

GÜNTHER REICHMANN

Morphologie des Schilddrüsenorgans Sonderdruck

Einleitung

Vorhin von Kollmann (1976) über die Schilddrüse wird hier ausführlicher mit der Luftröhre (Trachea) des menschlichen Embryo (Sonderdruck) behandelt, dessen Funktion die in der nicht vollständigen Luftröhre verbleibende Membran (1976) bildet die bis dahin verbleibende Luftröhre einströmen und stellen die Membranen zur Funktion dieses Organs zur Verfügung, die zum Anlegen der primären Urtaschen wurden.

Material

Für die Untersuchung wurden verschiedene Präparate von Embryonen in verschiedenen Stadien der Entwicklung verwendet. Die Präparate wurden in verschiedenen Stadien der Entwicklung verwendet.

Die Schilddrüse des Embryos (Sonderdruck) wird hier ausführlicher mit der Luftröhre (Trachea) des menschlichen Embryo (Sonderdruck) behandelt, dessen Funktion die in der nicht vollständigen Luftröhre verbleibende Membran (1976) bildet die bis dahin verbleibende Luftröhre einströmen und stellen die Membranen zur Funktion dieses Organs zur Verfügung, die zum Anlegen der primären Urtaschen wurden.



Befund

Das Keimknospenorgan, bisher in der Literatur als Luftröhre bezeichnet, lag bis einschließlich zum Stadium ventral im Stadium.

Keimknospe (1976)

Keimknospe (1976)

Keimknospe (1976)

- Organ des Verbandes Deutscher Präparatoren (VDP)
- Organ der Schweizer Vereinigung der Präparatoren und Restauratoren — Société Suisse des Préparateurs et Restaurateurs — SPR
- Organ der Dänischen Zoologischen Präparatorenvereinigung Dansk Zoologisk Konservatorforening

GÜNTHER BEHRMANN

Morphologie und Histologie des Kehlkopforgans von Zahnwalen

Einleitung

Ventral im Kehlkopf (Larynx) der Zahnwale liegt unmittelbar vor der Luftröhre (Trachea) ein sackartiges Organ (Saccus laryngealis), dessen Funktion bis heute nicht befriedigend geklärt werden konnte. Hosokawa (1950) faßte die bis dahin vorliegenden Erkenntnisse zusammen und stellte drei Hypothesen zur Funktion dieses Organs zur Diskussion, die zum Ausgangspunkt erneuter Untersuchungen wurden.

Material

Für die Untersuchungen standen die Kehlkopfregionen folgender Zahnwalarten zur Verfügung: *Lagenorhynchus albirostris*, *Tursiops truncatus*, *Delphinus delphis* und *Phocoena phocoena*.

Der Kopf eines *Phocoenas* wurde in 5 bis 10 Millimeter dicke Scheiben geschnitten, aufgehellt und plastiniert. Die Kehlkopforgane der anderen Zahnwale wurden vollständig paraffiniert oder zu histologischen Dünnschnitten verarbeitet. Alle Präparate stehen für weitere Untersuchungen zur Verfügung.

Befund

Das Kehlkopforgan, bisher in der Literatur Laryngealsack genannt, lag bei allen untersuchten Zahnwalen ventral im caudalen Kehlkopf (Abb. 1, 2). Das den Sack bildende Gewebe besteht aus glatten Muskeln und das sie bedeckende Epithel ähnelt dem des Larynx. Ventral und lateral ist das Organ von einem Muskel (*Musculus thyreoarytaenoides*) umgeben, dessen Zugrichtung das

Ausleeren des Organs ermöglicht. Organ und Muskel sind ventral und lateral vom Kehlkopfknorpel (*Cart. cricoidea*) ummantelt, dorsal liegt es frei (Abb. 4).

Innerlich wird das Organ durch eine elastische, knorpelige Scheidewand sagittal geteilt, die sich lateral verzweigt. Durch die Verzweigung entstehen Kammern, in denen Vakuolen liegen. Sie sind medial mit zottigem, reticulärem Bindegewebe und Lungenepithel bedeckt (Abb. 2, 3). An den

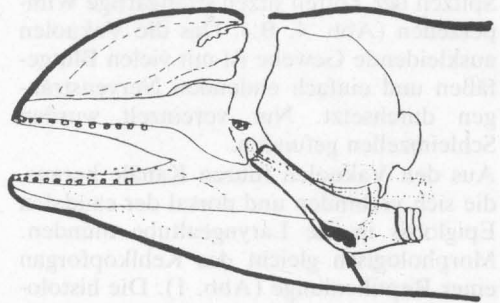


Abb. 1: Schematischer Längsschnitt durch den Kopf eines Zahnwals (*Phocoena phocoena*) und den Kehlkopf mit dem Kehlkopforgan.

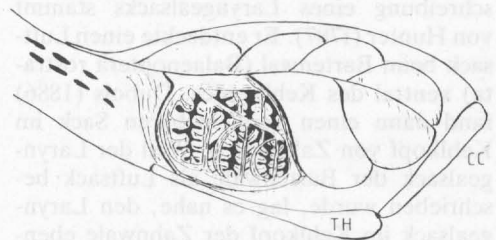


Abb. 2: Das geöffnete Kehlkopforgan.

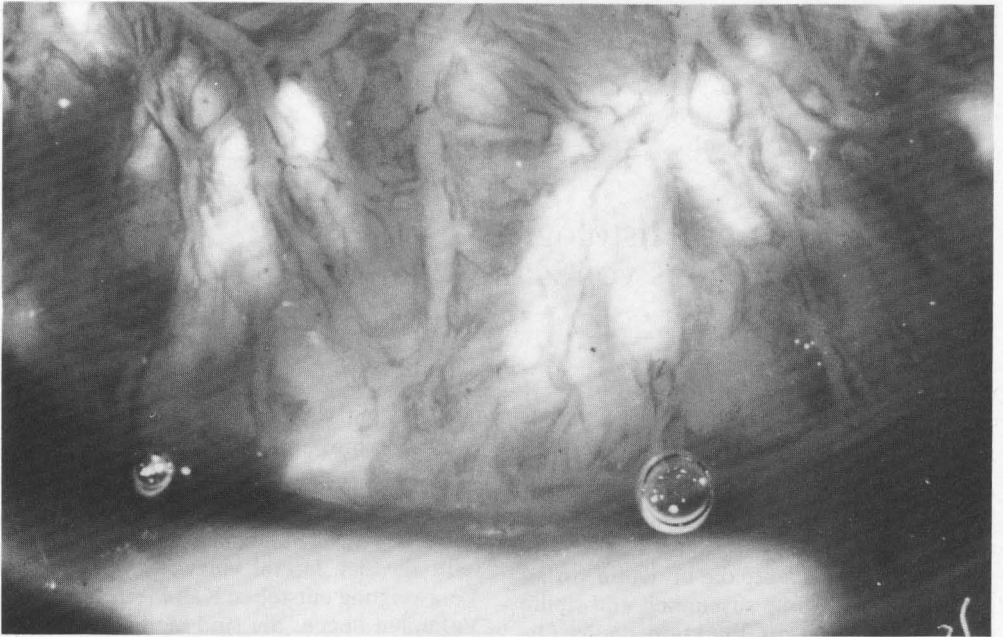


Abb. 3: Querschnitt durch das Kehlkopfforgan. Das helle, knorpelige Stützgewebe zeichnet sich deutlich ab.

Spitzen der Zotten sitzen strangartige Wimperzellen (Abb. 4, B.). Das die Vakuolen auskleidende Gewebe ist mit vielen Blutgefäßen und einfach endenden Nervensträngen durchsetzt. Nur vereinzelt wurden Schleimzellen gefunden.

Aus den Vakuolen führen Kanäle heraus, die sich verbinden und dorsal der caudalen Epiglottis in die Laryngealtube münden. Morphologisch gleicht das Kehlkopfforgan einer Reptilienlunge (Abb. 1). Die histologischen Schnitte zeigen eine Gewebeform, wie sie in den Lungen junger Säugetiere gefunden wird.

Diskussion

Die älteste bisher bekannt gewordene Beschreibung eines Laryngealsacks stammt von Hunter (1787). Er entdeckte einen Luftsack beim Bartenwal (*Balaenoptera rostrata*) ventral des Kehlkopfes. Dubois (1886) fand dann einen vergleichbaren Sack im Kehlkopf von Zahnwalen. Weil der Laryngealsack der Bartenwale als Luftsack beschrieben wurde, lag es nahe, den Laryngealsack im Kehlkopf der Zahnwale ebenfalls als Luftsack anzusehen.

Hosokawa (1950) kamen beim Studium der Laryngealsäcke Bedenken, denn er fand schon erhebliche Unterschiede zwischen den Laryngealsäcken von Barten- und Zahnwalen. Seine histologischen Untersuchungen des „inneren Laryngealsacks mit der Struktur eines Hirns“ erbrachten Befunde, die zunächst eine eindeutige Aussage zur Funktion des Organs nicht erlaubten. Er fand Gewebeformen, die mit denen des Pharynx, Larynx und der Lunge vergleichbar waren. Seine Überlegungen zur Funktion des Laryngealsack von Zahnwalen faßte er in drei Hypothesen zusammen, die ich hier in verkürzter Form aufführen möchte.

1. Das Organ verhindert das Eindringen von Fremdkörpern in die Lufttröhre.
2. Die von der Lunge nicht aufgenommenen Sauerstoffreste in der Atemluft werden hier absorbiert.
3. Der Sack dient durch Ventilation der Vokalisation.

Die dritte Hypothese wurde danach von Purves & Pilleri (1983) übernommen. Sie gehen davon aus, daß der Laryngealsack ein

Luftkessel ist, mit dessen Hilfe die Wale Töne erzeugen.

Bei den Laryngealsäcken der Bartenwale außerhalb des Kehlkopfs könnte es sich, nach Negus (1962), um evolutionierte Derivate des Kehlkopfes handeln, wie sie bei vielen Säugetieren gefunden werden (Negus, 1962). Diese Luftsäcke der Bartenwale sind sehr groß und können demgemäß auch große Luftmengen aufnehmen, sie könnten also der Vokalisation dienen.

Die Laryngealsäcke der Zahnwale sind dagegen aber sehr klein und durch ihre Lage im Kehlkopf nicht sehr ausdehnbar. Das Volumen der internen Laryngealsäcke beträgt auch bei großen Zahnwalen nur wenige Kubikzentimeter. Eine große und schnelle Volumenänderung, wie sie für die Erzeugung von Tönen benötigt wird, verhindert das innere knorpelige Gerüst. Eine Ausdehnung des Laryngealsacks wie es Purves & Pilleri (1983) beschrieben haben, konnte experimentell nicht nachvollzogen werden. Daß die Laryngealsäcke der Vokalisation dienen ist also unwahrscheinlich.

Ein mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel, wie es für den Pharynx und den Oesophagus charakteristisch ist, wurde trotz intensiver Suche nicht gefunden. Ebenso waren größere Schleim- und Spüldrüsen, wie sie für eine Ausspülung von Fremdkörpern notwendig wären, nicht vorhanden. Die Anzahl der Schleimdrüsen ist sehr gering, wodurch sich das Kehlkopforgan deutlich von den sich caudal anschließenden Luftröhrendrüsen (Glandula laryngalis) unterscheidet. Die erste Hypothese Hosokawas (1950) dürfte also auch nicht zu treffen.

Dagegen spricht vieles für die zweite Hypothese, daß der Laryngealsack ein respiratorisches Organ ist. Morphologisch ist er mit einer primitiven Lunge zu vergleichen, wie sie zum Beispiel Schildkröten besitzen. Das den Sack bildende Gewebe gleicht dem des Larynx. Das die Vakuolen auskleidende Epithel ist mit dem Lungenepithel junger Säugetiere vergleichbar.

Die Anlage erlaubt auch Rückschlüsse auf die Funktion des Organs. Während des Tauchens, bei verschlossenen Atemwegen, wer-

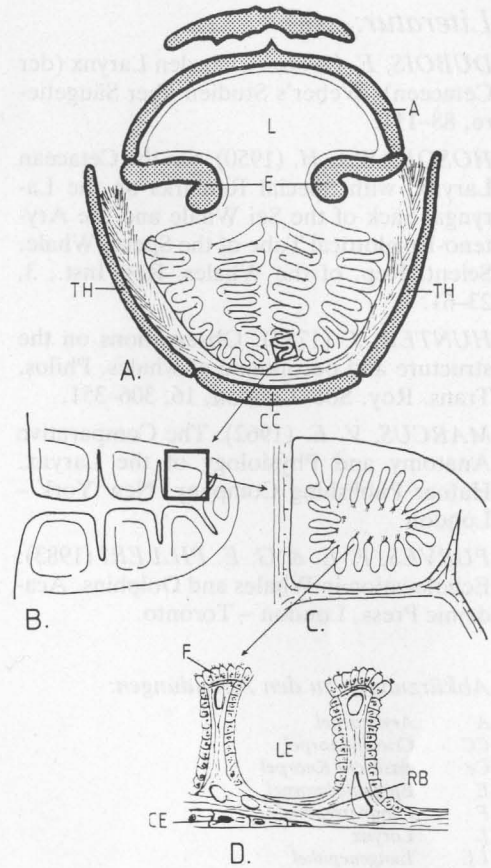


Abb. 4: Das Kehlkopforgan im Querschnitt:
 A. = zweifach vergrößert
 B. = achtfach vergrößert
 C. = Vakuole mit zottigem, bewimpertem Gewebe, 16x vergrößert
 D. = Schnitt durch die Zotten, 240x vergrößert

den die Töne durch Ventilation der Luft zwischen der Lunge und den Luftsäcken erzeugt. Dabei kann die noch mit Sauerstoff angereicherte Luft auch in das Kehlkopforgan geschickt werden, die dann, nach dem ihr der Sauerstoff entzogen wurde, durch den Muskel wieder herausgepreßt werden kann.

Endgültige Beweise dafür könnten nur über histochemische Untersuchungen erbracht werden, wofür aber sehr frisches Material notwendig ist, über das der Autor nicht verfügt.

Literatur:

DUBOIS, E. (1986): Über den Larynx (der Cetaceen). Weber's Studien über Säugetiere, 88-111.

HOSOKAWA, H. (1950): On the Cetacean Larynx, with Special Remarks on the Laryngeal Sack of the Sei Whale and the Aryteno-Epiglottical Tube of the Sperm Whale. *Scient. Rep. of the Whales. Res. Inst.*, 3, 23-61.

HUNTER, J. (1787): Observations on the structure and oeconomie of whales. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, 16, 306-351.

MARCUS, V. E. (1962): *The Comparative Anatomy and Physiology of the Larynx*. Hafner Publishing Company, New York - London.

PURVES, P. E. & G. E. PILLERI (1983): *Echolocation in Whales and Dolphins*. Academic Press, London - Toronto.

Abkürzungen zu den Abbildungen:

A	Aryknorpel
CC	Cricoidknorpel
Ce	elastische Knorpel
E	Epiglottisknorpel
F	Flimmerreepithel
L	Larynx
LE	Lungenepithel
RB	reticuläres Bindegewebe
T	Trachea
Th	Thyreoidknorpel

Zusammenfassung:

Der Laryngealsack im Kehlkopf von Zahnwalen unterscheidet sich erheblich von den anderen Luftnebenwegen im Bereich der Schädelbasis. In der Literatur liegen zur Funktion dieses Organes erheblich divergierende Beschreibungen vor, so daß eine erneute Untersuchung angebracht war.

Diese neuen Befunde zeigten nun, daß der Laryngealsack morphologisch und histologisch mit den Lungen junger Säugetiere oder Schildkröten vergleichbar ist. Der Laryngealsack könnte also funktionell als ein respiratorisches Organ angesehen werden.

Eine restlose Klärung dieser Frage könnte eventuell über histochemische Untersuchungen erbracht werden. Dafür wird aber frisches Material benötigt, über das der Autor nicht verfügt. Wer solches Material bekommen kann, sollte also diese Untersuchungen fortführen oder es sofort fixieren und dem Autor zur Verfügung stellen.

Summary:

The morphology and the histology of the laryngeal sac in the larynx of toothed whales are very different to the other air sinuses in the basis of the skull. The publications about the function of this laryngeal sac are also divergent. So new studies were appropriated, with the results of finding a simple lung like the lung from young mammals or reptiles. The laryngeal sac works like a respiratory organ. A definite clearing of this question could eventually be found by histochemical studies. But for this fresh material is necessary, but it is not available to the author. Anybody else who can get it should continue the studies or fix the material and send it to the author.

Résumé:

L'auteur décrit des constatations nouvelles concernant la fonction du sac laryngeal des baleines. L'éclaircissement total est possible par des examens histochemiques. L'auteur anime ces examens avec un matériel frais.

Il est prêt à examiner le matériel frais lui-même. Il prie de lui envoyer un peu de matériel frais et immédiatement fixé.

Anschrift des Verfassers:

Günther Behrmann
Am Handelshafen 12
D-2850 Bremerhaven