
AUTOREFERAT ZUM FILM „DIE STIMMBILDUNG IN DER AUFSTEIGENDEN WIRBELTIERREIHE“

K. PAULSEN

Der Film wird eingeleitet mit einem Trickschema über die Entwicklung der Wirbeltiere von den Fischen bis zum Menschen. Ein weiterer Trick zeigt den Mechanismus der Stimmbildung, die im Prinzip der einer Zungenpfeife gleicht. Der Zunge der Pfeife entsprechen die Stimmbänder, dem Windraum die Lunge, dem Ansatzrohr der Rachen, Mund- und Nasenraum (dabei Überblendung des Bildes der Zungenpfeife mit einem auf das Grundprinzip beschränkten Bild eines Phonationsorganes der Landwirbeltiere).

Im ersten Hauptteil des Filmes wird die Phylogenese des Larynxskelettes von den Amphibien bis zum Menschen mit Trickzeichnungen dargestellt. Die Urform des Kehlkopfskelettes bei den niederen Amphibien besteht aus einem paarigen Knorpel, der *Cartilago lateralis*. Aus dieser Urform des primären Larynxskelettes entwickelt sich bei den höheren Amphibien das einteilige Cricoid mit den breiten selbständigen dreieckförmigen Arytaenoiden, an deren Innenflächen Stimmfalten ausgespannt sind. In der weiteren Entwicklung richtet sich das Arytaenoid auf. Die Dreiteilung des primären Larynxskelettes ist bei den Reptilien vollzogen. In dieser Tierklasse liegen die Stimmbänder zwischen dem Arytaenoid und dem Cricoid. Der Kehlkopf der Vögel ist wenig differenzierter als der der Reptilien. Stimmbänder fehlen hier immer. Als Phonationsorgan dient die Syrinx mit schwingenden Paukenmembranen. Bei den Säugetieren und beim Menschen hat sich durch Hinzutreten eines vierten Kehlkopfknorpels, des Thyreoids, das sekundäre Larynxskelett ausgebildet. Auffällig ist hier die starke Dorsalverlagerung des Arytaenoids und die starke Kippung um mehr als 90° um die Achse. Stimmbänder sind ausgespannt zwischen Arytaenoid und Thyreoid.

Der zweite Hauptteil, der den Mechanismus der Stimmbildung bei den Amphibien am Beispiel des Frosches, bei den Reptilien am Beispiel des Geckos, bei den Vögeln am Beispiel der Gans und bei den Säugetieren am Beispiel des Menschen zeigt, gliedert sich in vier Unterabteilungen. Jeweils wird zunächst die genannte Tierart in ihrem Biotop gezeigt. In der Folge wird auf das im ersten Hauptteil dargestellte Larynxskelett zurückgeblendet; die dritte Unterabteilung zeigt schematisch die Stimmbildung im Querschnitt des jeweiligen Stimmorganes in der Zeitdehnung. Die vierte Unterabteilung bringt die Originalaufnahmen der Hochgeschwindigkeitsfilme in Zeitdehnung.

Im einzelnen wird gezeigt: 1. quakende Frösche im Biotop. Rückblendung auf das Kehlkopfschema und anschließend Trickfilm über die schwingenden Stimmbänder des Frosches anhand eines Schemas. Dabei sieht man, daß sich die am Glottisrand wulstig verdickten, sonst zarten, membranösen Stimmbänder breit aneinanderlegen, daß der Luftstrom zunächst die seitlichen Stimmbandanteile segelartig aufbläht und schließlich die Glottis sprengt. Vermöge ihrer Elastizität schwingen die Stimmbänder schnell wieder in ihre Ausgangslage zurück. Die Stimmbänder schwingen senkrecht zum Luftstrom. Im vierten Teil wird eine Zeitdehneraufnahme von einem Präparat der schwingenden Stimmlippen des Frosches bei einer Bildfrequenz von 8 150 Bildern in der Sekunde gezeigt. Man blickt dabei durch den geöffneten Aditus auf die geschlossenen Stimmbänder des Frosches. Die Stimmfrequenz beträgt etwa 20 Hz. Die Verschußphase ist außerordentlich lang, die Schwingungsphase dagegen sehr kurz. Der Frosch ändert die Tonhöhe seiner Stimme nur durch Verkürzen oder Verlängern der Verschußphase. Die Dauer der Schwingungsphase bleibt immer konstant.

2. Der Tokee-Gecko im Biotop. Der knarrende Schrei wird nur bei weitgeöffnetem Maul ausgestoßen. Rückblendung auf das Kehlkopfskelett-Schema der Reptilien. Im dritten Teil Trickfilm über die Stimmbandschwingungen des Geckos anhand eines Schemas in Zeitdehneraufnahme. Während der Phonation steht die untere Fläche der Stimmbänder senkrecht zum Luftstrom. Gering gewölbte Randgebiete werden zunächst mit Luft gefüllt, bis der steigende Druck die Glottis aufreißt. In der Schwingungsphase bewegen sich auch die Kehlkopfwandungen stark mit. Die Stimmbänder schwingen vorwiegend senkrecht zum Luftstrom. Die Originalaufnahmen von den schwingenden Stimmbändern eines angeblasenen Larynxpräparates des Geckos zeigen bei einer Zeitdehnung von 8 000 Bildern in der Sekunde den Schwingungsablauf bei einer Stimmfrequenz von 300 Hz. Die gezeigten Aufnahmen entsprechen nicht ganz dem natürlichen Phonationsablauf, da sich die muskulösen Stimmbänder am Larynxpräparat nur annähernd so spannen ließen wie beim lebenden Tier. Die Verschußphase erscheint kurz. Auch bei den Reptilien ist die Schwingungsphase konstant. Auch der Gecko ändert seine Stimmfrequenz nur durch Verkürzen oder Verlängern der Verschußphase.

3. Schnatternde Gänse im Biotop. Im weiteren wird auf das Larynxskelett der Vögel rückgeblendet und ein Trickschema von den schwingenden Membranen der Syrinx gezeigt. Die schwingenden Paukenmembranen der angeblasenen Gänsesyrinx werden bei einer Bildgeschwindigkeit von 5 500 Bildern in der Sekunde als Hochgeschwindigkeitsaufnahmen in Zeitdehnung aus verschiedenen Blickrichtungen vorgeführt. Die Schwingungsfrequenz beträgt etwa 400 Hz. Die Hochgeschwindigkeitsfilme werden in folgender Reihenfolge gezeigt: schwingende Paukenmembranen mit erhaltenem Bronchidesmus von hinten außen, schwingende Paukenmembranen mit gelöstem Bronchidesmus von hinten außen, schwingende linke äußere Paukenmembran und schwingende innere Paukenmembran von oben nach Abtragung der Trachea. Die Paukenmembranen schwingen rhythmisch hin und her, wobei äußere

und innere Membranen den gleichen Takt aufweisen. Der Hauptbronchus führt gegen die Trachea eine Art Kipp-Kreis-Bewegung aus, die immer einem bestimmten Bewegungsabschnitt der schwingenden Membran zugeordnet ist. Innere und äußere Membran berühren sich während der Schwingung nicht. Bei der Phonation bleibt also immer ein Spalt zwischen beiden Paukenmembranen bestehen.

4. Rückblendung auf das Larynxskelett der Säuger und des Menschen. Im Trickfilm werden dann anhand eines Schemas die Schwingungen der Stimmbänder in Zeitdehnung vorgeführt. Dabei wird lediglich die Veränderung an der Schleimhautoberfläche gezeigt, während die Schwingung des gesamten Stimmbandes nur anhand einer in die Stimmbänder eingezeichneten ellipsenförmigen Figur wiedergegeben wird. Die Stimmbänder schwingen nicht als Ganzes wie die Stimmbänder des Frosches und des Geckos. Vielmehr werden ihre einzelnen Teile auf einer elliptischen Bahn nacheinander von der Impulswelle verlagert. Die Originalaufnahmen von den schwingenden Stimmbändern eines phonierenden Mannes werden in Zeitdehnung — bei etwa 3 000 Bildern in der Sekunde — bei einer Stimmfrequenz von 140 Hz gezeigt. Der Verlauf der Impulswelle läßt sich gut verfolgen. Im Gegensatz zu den Amphibien und Reptilien wird bei den Säugetieren wie beim Menschen die Tonhöhe durch Verlängern oder durch Verkürzen der Schwingungsphase bestimmt. Auch während der Verschußphase ist das Stimmband in Bewegung.

Zum Schluß des Filmes wird noch einmal in kurzer Folge der Schwingungsablauf beim Frosch, beim Gecko, bei der Gans und beim Menschen gezeigt.