Lernziele Physiologie der Stimmorgane

Funktionelle Gliederung des Kehlkopfes und des sog. Ansatzrohres
Phonation (Grundton, Flüstern, Frequenzumfang der menschlichen Stimme, Brust-, Mittel- und Kopfstimme)

Die oberen Luftwege beginnen mit den Nasenhöhlen. Diese haben sich in der Evolution als Hauptatemweg jedoch später entwickelt als die Mundhöhle. Da die Nasenhöhlen oberhalb der Mundhöhle liegen, kommt es deshalb im Rachen zwangsläufig zu einer Kreuzung des Luft- und Speiseweges (☞ Kap. 4.6.1). Dadurch ist beim Schluckakt ein Verschluss des Luftweges nach oben zum Nasenrachen, aber auch nach vorne unten in Richtung auf die Luftröhre erforderlich.

Der Kehlkopf (**Larynx**) hat zusammen mit dem Kehldeckel die Grundfunktion, die unteren Luftwege beim Schluckakt zu verschließen und damit vor dem Eindringen von Flüssigkeiten und festen Speisen zu bewahren. Im Inneren des Kehlkopfes befindet sich die Stimmritze (**Glottis**), die durch Muskeln des Kehlkopfs verschlossen oder unterschiedlich weit geöffnet werden kann.

Der Verschluss der Stimmritze ist nicht nur Voraussetzung für die Bauchpresse oder das Husten (☞ Kap. 4.3.4 und 4.5.2), sondern auch für die Stimmbildung. Durch die unterschiedlich weite Öffnung der Stimmritze wird der Luftstrom kontrolliert, was nicht nur für die Atemtätigkeit, sondern auch für die Stimme von entscheidender Bedeutung ist.

: **Larynx** (griech. larygx): Kehle
Glottis (griech. glottis): eigentlich Mundstück der Flöte, im medizin. Zusammenhang die Stimmritze mit den beiden Stimmlippen

Der Kehlkopf ist das entscheidende Stimmorgan. Da er sehr kompliziert aufgebaut ist, soll der Besprechung seines Aufbaus und seiner Funktion ein kurzes einführendes Kapitel über die Entwicklung vorgeschaltet werden.

5.1 Entwicklung des Kehlkopfs

Der Kehlkopf entwickelt sich im Zusammenhang mit der Entstehung der Lungenknospe aus dem Darmrohr (☞ Kap. 4.7.1 und Abb. 4.17). Es entsteht eine nach vorne unten gerichtete etwa T-förmige Öffnung im unteren Rachenbereich, die nach oben von dem sich entwickelnden Kehldeckel begrenzt ist (Abb. 5.1).

Für das weitere Verständnis der Kehlkopfentwicklung, speziell seines Knorpelskeletts und seiner Muskeln, ist es notwendig, sich mit den sogenannten Schlundbögen zu beschäftigen. Diese stellen eine frühe Differenzierungsstruktur der seitlichen Halsregion dar (Abb. 5.2).

Aus dem primitiven Bindegewebe der Halsregion entstehen bei einem 4–5 Wochen alten Embryo an der seitlichen Halsregion sechs Wülste, die man als Schlundbögen oder **Pharyngealbögen** bezeichnet (Abb. 5.2). Allerdings wird der 5. Schlundbogen beim Menschen nicht weiter angelegt, so dass nur die ersten vier und der kleine, in Abbildungen oft nicht dargestellte sechste Schlundbogen ausdifferenziert werden. Da sich bei Fischen aus diesen Schlundbögen die Kiemen entwickeln, wurden sie früher auch beim Menschen als Kiemenbögen oder **Branchialbögen** bezeichnet. Allerdings verwendet man diesen Begriff nicht mehr, da eine solche Entwicklung beim Menschen nicht durchlaufen wird.

: **Pharyngeal-** (griech. pharygx): Rachen, Schlund (Pharynx)
Branchial- (lat., Plural branchiae): Kiemen

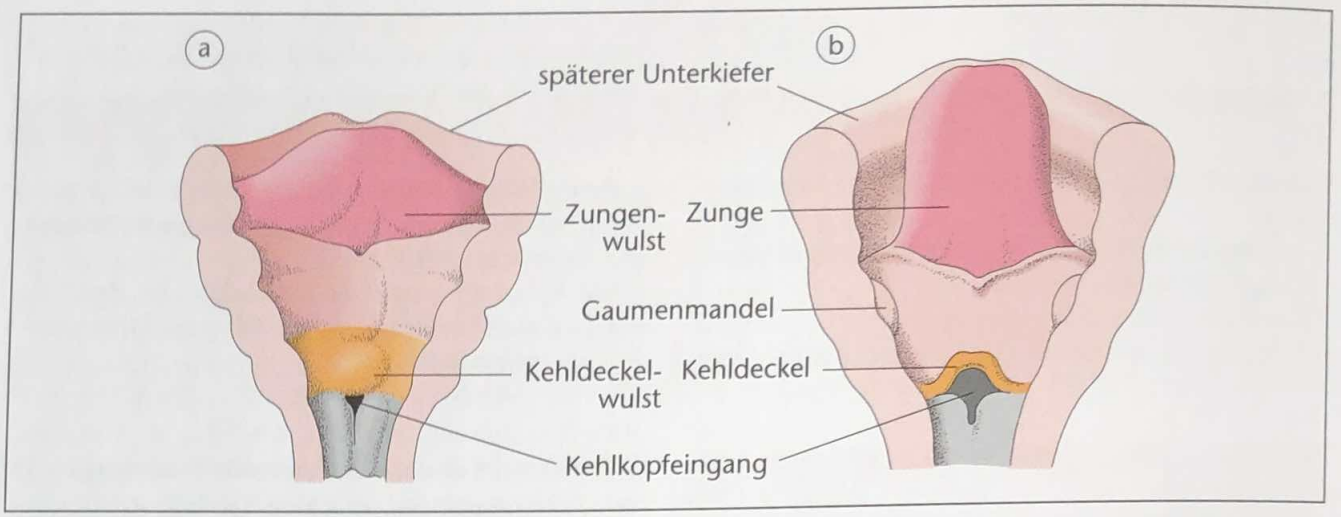


Abb. 5.1 Frontalschnitt durch die Halsregion eines Embryos von 6 Wochen (a) bzw. eines Fetus von 12 Wochen (b). Der Blick geht von hinten nach vorne und zeigt die eröffnete vordere Hälfte der primitiven Halsregion. Erkennbar ist der spätere Unterkiefer, die Entwicklung der Zunge, des Kehldeckels und des Eingangs in den Kehlkopf. Die Darstellung entspricht grob etwa dem Blickwinkel der unteren Hälfte von Abb. 4.14

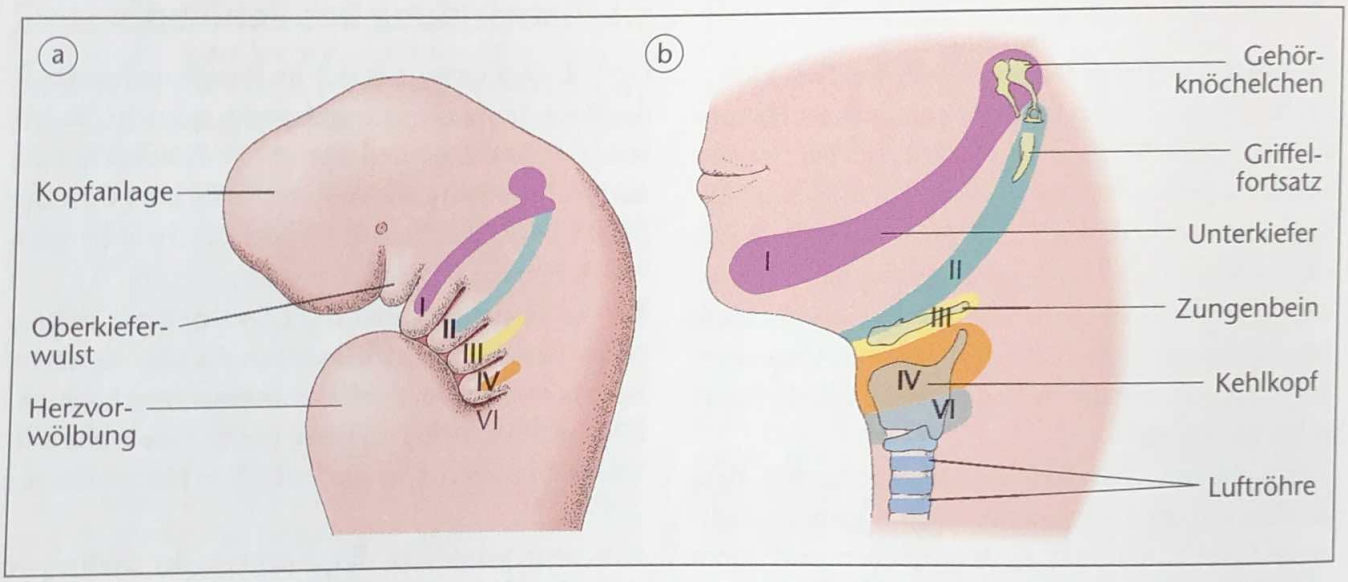


Abb. 5.2 a) 4 Wochen alter Embryo, b) endgültige Strukturen. I–VI: Schlundbögen. Oberkiefer und Unterkiefer entwickeln sich aus dem 1. Schlundbogen. Der Kehlkopf entsteht aus dem 4. und 6. Schlundbogen

Die von außen sichtbaren Vertiefungen zwischen den Schlundbögen werden als Schlundfurchen (Abb. 5.2), die von innen sichtbaren Vertiefungen (Abb. 8.2) als Schlundtaschen bezeichnet.

In jedem Schlundbogen entwickelt sich eine Knorpelspange, aus der später knorpelige oder knöcherne Elemente des Skeletts von Kopf, Hals und Kehlkopf entstehen, und eine Skelettmuskelgruppe. In diese Anlagen wachsen dann entsprechende Nerven und Blutgefäße ein.

Der Unterkiefer entsteht aus dem Knorpel des 1. Schlundbogens, die Gehörknöchelchen (☞ Kap. 8.6.3) aus dem Knorpel des 1. und 2. Schlundbogens, das Zungenbein (☞ Kap. 5.2.1) aus dem Knorpel des 2. und 3. Schlundbogens und das Kehlkopfskelett aus dem Knorpel des 4. und 6. Schlundbogens (Abb. 5.2).

5.2 Anatomie des Kehlkopfs

5.2.1 Aufhängeapparat des Kehlkopfs

Der Kehlkopf ist der Anfangsabschnitt der unteren Luftwege, er besteht im wesentlichen aus einem Knorpelskelett, aus Skelettmuskeln und Bindegewebe. Innen besitzt er eine Auskleidung aus respiratorischer Schleimhaut, wie sie auch in der Nasenhöhle gefunden wird.

Der Kehlkopf ist in einer Art Führungsröhre am Hals nach oben und unten beweglich, in geringerem Umfang auch zu den Seiten. Diese Beweglichkeit ist erforderlich, damit der Kehlkopf den Bewegungen des Kopfes und Halses folgen kann, aber auch selber verschiedene Positionen aktiv einnehmen kann, wie sie für die Stimmbildung und das Singen erforderlich sind.

Der Aufhängeapparat des Kehlkopfs besteht aus Skelettmuskeln und Bändern. Dabei spielt die Verbindung zum Zungenbein eine zentrale Rolle (Abb. 5.3).

Zungenbein

Das Zungenbein, **Hyoid** oder **Os hyoideum,** ist – von der Halswirbelsäule abgesehen – der einzige Knochen des Halses. Außerdem ist das Zungenbein der einzige Knochen, der nicht über Gelenke mit anderen Knochen verbunden ist, sondern eine Befestigung ausschließlich über Bänder und Muskeln aufweist.

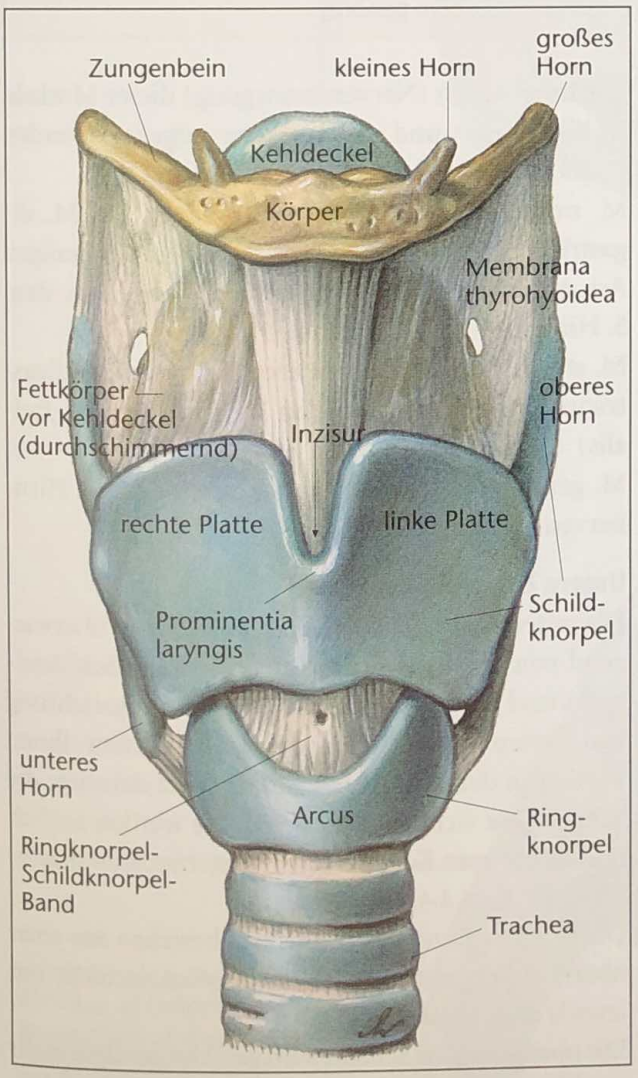


Abb. 5.3 Zungenbein sowie Knorpel- und Bindegewebsstrukturen des Kehlkopfes und der oberen Luftröhre, von vorne gesehen

Das Zungenbein entwickelt sich aus Knorpel des 2. und 3. Schlundbogens (☞ Kap. 5.1, Abb. 5.2); es ist hufeisenförmig nach hinten gebogen und besteht aus einem Körper, einem paarig angelegten, nach schräg oben weisenden kleinen Horn und einem paarig angelegten, nach hinten weisenden großen Horn (Abb. 5.3). Das Zungenbein ist am Übergang vom Mundboden zum Hals tastbar.

Fachbegriffe des Zungenbeins
Os hyoideum: Zungenbein; Os (lat.): Knochen, Bein; hyoideum (lat.): Neutrum von hyoideus, eigentlich schweinsrüsselähnlich (wegen der Gestalt des Zungenbeins), Kurzbezeichnung für das Zungenbein: das Hyoid
Körper: Corpus (lat.)
Cornu minus: kleines Horn (cornu, lat.: Horn; minus: Neutrum von minor, lat.: klein)
Cornu majus: großes Horn (majus: Neutrum von major, lat.: groß)

Das kleine Horn steht über eine Bandverbindung mit dem sog. Griffelfortsatz des Schädels in Verbindung (Abb. 5.2); alle drei genannten anatomischen Strukturen sind aus dem 2. Schlundbogen entstanden.

Membrana thyrohyoidea

Der größte Knorpel des Kehlkopfs ist der Schildknorpel (**Cartilago thyroidea**); der obere Rand des Schildknorpels ist über ein bindegewebiges Bandsystem (Schildknorpel-Zungenbein-Membran, **Membrana thyrohyoidea**) mit dem Unterrand des Zungenbeins fest verbunden, so dass der Kehlkopf allen Bewegungen des Zungenbeins zwangsweise folgen muss (Abb. 5.3).

Cartilago thyroidea cartilago (lat.): Knorpel, thyroidea (lat.): zum Schildknorpel gehörig
Ursprung der Vorsilbe thyro (auch: thyreo-) ist thyreos, griech.: großer Schild
Membrana thyrohyoidea Membrana (lat.): Häutchen, hier in der Bedeutung Bandsystem
thyro-: von Schildknorpel abgeleitet; hyoidea: weibliche Form von hyoideus, zum Zungenbein gehörig

Die Aufhängung des Kehlkopfes nach unten erfolgt elastisch über den sog. „Zug der Trachea". Ursache sind die elastischen Bandverbindungen zwischen den Knorpelspangen der Luftröhre (☞ Kap. 4.7.2),

die sich auch zwischen dem zweiten Hauptknorpel des Kehlkopfes, dem sog. Ringknorpel (**Cartilago cricoidea, Krikoid**), und der obersten Knorpelspange der Luftröhre befinden (Abb. 5.3).

Cartilago cricoidea cartilago (lat.): Knorpel, und cricoidea (lat.): zum Ringknorpel gehörig
Ursprung der Vorsilbe crico- (oder kriko) aus krikos, griech.: Ring

Zungenbeinmuskulatur

Da der Kehlkopf nach unten elastisch aufgehängt ist, wird er hauptsächlich bei Bewegungen des Zungenbeins durch die relativ starre Verbindung der Membrana thyrohyoidea zum Schildknorpel mitbewegt.
Die Bewegungen des Zungenbeins erfolgen über die obere und untere Zungenbeinmuskulatur. Zu jeder Gruppe gehören vier Muskeln, wobei die oberen Zungenbeinmuskeln am Mundboden liegen und von oben zum oberen Rand des Zungenbeins ziehen, während die unteren Zungenbeinmuskeln vorne und seitlich am Hals liegen und eine Verbindung zum unteren Rand des Zungenbeins aufweisen (Abb. 5.4 und 5.5).

Obere Zungenbeinmuskeln

Der muskuläre Mundboden (**Diaphragma oris**) wird größtenteils von den oberen Zungenbeinmuskeln gebildet (☞ Kap. 6.2.4).

Diaphragma oris diaphragma (lat./griech.): Zwischenwand zwischen einzelnen Körperteilen, oris, Genitiv von os, lat.: Mund
M. mylohyoideus M.: Abkürzung für Musculus, mylo- (mylos, griech.): Mühle, meint hier zermahlen bzw. allgemein Unterkiefer, -hyoideus: zum Zungenbein gehörig

Der wichtigste und größte Muskel dieser Gruppe ist der Unterkiefer-Zungenbein-Muskel (**M. mylohyoideus**); er verläuft innerhalb des Bogens, den der Unterkiefer beschreibt, etwa in querer Richtung. Da der Muskel paarig angelegt ist, treffen sich seine Fasern in der Mitte in einer schmalen bindegewebigen Naht (in Abb. 5.4a gut sichtbar). Die hinteren Anteile des Muskels erreichen den Zungenbeinkörper.
Der Muskel wirkt auf der einen Seite bei der Bewegung der Zunge und bei der Mundöffnung mit, auf der anderen Seite gehört er zu den Hebern des Zungenbeins (und damit des Kehlkopfes). Er wird in seiner Wirkung von denen der anderen, kleineren Muskeln dieser Gruppe unterstützt. Es sind unterhalb des M. mylohyoideus noch der **M. digastricus** und der **M. stylohyoideus** (Abb. 5.4a), oberhalb des M. mylohyoideus noch der **M. geniohyoideus** (Abb. 5.4.b).

M. digastricus: zweibäuchiger Muskel, di- (griech.): zweifach, gaster (griech.): Bauch
dieser Muskel bildet zwischen seinen beiden Muskelbäuchen eine Zwischensehne, die eine Anheftung am Zungenbein aufweist
M. stylohyoideus: Griffelfortsatz-Zungenbein-Muskel, stylo- aus stilus, lat.: Griffel (gemeint ist der Griffelfortsatz der Schädelbasis, von dem dieser Muskel entspringt) und -hyoideus: zum Zungenbein gehörig
M. geniohyoideus: Kinn-Zungenbein-Muskel, genio- aus geneion, griech.: Kinn (der Muskel entspringt vorne innen am Unterkiefer) und -hyoideus: zum Zungenbein gehörig

Die Innervation (Nervenversorgung) dieser Muskeln ist kompliziert und soll nur kurz aufgelistet werden (Näheres zu den Hirnnerven ☞ Kap. 7.11):
M. mylohyoideus und vorderer Bauch des M. digastricus: Versorgung durch einen gleichnamigen Ast aus dem 3. Ast (N. mandibularis) aus dem 5. Hirnnerv (N. trigeminus)
M. stylohyoideus und hinterer Bauch des M. digastricus: Versorgung durch den 7. Hirnnerven (N. facialis)
M. geniohyoideus: Versorgung durch den 12. Hirnnerven (N. hypoglossus).

Untere Zungenbeinmuskeln

Die unteren Zungenbeinmuskeln kommen überwiegend von der Region des Brustbeins, des Schlüsselbeins und der Schulter und ziehen in Längsrichtung von unten an das Zungenbein. Zwischen ihnen werden in der Mitte der Kehlkopf und darunter die Schilddrüse sichtbar (Abb. 5.5). Sie werden seitlich und unten vom Kopfwender (M. sternocleidomastoideus, ☞ Kap. 4.4.2) bedeckt.
Die unteren Zungenbeinmuskeln bestehen aus einer oberflächlichen und einer tiefen Muskelschicht mit jeweils zwei Muskeln.
Die oberflächliche Schicht wird gebildet aus dem mehr zur Mitte hin gelegenen **M. sternohyoideus** und dem nach außen gelegenen **M. omohyoideus.** Der M. sternohyoideus zieht vom Brustbein und Schlüsselbein

zum Zungenbein. Der M. omohyoideus ist zweibäuchig; er zieht vom Schulterblatt zum Zungenbein. Die beiden tiefer gelegenen Muskeln stellen eigentlich nur einen Muskel dar, dessen unterer Anteil als **M. sternothyroideus** bezeichnet wird und vom Brustbein zum Schildknorpel zieht. Der obere Anteil setzt den Verlauf fort; er wird als **M. thyrohyoideus** bezeichnet und zieht vom Schildknorpel zum Zungenbein.

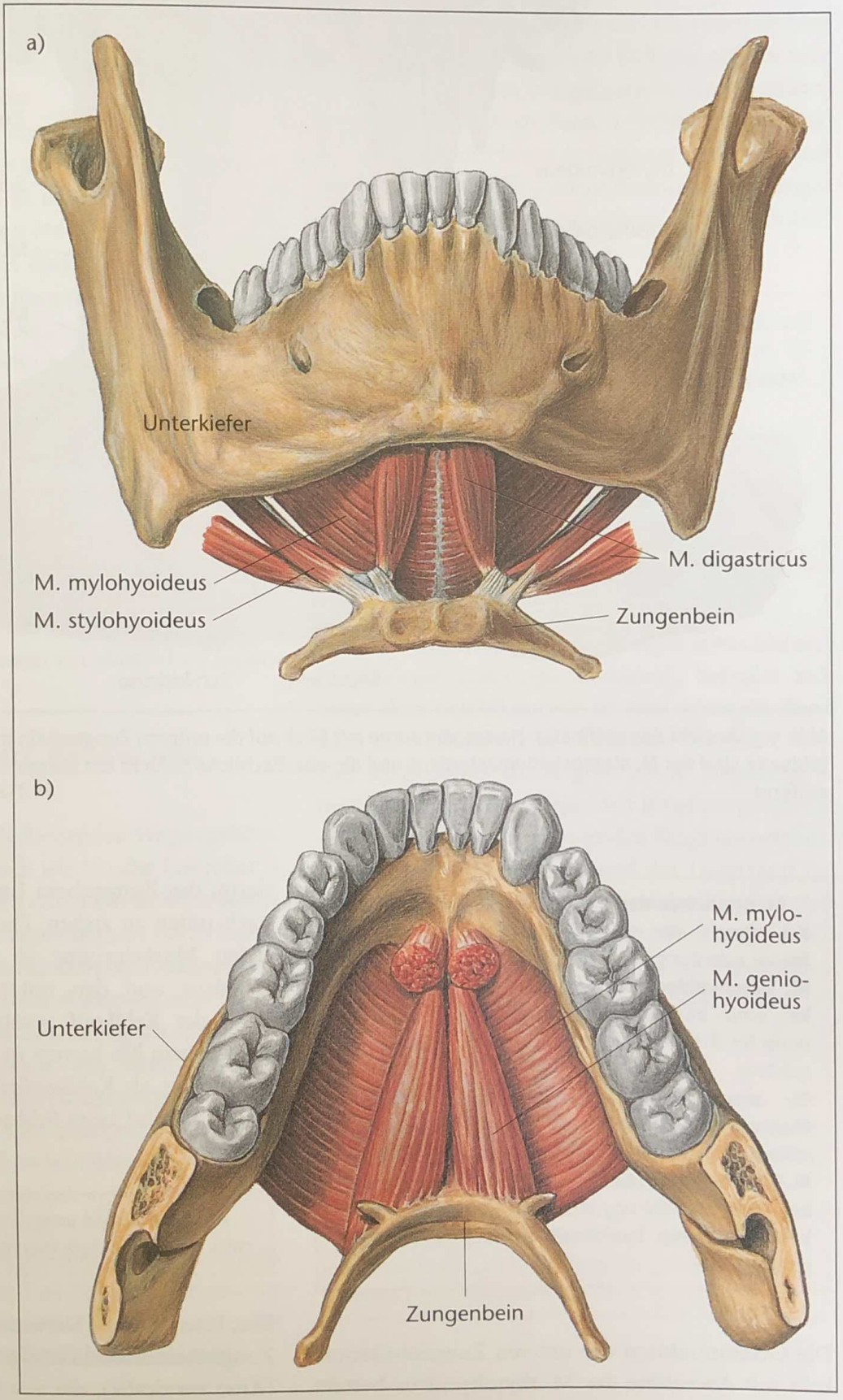


Abb. 5.4 a) Unterkiefer, Zungenbein und obere Zungenbeinmuskeln in der Sicht von unten vorne, b) in der Sicht von oben

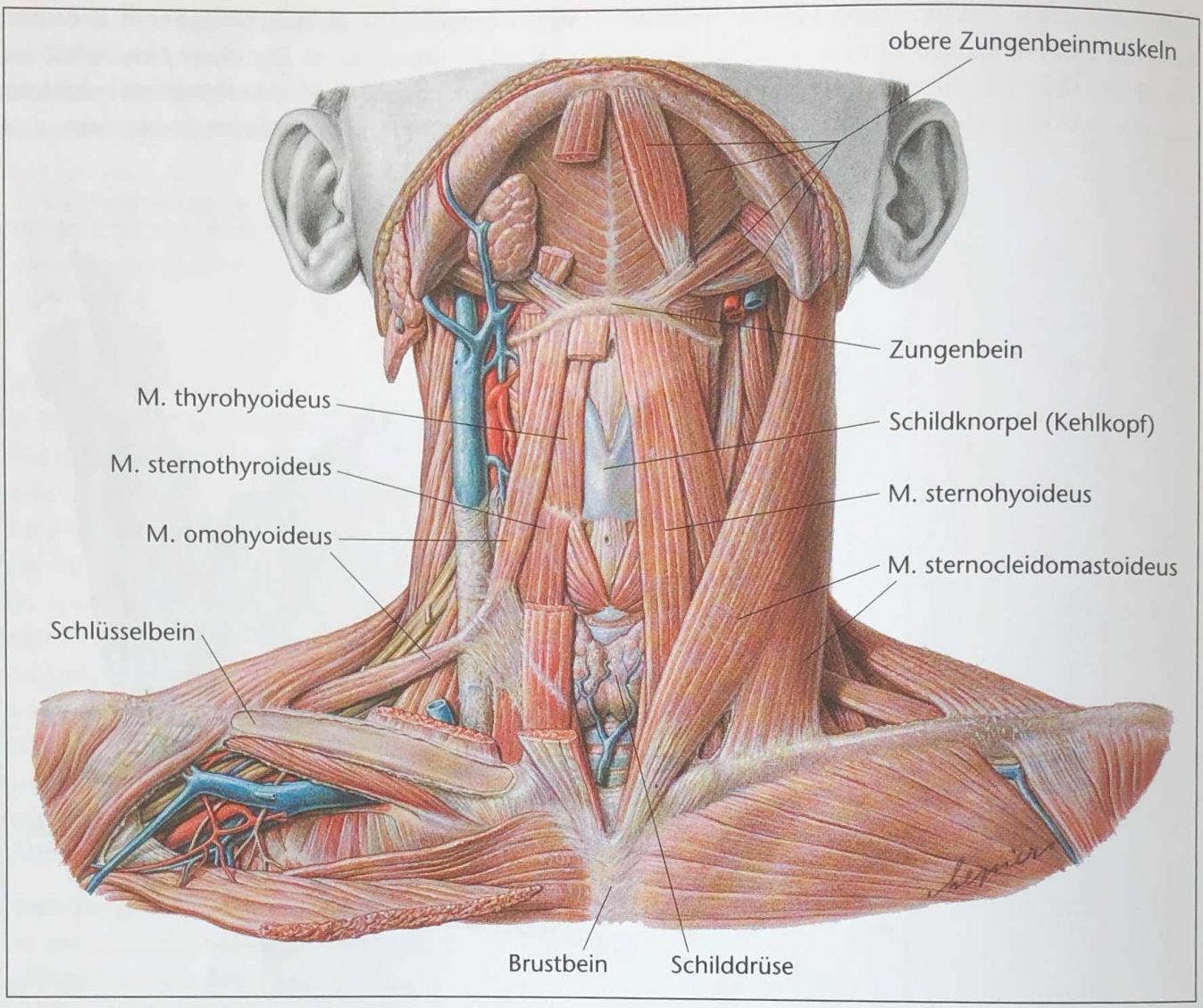


Abb. 5.5 Ansicht des eröffneten Halses von vorne mit Blick auf die unteren Zungenbeinmuskeln. Auf der rechten Bildseite sind der M. sternocleidomastoideus und die oberflächliche Schicht der unteren Zungenbeinmuskeln entfernt

M. sternohyoideus: Brustbein-Zungenbein-Muskel, sterno- von sternum (lat.): Brustbein, -hyoideus: zum Zungenbein gehörig
M. omohyoideus: Schulterblatt-Zungenbein-Muskel, omo- aus Omoplata (lat.): veraltete Bezeichnung für Schulterblatt, hyoideus: zum Zungenbein gehörig
M. sternothyroideus: Brustbein-Schildknorpel. Muskel, sterno- von sternum (lat.): Brustbein, -thyroideus (lat.): zum Schildknorpel gehörig
M. thyrohyoideus: Schildknorpel-Zungenbein-Muskel, thyro-: Abkürzung von thyroideus: zum Schildknorpel gehörig, hyoideus (lat.): zum Zungenbein gehörig

Die Gesamtfunktion der unteren Zungenbeinmuskeln mit Ausnahme des M. thyrohyoideus besteht darin, das Zungenbein (und damit den Kehlkopf) nach unten zu ziehen. Durch die Unterteilung der tiefen Muskelgruppe in den oberen M. thyrohyoideus und den unteren M. sternothyroideus kann der Kehlkopf zusätzlich noch separat zum Zungenbein hin bewegt werden, so dass der M. thyrohyoideus als Kehlkopfheber anzusehen ist. Diese Funktion wird beim Schluckakt eingesetzt (☞ Kap. 6.4).

Ansa cervicalis ansa (lat.): Öse, Schlinge; cervicalis (lat.): zum Hals (cervix) gehörig

Die Innervation (Nervenversorgung) der unteren Zungenbeinmuskeln erfolgt über eine Nervenschlinge (**Ansa cervicalis**), die aus vorderen Ästen der ent-

sprechenden Rückenmarksnerven des Halses gebildet wird.

Weitere kehlkopfbewegende Muskeln

Der Kehlkopf wird nicht nur durch die oberen und unteren Zungenbeinmuskeln in seiner Führungsröhre am Hals bewegt, sondern auch noch durch weitere Muskeln, die Anheftungsstellen am Kehlkopf besitzen. Auch diese Muskeln heben entweder den Kehlkopf oder sie senken ihn.

Heber sind außer den oberen Zungenbeinmuskeln und dem M. thyrohyoideus die beiden Schlundheber M. palatopharyngeus und M. stylopharyngeus sowie der untere Schlundschnürer (☞ Kap. 4.6.2).

Senker sind die außer den drei genannten unteren Zungenbeinmuskeln (M. sternohyoideus, M. omohyoideus, M. sternothyroideus) zusätzlich noch die Längsmuskeln der Speiseröhre, die sich nach unten an die Rachenmuskeln anschließen.

Insgesamt ist der Aufhängeapparat des Kehlkopfs nach unten an Teilen des Brustbeins, Schlüsselbeins und Schulterblatts befestigt. Seitlich bestehen Verbindungen des Aufhängeapparats zur Schädelbasis, nach oben zum beweglichen Zungenbein, das dann wiederum Verbindungsstrukturen zum Unterkiefer und dieser letztlich über das Kiefergelenk zur Schädelbasis besitzt. Dazu kommt der elastische Zug der Trachea.

5.2.2 Knorpelskelett, Bänder und Gelenke des Kehlkopfs

Da der Kehlkopf zu den luftleitenden Wegen gehört, muss seine Wand – ähnlich wie bei der Luftröhre – druckstabil sein. Dies wird durch ein Knorpelskelett erreicht, dessen Elemente untereinander durch innere Kehlkopfbänder verbunden sind. Da der Kehlkopf aber auch als Verschlussapparat dient, müssen seine Knorpel gegeneinander in Gelenken beweglich sein.

Das Kehlkopfskelett besteht aus dem unpaaren Schildknorpel, dem unpaaren Ringknorpel, dem unpaaren Kehldeckel und dem paarigen Stellknorpel. In den inneren Kehlkopfbändern können individuell unterschiedlich auch zusätzlich noch kleine Knorpelstückchen eingelagert sein.

Ähnlich wie bei den Knorpelanteilen des Brustkorbs findet auch beim Kehlkopf im Laufe des Lebens vor allem bei Männern eine gewisse Verknöcherung des Knorpels (mit Ausnahme des Kehldeckels) statt.

Schildknorpel

Der Schildknorpel (**Cartilago thyroidea**) besteht aus einer rechten und linken Platte, die schräg stehen und vorne miteinander verbunden sind (Abb. 5.3), und rechts und links hinten jeweils aus einem oberen und unteren Horn.

Die beiden Platten des Schildknorpels weisen im oberen Bereich zwischen sich eine Öffnung auf, die man als **Incisura superior** (eingedeutscht: obere **Inzisur**) bezeichnet. Der oberste Bereich der Verschmelzungsstelle der beiden Platten springt am weitesten nach vorne vor; diese Stelle wird als **Prominentia laryngea** oder (beim männlichen Geschlecht nach der Pubertät) als Adamsapfel bezeichnet.

Cartilago thyroidea cartilago (lat.): Knorpel, und thyroidea (lat.): zum Schildknorpel gehörig; Ursprung der Vorsilbe thyro (auch thyreo-) ist thyreos, griech.: großer Schild
Incisura superior/Inzisur incisura (lat.): Einschnitt und superior, lat.: der/die obere
Prominentia laryngea prominentia (lat.): Vorsprung (man vergleiche den Begriff „Prominenz"!) und laryngea (lat.): zum Kehlkopf (Larynx) gehörig

Ringknorpel

Der im Vergleich zum Schildknorpel etwas kleinere Ringknorpel (**Cartilago cricoidea**), befindet sich unter dem Schildknorpel; er stellt über ein Band auch die Verbindung zur Luftröhre her (Abb. 5.3). Der Ringknorpel ähnelt grob einem Siegelring; er besteht aus der vorne liegenden Ringknorpelspange (**Arcus**) und der hinten liegenden Ringknorpelplatte (**Lamina**; Abb. 5.6). Vorne sind der Unterrand des Schildknorpels und der Oberrand des Ringknorpels durch das elastische Ringknorpel-Schildknorpel-Band (**Ligamentum cricothyroideum**) verbunden, das auch als **Conus elasticus** bezeichnet wird (☞ Kap. 5.2.7).

Cartilago cricoidea cartilago (lat.): Knorpel, und cricoidea (lat.): zum Ringknorpel gehörig Ursprung der Vorsilbe crico- (oder kriko) aus krikos, griech.: Ring
Arcus (lat.): Bogen, Spange; **Lamina** (lat.): Platte
Ligamentum (abgekürzt Lig., lat.): Band; **crico-** zum Ringknorpel gehörig, **thyroideum** Neutrum von thyroideus (lat.): zum Schildknorpel gehörig
Conus (lat.): Keil, elasticus (lat.): elastisch

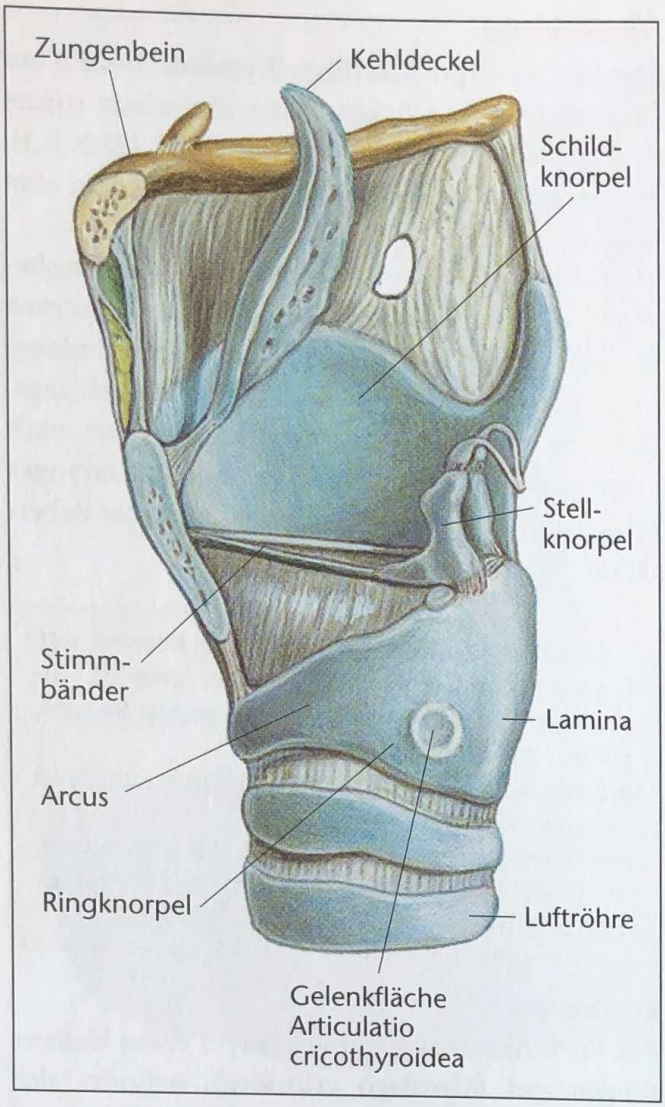


Abb. 5.6 Zungenbein, Anfangsabschnitt der Luftröhre und Kehlkopfskelett mit einigen Bändern in der Sicht von links seitlich. Die Strukturen sind teilweise nur in Umrissen oder durchscheinend dargestellt, um den dreidimensionalen Aufbau des Kehlkopfskeletts besser erkennen zu können.

Stellknorpel

Die paarigen Stellknorpel (**Cartilago arytaenoidea;** auch kurz: Aryknorpel genannt) werden wegen ihrer Form auch als Gießbeckenknorpel bezeichnet; sie haben die Form etwa einer dreiseitigen Pyramide (Abb. 5.6). Sie befinden sich auf der Rückseite des Kehlkopfs in gelenkiger Verbindung mit der Ringknorpelplatte. Nach vorne weisen die Stellknorpel einen Knorpelfortsatz auf, an dem die Stimmbänder (☞ Kap. 5.2.3) befestigt sind (Processus vocalis, Abb. 5.9). Seitlich weisen die Stellknorpel jeweils einen Fortsatz für die Befestigung von Kehlkopfmuskeln auf (**Processus muscularis**).

Cartilago arytaenoidea (auch arytenoidea) cartilago (lat.): Knorpel und arytaenoidea: weibl. Form von arytaenoideus (lat.): gießbeckenförmig, nach arytaina (griech): Gießbecken, Gießkanne
Processus (abgekürzt Proc., lat.): Fortsatz, vocalis (lat.): zur Stimme gehörend, muscularis (lat.): zur Muskulatur gehörend

Kehldeckel

Der Kehldeckel (**Epiglottis**) ist zwischen Zungenbein und Schildknorpel aufgehängt (Abb. 5.3 und 5.6) und dient dem Verschluss des Kehlkopfeingangs beim Schluckakt. Zum besseren Verständnis der Position des Kehldeckels sollte auch die Abb. 4.14 noch einmal herangezogen werden.

Epiglottis Epi- (griech.): über, auf; -glottis (griech.): eigentlich Mundstück der Flöte, im medizin. Zusammenhang die Stimmritze mit den beiden Stimmlippen

Nach vorne oben ist der Kehldeckel durch ein Bandsystem mit dem Zungenbein verbunden (Abb. 5.6). Eine gelenkige Verbindung zu den übrigen Kehlkopfknorpeln besitzt der Kehldeckel nicht.
Der Raum unterhalb dieses Bands zwischen Schildknorpel und Membrana thyrohyoidea vorne und Kehldeckel hinten wird durch einen Fettkörper ausgefüllt (Abb. 5.3), der eine gewisse Bedeutung bei der Positionsveränderung des Kehldeckels beim Schluckakt hat (☞ Kap. 6.4). Dabei wird der Kehlkopf hochgezogen und nähert sich dem Zungenbein. Der Fettkörper wird verformt und drückt den Kehldeckel nach hinten unten, so dass der Kehlkopfeingang verschlossen wird (Abb. 5.7).

Kehlkopfgelenke

Zur Funktion des Kehlkopfs als Verschlussapparat der unteren Luftwege müssen die ihn aufbauenden Knorpel (mit Ausnahme des Kehldeckels) in gelenkiger Verbindung miteinander stehen.
Grundlage der Verschlusstechnik (zur ersten Orientierung sollte Abb. 5.13 herangezogen werden) bilden die schleimhautüberzogenen Stimmbänder (Abb. 5.6, 5.9), die mit Hilfe entsprechender Muskeln und der Stellknorpel aneinander gepresst werden (Verschluss der Stimmritze) oder wieder voneinander gelöst werden (Öffnung der Stimmritze). Zum optimalen Verschluss der Stimmritze ist gleichzeitig eine Anspannung der Stimmbänder erforderlich.

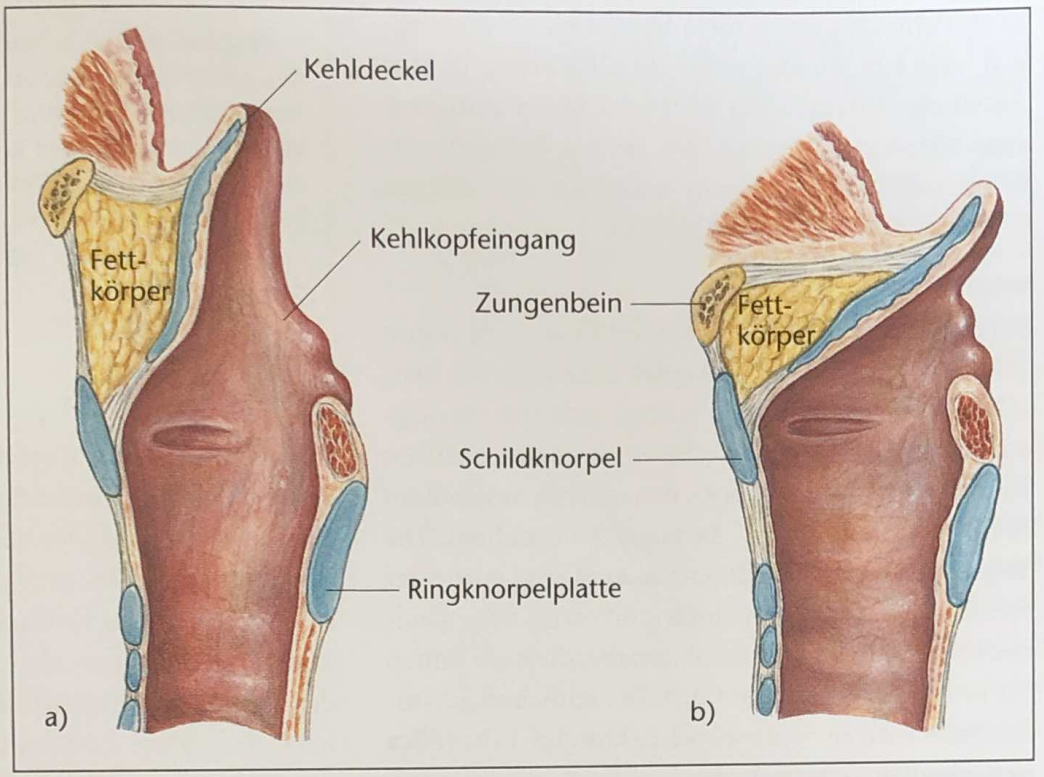


Abb. 5.7 Positionsveränderung des Kehldeckels beim Schluckakt. Kehlkopf und Zungenbein sind längs geschnitten, so dass der Kehlkopf eröffnet ist (Ansicht von links)

Ringknorpel-Schildknorpel-Gelenk

Dieses Gelenk wird in der Fachsprache als **Articulatio cricothyroidea** bezeichnet. Es bilden das Gelenk miteinander („artikulieren" miteinander) jeweils das linke bzw. rechte untere Horn des Schildknorpels mit den seitlichen Flächen der Ringknorpelplatte (Abb. 5.6). Eine Bewegung ist nur in beiden Gelenken gleichzeitig möglich. Der größere Schildknorpel steht dabei fest, so dass der Ringknorpel gegen ihn scharnierartig gekippt wird. Die Stimmbänder sind vorne an der Innenseite des Schildknorpels, hinten am Processus vocalis der Stellknorpel befestigt. Da die Stellknorpel mit dem Ringknorpel verbunden sind, werden die Stimmbänder bei einer Kippbewegung des Ringknorpels nach hinten gespannt, wohingegen die Spannung der Stimmbänder bei einer Kippbewegung des Ringknorpels nach vorne abnimmt.

Articulatio cricothyroidea
Articulatio (lat.): Gelenk, crico- (lat. cricoidea): zum Ringknorpel gehörig, -thyroidea (lat.): zum Schildknorpel gehörig

Die Funktion des Ringknorpel-Schildknorpel-Gelenks besteht zusammengefasst darin, die Grobspannung der Stimmbänder zu regulieren; es ist funktionell als Scharniergelenk anzusehen.

Ringknorpel-Stellknorpel-Gelenk

Dieses fachsprachlich als **Articulatio cricoarytaenoidea** bezeichnete Gelenk stellt die Verbindung der beiden Stellknorpel mit dem oberen seitlichen Rand der Ringknorpelplatte dar (Abb. 5.6).

Articulatio cricoarytaenoidea
Articulatio (lat.): Gelenk, crico- von cricoidea (lat.): zum Ringknorpel gehörig, arytaenoidea (lat.): zum Stellknorpel gehörig

Es handelt sich um ein freies Zylindergelenk, bei dem Dreh- und Gleitbewegungen der Stellknorpel um den fest stehenden Ringknorpel möglich sind. Diese Dreh- und Gleitbewegungen sind zusätzlich mit einer leichten Hebung bzw. Senkung der Stellknorpel verbunden. Da die Stimmbänder über den Processus vocalis mit den Stellknorpeln verbunden sind, ergibt sich bei Bewegungen der Stellknorpel in diesem Gelenk eine Erweiterung oder Verengung der Stimmritze bis hin zum kompletten Verschluss (Abb. 5.13).

5.2.3 Binnenräume des Kehlkopfs

Im Prinzip ist der Kehlkopf nur ein mit Schleimhaut ausgekleidetes Rohr, das den Beginn der unteren Luftwege darstellt und sich in die Luftröhre fortsetzt. In die Lichtung dieses Rohrs springen jedoch in

Längsrichtung zwei Schleimhautfalten unterschiedlich weit vor, so dass sich eine Gliederung in eine Abteilung oberhalb der oberen Schleimhautfalten, eine Abteilung zwischen den beiden Schleimhautfalten und eine Abteilung unterhalb der unteren Schleimhautfalte ergibt (Abb. 5.8).

Vestibulum

Folgt man dem Luftstrom bei der Einatmung, dann gelangt man von der Kehlkopfabteilung des Rachens (Hypopharynx) über den schräg nach vorn geneigten Kehlkopfeingang (☞ Abb. 4.14) in den obersten Binnenraum des Kehlkopfs, den man als **Vestibulum** (evtl. mit dem Zusatz „**laryngis**“) bezeichnet. Die Begrenzungen des Kehlkopfeingangs sind vorne der Kehldeckel, seitlich eine links und rechts vom Kehldeckel ausgehende Schleimhautfalte, die nach hinten bis zu den Stellknorpeln führt. Die seitliche Schleimhautfalte wird als Stellknorpel-Kehldeckel-Falte (Plica aryepiglottica) bezeichnet.

Vestibulum (lat.): Vorhof (eigentlich: Vorhalle des altrömischen Hauses); da der Begriff Vestibulum anatomisch mehrfach benutzt wird (siehe z. B. Vestibulum nasi), wird ggf. „laryngis“, der Genitiv des Begriffs larynx (Kehlkopf) angehängt
Plica (lat.): Falte; ary- von arytaenoidea (lat.): zum Stellknorpel gehörig, -epiglottica (lat.): zum Kehldeckel gehörig

Taschenfalten

Die erste von oben zu erreichende, in Längsrichtung verlaufende Schleimhautfalte ist die Taschenfalte (Plica vestibularis). Sie wird aufgeworfen durch ein Band, das als Taschenband, falsches Stimmband oder Ligamentum vestibulare vorne von der Rückseite des Schildknorpels nach hinten bis zur Spitze der Stellknorpel verläuft. Die Taschenfalten verlaufen – ebenso wie die Stimmfalten – wie ein spitzes V, dessen Spitze von der Rückseite des Schildknorpels

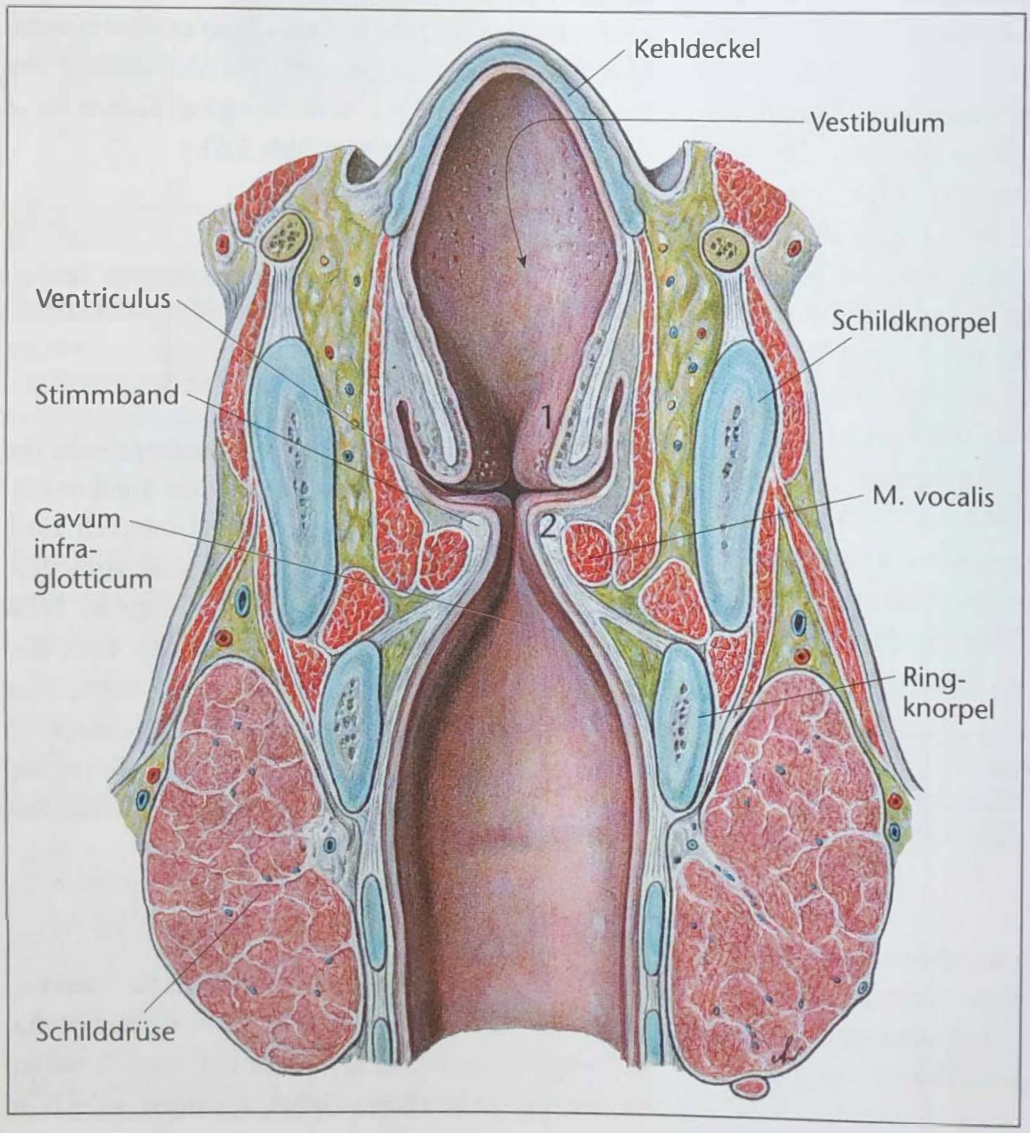


Abb. 5.8 Frontaler Schnitt durch den Kehlkopf und den Anfangsbereich der Luftröhre. Blickrichtung von hinten nach vorne. 1 = Taschenfalte, 2 = Stimmfalte mit Stimmband

ausgeht und dessen Schenkel sich nach hinten öffnen und die beiden Stellknorpel erreichen.

Plica vestibularis plica (lat.): Falte und vestibularis (lat.): zum Vorhof (Vestibulum) gehörig
Ligamentum vestibulare ligamentum (lat.): Band und vestibulare: Neutrum-Form von vestibularis, zum Vorhof gehörig

Im Gegensatz zu den Stimmfalten, die einen kompletten Verschluss der zwischen ihnen befindlichen Stimmritze bewirken können, schließt sich der Spalt zwischen den Taschenfalten nicht vollständig. Bei Bewegungen der Stimmfalten (infolge Bewegungen der Stellknorpel im Ringknorpel-Stellknorpel-Gelenk) werden die Taschenfalten parallel mitbewegt.
Die Schleimhaut, die die Taschenfalten bedeckt, entspricht dem typischen respiratorischen Flimmerepithel wie in der Nasenhöhle, in der Luftröhre oder in den Bronchien und enthält zahlreiche Drüsen in der **Lamina propria.**

Taschenfaltenstimme
Die Stimmbildung erfolgt physiologisch über die Stimmfalten, nicht über die Taschenfalten, die den Bewegungen der Stimmlippen normalerweise nur passiv folgen. Sind die Stimmlippen durch Verletzungen oder operative Eingriffe jedoch nicht mehr zur Stimmbildung einsetzbar, kann mit therapeutischer Anleitung eine Taschenfaltenstimme erlernt werden. Werden die Taschenfalten jedoch bei intakten Stimmfalten zur Stimmbildung mitverwendet, so stellt diese Taschenfaltenstimme eine krankhafte Art der Stimmbildung dar, die unerwünscht ist und stimmtherapeutisch beseitigt werden sollte, um wieder zur physiologischen Stimmbildung mit den Stimmfalten zurückzukehren.

Ventriculus

Der durchschnittlich nur 5 mm hohe Zwischenraum seitlich zwischen den Taschenfalten und den Stimmfalten wird als Kehlkopftasche, **Morgagni**-Tasche oder **Ventriculus** bezeichnet.

Stimmfalten

Der wichtigste Anteil der Binnenstruktur des Kehlkopfs sind die beiden Stimmfalten (**Plicae vocales**) oder Stimmlippen, die die Stimmritze begrenzen. Grundlage der Stimmfalten sind die elastischen Stimmbänder (Stimmband, **Ligamentum vocale,** Abb. 5.6, 5.9). Im klinischen Bereich wird zwischen

Lamina (lat.): Blatt, propria: weibl. Form von proprius: eigen (Lamina propria: die dem Epithel zugehörige Bindegewebsschicht)
Ventriculus (lat.): Verkleinerungsform von venter (lat.): der Magen (Bauch), also wörtlich der „kleine Bauch", in medizinischen Begriffen bedeutet „ventriculus" Kammer oder Hohlraum, eingedeutscht „Ventrikel"; zur Abgrenzung der Kehlkopftasche von anderen „Ventrikeln" des Körpers ergänzt man den Begriff durch „laryngis", den Genitiv von larynx: Kehlkopf
Morgagni: Eigenname

Stimmfalte und Stimmband nicht immer klar unterschieden. Auch die Stimmbänder laufen nach vorne V-förmig spitz zu und sind an der Innenseite des Schildknorpels befestigt; ihre Befestigungsstelle liegt unterhalb der der Taschenbänder. Die hintere Anheftungsstelle der Stimmbänder ist der Stimmfortsatz (**Proc. vocalis**) des Stellknorpels.
Die Stimmfalten weichen in ihrem Aufbau und in ihrer Schleimhautbedeckung deutlich von den Taschenfalten ab. Um den hohen mechanischen Beanspruchungen der Stimmfalten zu genügen, sind diese nicht mit einem Flimmerepithel, sondern mit einem mehrschichtigen Plattenepithel bedeckt, das größtenteils unverhornt, an besonders beanspruchten Stellen vereinzelt sogar verhornt ist (☞ Kap. 1.2.1). Das lockere Bindegewebe (Lamina propria), das direkt unter dem Glottisepithel liegt, wird als **Reinke**-Raum bezeichnet. Die Schleimhaut besteht also aus Epithel und Reinke-Raum.
Weitere Besonderheiten sind die Bündel an parallel verlaufenden elastischen Fasern des eigentlichen

Stimmlippenknötchen
Es handelt sich um symmetrisch auf beiden Stimmlippen auftretende gutartige Tumoren, die im Kindesalter recht häufig und dann überwiegend bei Knaben, im Erwachsenenalter nur bei Frauen auftreten. Der Begriff „Tumor" wird hier im ursprünglichen Sinn als „Schwellung" benutzt und hat nichts mit Tumoren im Sinne von Krebsentstehung zu tun. Als Auslöser wird eine Überlastung des Kehlkopfs durch häufiges Schreien, lautes Sprechen bei Lärm oder Singen („Schreiknötchen") oder harten Stimmeinsatz angesehen, wobei hormonelle Faktoren ebenfalls eine Rolle spielen. Die Behandlung erfolgt in der Regel stimmtherapeutisch, bei Erwachsenen in gewissen Sonderfällen auch chirurgisch.
Tumor (lat.): Schwellung

Stimmbruch (Mutation)
Der Kehlkopf und – abhängig von dessen äußerer und innerer Gestalt – auch die Stimme gehören zu den sekundären Geschlechtsmerkmalen; sie sind damit von Änderungen der Hormonspiegel abhängig, wie sie sich im Laufe des Lebens bei beiden Geschlechtern ergeben.
Eine besonders auffällige Veränderung der Hormonspiegel findet während der Pubertät statt. Vor der Pubertät gibt es keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem Kehlkopf eines Mädchens und dem eines Knaben. Durch die hormonellen Veränderungen während der Pubertät kommt es zu einem relativ starken Wachstum der Kehlknopfknorpel.
Bei Mädchen bleiben trotz des Wachstums die Proportionen der Kehlkopfknorpel einigermaßen so wie vor der Pubertät erhalten. Die rechte und die linke Platte des Schildknorpels bilden einen Winkel von mindestens 120°. Bei Knaben ist vor allem das starke Wachstum des Schildknorpels in Richtung nach vorne deutlich. Die Schildknorpelplatten bilden dann nur noch einen ungefähr rechten Winkel und springen als Adamsapfel deutlich sichtbar vor.
Da die Stimmbänder auf der Rückseite des Schildknorpels befestigt sind, verlängern sie sich während der Pubertät ebenfalls. Bei Mädchen und Knaben beträgt die Länge der Stimmfaltenkante vor der Pubertät 10–17 mm, bei erwachsenen Frauen 14–21 mm, bei erwachsenen Männern 20–27 mm. Während sich beim weiblichen Geschlecht die Stimmfaltenkanten also nur um 3–4 mm verlängern, ist die Zunahme beim männlichen Geschlecht ca. 10 mm; gleichzeitig werden die Stimmbänder auch etwas dicker. Die männliche Stimme sinkt dabei um etwa eine Oktave (☞ Kap. 5.3.1; dort auch Erklärung des Begriffs).
Als Stimmbruch (Mutation, lat. mutatio: Veränderung) bezeichnet man die Schwierigkeiten, die bei heranwachsenden jungen Männern stimmlich während der Pubertät auftreten, weil die Stimmfalten vorübergehend links und rechts unterschiedlich stark wachsen und die ebenfalls wachsenden Muskeln durch das Nervengewebe so koordiniert werden müssen, dass sich die Stimme sicher auf die veränderte Stimmlage einstellt.
Der Stimmbruch unterbleibt, wenn auch die Pubertät unterbleibt (z. B. durch Kastration = Ausschaltung oder Entfernung der Keimdrüsen).

Stimmbandes und das Vorhandensein eines Skelettmuskels (M. vocalis, ☞ 5.2.4), der parallel zum Stimmband verläuft und dessen Feinspannung reguliert (Abb. 5.9). Im Gegensatz zur lockeren oberflächlichen und gut beweglichen Schicht der Stimmfalten, bestehend aus Epithel und Reinke-Raum, ist die tiefe Schicht, bestehend aus Stimmband und M. vocalis, recht starr. Daraus leitet sich die Vorstellung der funktionellen Zweischichtigkeit der Stimmfalten ab („body-cover-Modell").
Die Stimmlippenkanten selber besitzen keine Drüsen in der Lamina propria, so dass sie von entfernteren, drüsenhaltigen Regionen der Kehlkopfschleimhaut mit dünnflüssigem Schleim versorgt werden müssen. Diese Schleimbedeckung ist für einen sauberen Verschluss der Stimmritze und für eine klare Stimme unabdingbar. Bei nicht ausreichender Versorgung mit dünnflüssigem Schleim klingt die Stimme heiser („trockener Hals" z. B. bei zu langem Reden).

Plicae vocales, Plural von Plica vocalis, plica (lat.): Falte und vocalis (lat.): zur Stimme gehörend
Ligamentum (lat.): Band (abgekürzt Lig.), vocale: Neutrum-Form von vocalis
Processus (abgekürzt Proc., lat.): Fortsatz, vocalis (lat.): zur Stimme gehörend
Reinke: Eigenname (deutscher Anatom)

Glottis

Die **Glottis** ist der innere Verschlussapparat des Kehlkopfs und damit auch die Grundlage der Stimmbildung; sie wird gebildet von den beiden Stimmfalten oder Stimmlippen und der dazwischen liegenden Stimmritze (**Rima glottidis,** Abb. 5.8, 5.9). Der Begriff Glottis wird nicht immer präzise gebraucht: manchmal wird damit nur die Stimmritze bezeichnet, manchmal ungenau der Raum von der Spalte zwischen den Taschenfalten bis zur Spalte zwischen den Stimmfalten.

Glottis (griech. glottis): eigentlich Mundstück der Flöte, im medizin. Zusammenhang die Stimmritze mit den beiden Stimmlippen
Rima (lat.): Spalte, Ritze; glottidis: Genitiv von Glottis

Wie in Abb. 5.9 deutlich zu erkennen ist, sind Länge und Lokalisation der Stimmfalten nicht identisch mit denen der Stimmbänder. Die Stimmbänder ziehen noch ein wenig über das vordere Ende der Stimmfalten hinaus, bis sie die Anheftungsstelle am Schildknorpel erreichen. Nach hinten enden die Stimmbänder an den Stimmfortsätzen der Stellknorpel, die dann die weitere Unterlage der Stimmfalten bis zu ihrem hinteren Ende bilden.

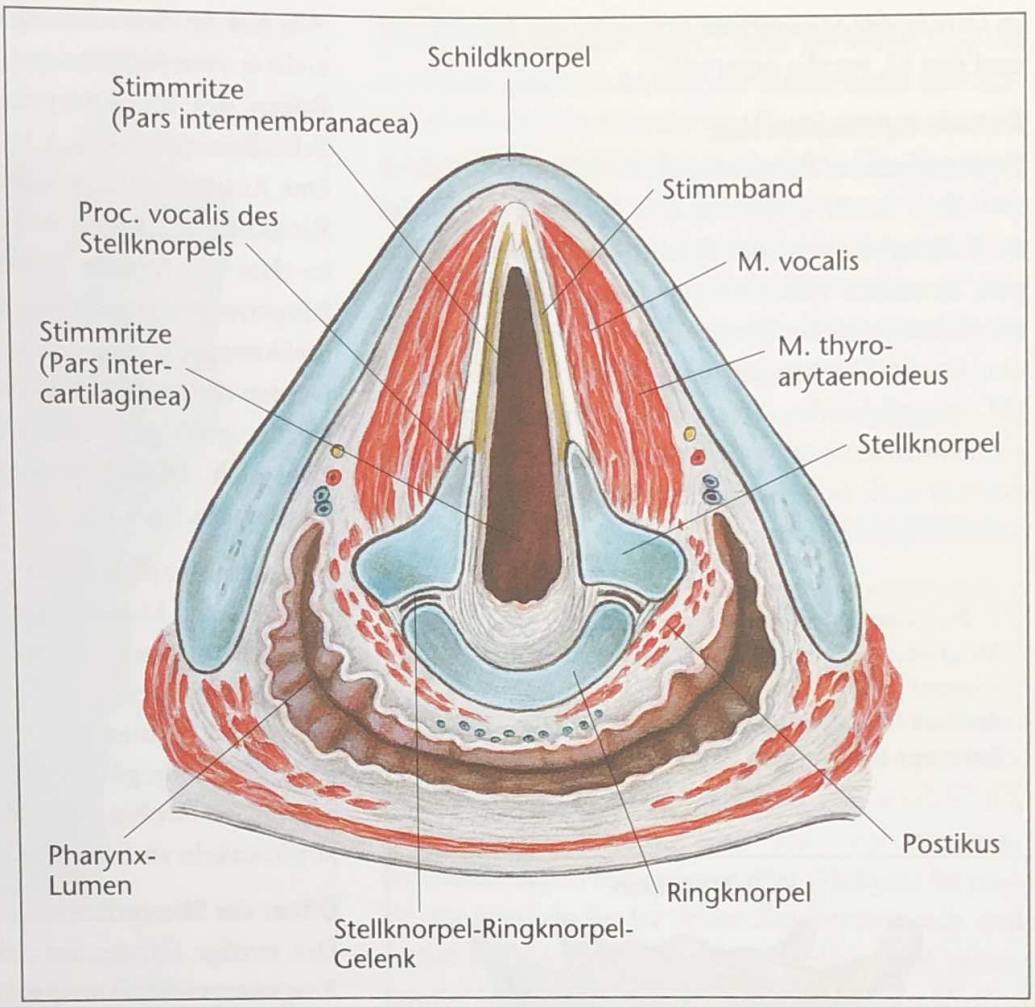


Abb. 5.9 Horizontalschnitt durch den Kehlkopf auf Höhe der Stimmritze

Somit unterscheidet man bei der Stimmritze bzw. bei den Stimmfalten einen vorderen Abschnitt, der als **Pars intermembranacea** bezeichnet wird, von einem kleineren hinteren Abschnitt, dessen Beziehung zu den Stellknorpeln durch die Bezeichnung **Pars intercartilaginea** gekennzeichnet ist.

Pars intermembranacea/Pars intercartilaginea
Pars (lat.): Teil, inter (lat.): zwischen
-membranacea: weibl. Form von membranaceus (lat.): häutig, membranartig
cartilaginea: weibl. Form von cartilagineus (lat.): knorpelig

Subglottischer Raum

Unterhalb der Stimmfalten und der Stimmritze, also der Glottis, erweitert sich der Binnenraum des Kehlkopfs stark zum **subglottischen** Raum (**Cavitas infraglottica**, auch: Cavum infraglotticum), der bis zum Beginn der Luftröhre reicht. Unter der Schleimhaut befindet sich der **Conus elasticus**, der aus zahlreichen elastischen Fasernetzen besteht, die vorne und seitlich vom Oberrand des Ringknorpels ausgehen und in den beiden Stimmbändern enden (Abb. 5.6). Der Conus elasticus wird vorne vom Ringknorpel-Schildknorpel-Band überdeckt (Abb. 5.3).

Subglottisch (lat. sub-): unter und Glottis (s. o.)
Cavitas infraglottica (lat. cavitas): Höhle, infra- (lat.): unterhalb, und -glottica: weibl. Form von glotticus (lat.): zur Glottis gehörend
Conus (lat.): Keil, **elasticus** (lat.): elastisch

5.2.4 Kehlkopfmuskeln

Für die Bewegungen der Kehlkopfknorpel gegeneinander in den beiden erwähnten Gelenken und die Spannung der Stimmbänder sind die Kehlkopfmuskeln verantwortlich. Es handelt sich nicht um glatte Eingeweidemuskeln, sondern um quergestreifte Skelettmuskeln. Diese werden insgesamt von Ästen des 10. Hirnnerven (N. vagus, ☞ Kap. 5.2.6) versorgt.
Man unterscheidet einen sog. äußeren Kehlkopfmuskel von den inneren Kehlkopfmuskeln, die man