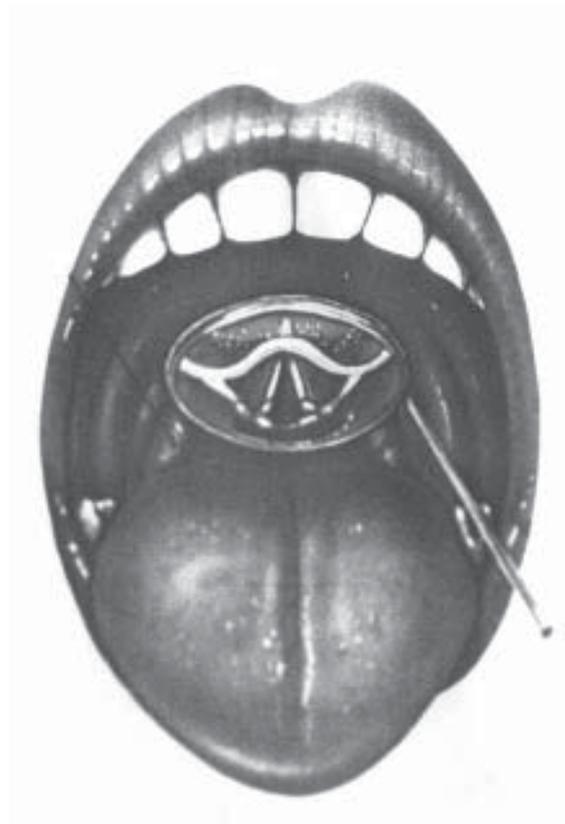


Nachbau eines menschlichen Stimmapparates



Wettbewerb "Jugend Forscht" 2007

Julia Ingwersen (14 Jahre)

**Arbeitsgemeinschaft "Jugend Forscht"
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg
Leitung: StD Thomas Biedermann**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Vorüberlegungen	3
2.1	Wie erzeugen wir Laute ?	3
2.2	Wie ist der menschlich Stimmapparat aufgebaut ?	3
2.3	Der Aufbau des Kehlkopfes	4
2.4	Kehlkopf-Modell	4
2.5	Genauigkeit des Modells	5
2.6	Fragestellung	5
3	Beobachtungen	5
3.1	Den richtigen Ton treffen	5
3.2	Modell des Mundes	6
4	Auswertung	6
4.1	Der richtige Ton	6
4.2	Veränderungen des Resonanzraumes	6
5	Zusammenfassung	6
6	Danksagung	7
7	Quellenverzeichnis	7

1 Einleitung

Da dies bereits mein zweites Projekt bei Jugend Forscht ist, fiel es mir in diesem Jahr erheblich leichter ein passendes Projekt für mich zu finden. Die erste Idee für das Jahr war es, einen Stimmen-Verzerrer zu bauen, da dies aber leider meinen jetzigen Kenntnissen noch nicht entsprach, vereinfachten wir diese Idee und kamen so darauf, den menschlichen Stimmenapparat nachzubauen und zu versuchen, damit Vokale zu erzeugen.

Ein zusätzlicher Grund für mich dieses Projekt zu machen war eine Zigarettenwerbung, in der ein Mann einer hübschen Frau eine Zigarette anbietet, diese aber kopfschüttelnd ablehnt und eine elektronische Sprechhilfe herausholt, um ihm zu antworten, dass sie nicht mehr raucht. Ich wollte wissen warum sie nicht mehr reden konnte und warum es genügt, sich das Gerät an den Kehlkopf zu halten .

2 Vorüberlegungen

2.1 Wie erzeugen wir Laute ?

Um Laute zu erzeugen nutzen wir die Luft, die in die Lunge und aus der Lunge strömt. Dadurch dass wir diese Luft über die Stimmbänder streichen lassen können wir Laute erzeugen. Durch Anspannung der Bänder mit Hilfe von Muskeln können wir die Tonhöhe ändern. Je stärker die Stimmbänder gedehnt werden umso höher wird die Stimme, je lockerer die Bänder sind umso tiefer wird die Stimme. Zusätzlich entscheiden die Breite und Länge der Stimmbänder über unsere Stimme. Die Klangfarbe kann vor allem durch den Mund verändert werden, mit dem wir nicht nur Vokale, sondern auch Konsonanten erzeugen. Zusätzlich spielt aber auch der Nasenraum oder die Stirnhöhle eine Rolle, wie jeder weiß, der schon mal Schnupfen gehabt hat. Die bei der Klangbildung beteiligten Bereiche zeigt Abb. 1.

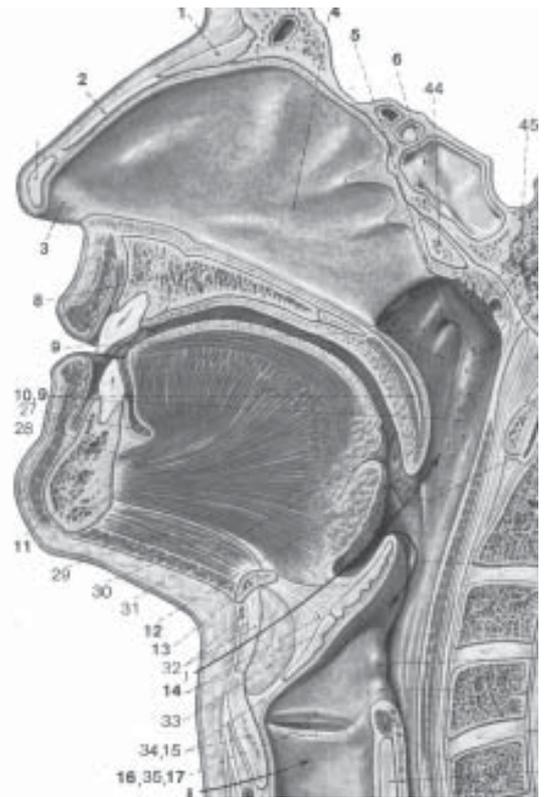


Abb. 1: Darstellung der Bereiche, die für eine Klangbildung wichtig sind

2.2 Wie ist der menschlich Stimmapparat aufgebaut ?

Der menschliche Stimmapparat ist ein ausgeklügeltes System und besteht aus dem Kehlkopf, der den Grundton erzeugt, den Resonanzräumen, zum Beispiel Nase, Lunge etc., welche für den Klang verantwortlich sind und dem Mund, der ebenfalls ein Resonanzraum ist und auch für die Aussprache der Laute zuständig ist.

2.3 Der Aufbau des Kehlkopfes

Der Kehlkopf sitzt oberhalb der Lunge im vorderen Bereich des Halses und ist mit ihr durch die Luftröhre verbunden. Der Kehlkopf hat einen Schildknorpel und darüber ein Zungenbein, das mit dem Kehlkopfdeckel abschließt. Zwischen Schildknorpel und Zungenbein befindet sich eine Membran. Am Schildknorpel des Kehlkopfes sind Muskeln befestigt, die zur Luftröhre führen. Im Zungenbein befinden sich die Stimmbänder, die durch kleine Muskeln gespannt oder entspannt werden können. Strömt durch die Stimmbänder Luft aus der Luftröhre, dann fangen sie an zu vibrieren und es entsteht der Grundton. Der Kehlkopfdeckel verschließt den Kehlkopf, damit beim Essen keine Speise in die Luftröhre gelangen kann.

2.4 Kehlkopf-Modell

Da der menschliche Stimmapparat ein sehr kompliziertes Werk ist, muss man sich als erstes die Frage stellen, welche der Resonanzräume und Apparaturen man braucht um Vokale zu erzeugen und wie man sie vereinfacht darstellen könnte.

Der Kehlkopf ist sozusagen das Herzstück für die Apparatur, da er den Grundton erzeugt. Er wird dargestellt, indem man eine Kunststoffplatte zurecht schneidet und darauf zwei Wäscheklammern als Bandführung befestigt, die in diesem Fall die Aufgaben der Muskeln übernehmen. Zwischen ihnen ist ein Band (nicht abgebildet) befestigt, das ebenfalls einen Muskel darstellen soll, dieser ist aber dafür verantwortlich, das Stimmband zu straffen. Das Stimmband wird vereinfacht mit einem Luftballon dargestellt. Ein Gegenlager aus Kunststoff sorgt dafür, dass das Stimmband

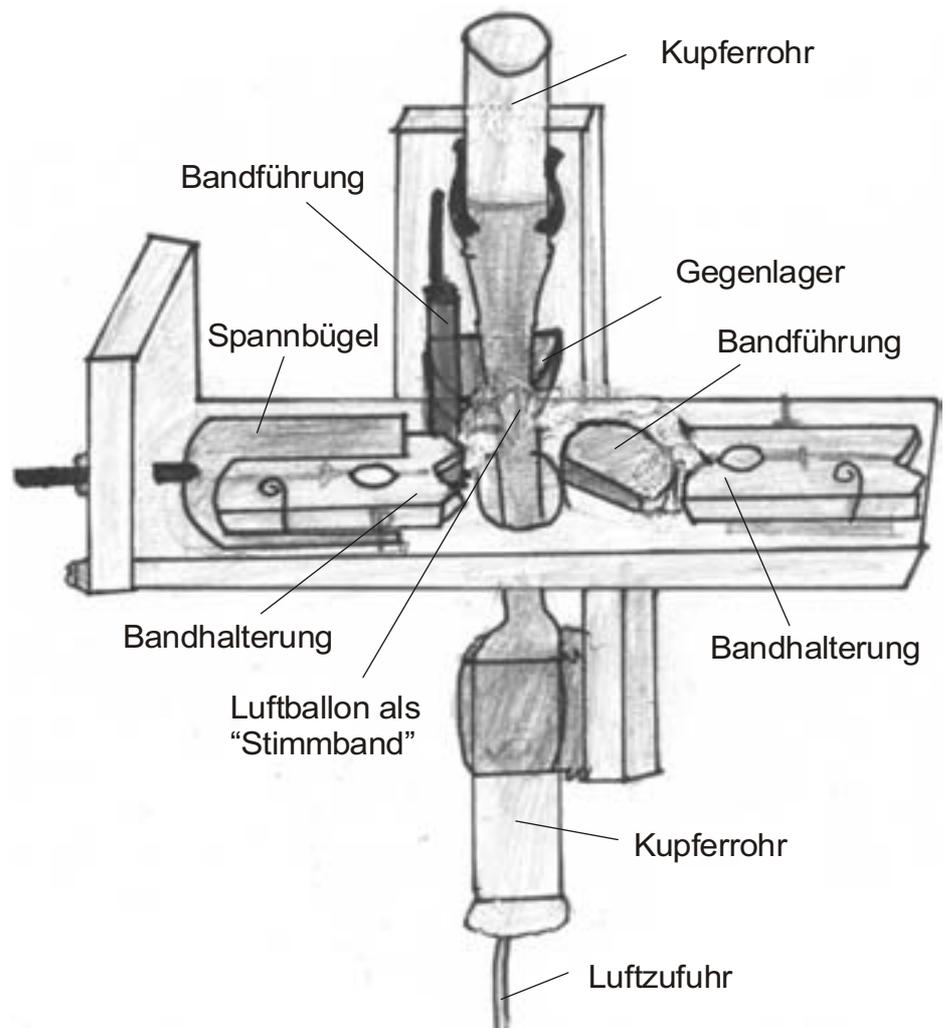


Abb. 2: Zeichnerische Darstellung des Kehlkopf-Modells

glatt anliegt, wenn es von dem Band angedrückt wird, das dafür über zwei Bandführungen ebenfalls aus Kunststoff an das Gegenlager herangeführt wird. Das von unten nach oben verlaufende Stimmband geht in der Mitte der Kunststoffplatte durch ein Loch und wird unten sowie oben über zwei Kupferrohre gespannt. Die Kupferrohre wiederum sind ebenfalls an zwei Kunststoffplatten befestigt, die an der Grundplatte angeschraubt sind. Die Luftzufuhr erfolgt über einen Kompressor, dessen Druck durch einen Y-förmigen Bypass mit einstellbaren Gasventilen reguliert werden kann.

Der Rachenraum beginnt am Ende des oberen Kupferrohr und wird durch ein Rohr ersetzt. Eine Tabakdose stellt den ersten Resonanzraum dar - den Mund - er ist am oberen Ende des Rohres mit dem Deckel der Dose befestigt. Am Rand der Dose gibt es als Mundöffnung ein weiteres Loch, wo die Luft anschließend heraus strömen kann.

2.5 Genauigkeit des Modells

Das nachgebaute Modell unterscheidet sich in vielen Dingen vom Original, da es vereinfacht dargestellt wurde, nur die nötigsten Funktionen und Resonanzräume aufgezeigt werden und es vor allem dem wirklichen Maßstab nicht entspricht. Trotzdem kann man mit diesem Modell wie im Original Vokale erzeugen, auch wenn sie nicht genau so klingen wie normale Vokale.

2.6 Fragestellung

Ich möchte mit dem Nachbau des menschlichen Stimmenapparats herausfinden wie man mit Hilfe von einfachsten Mitteln Vokale erzeugen kann.

3 Beobachtungen

3.1 Den richtigen Ton treffen

Einen guten Ton zum Erzeugen der Vokale zu finden ist gar nicht so einfach, da es viele Sachen gibt die man beachten muss.

Zum einem muss darauf geachtet werden, dass der Ballon, der das Stimmband ersetzt, keine Falten auf dem Gegenlager hat, da sonst kein brauchbarer Ton herauskommt. Zum Anderen muss das Band, das das Stimmband an den Halbkreis drückt, ausreichend gespannt sein, sonst würde zu viel Luft hindurch strömen und man könnte keinen Ton mehr erzeugen.

Die Spannung des Bandes für das Stimmband kann mit der Schraube, die sich am Ende der Kunststoffplatte befindet und mit dem Spannbügel verbunden ist, reguliert werden. Ist die Spannung zu hoch entsteht ein zu hoher Ton, der nach längerer Zeit nervt, außerdem kann sich dann der Luftballon aufblähen und platzen. Ist die Spannung jedoch zu niedrig kann es passieren dass gar kein Ton entsteht. Man muss versuchen die ideale Spannung zu treffen, damit ein Ton getroffen wird, der nicht zu hoch aber auch nicht zu tief ist.

3.2 Modell des Mundes

Wenn man den Hohlraum der als Mund benutzten Dose nicht verändert, kommt am Ende nur wieder der Grundton heraus, allerdings etwas tiefer. Um einen Vokal zu erzeugen muss man den Hohlraum mit Knetmasse modellieren. Bei manchen Vokalen (a, o) ist das Volumen dann größer im Mund und bei manchen (e, i, u) kleiner. Leider hören sich die Vokale bislang noch anders an als in der Realität, sie klingen eher wie ä, ö und so weiter. Auch die Größe der Mundöffnung (bei den Lippen) spielt hierfür eine Rolle.

4 Auswertung

4.1 Der richtige Ton

Um einen guten Ton zu erzeugen muss man darauf achten, dass im Ballon am Gegenlager keine Falten sind und das Band, was den Ballon an den Halbkreis drückt, stramm genug ist. Unter diesen Umständen bekommt man einen brauchbaren Ton.

4.2 Veränderungen des Resonanzraumes

Wenn man den Rachenraum oberhalb des Mundes weiterführt in eine zweite Dose, kann man auch die Nase darstellen, die ja ebenfalls zur Klangbildung beiträgt, und vielleicht auch mit einer dritten Dose die Stirnhöhle.

5 Zusammenfassung

In diesem Jahr habe ich mich mit dem Nachbau des menschlichen Stimmenapparat beschäftigt, um damit Vokale zu erzeugen.

Ich habe den Kehlkopf mithilfe von einfachen Mitteln wie Wäscheklammern und Luftballons nachgebaut. Am Ende hatte ich dann ein Modell vom Kehlkopf, womit ich einen Grundton erzeugen konnte. Dies war allerdings gar nicht so einfach, denn man musste einen guten Ton finden der nicht zu hoch und auch nicht zu tief ist. Nachdem ich dies hatte habe ich den Mund mit einer Dose dargestellt und mit Knete innen drin dann so modelliert, dass am Ende ein Vokal herauskommt.

6 Danksagung

In meinem Projekt haben mich dieses Jahr wieder viele Leute unterstützt, ihnen gilt ein besonderer Dank

- Frau Dr. Lembke die mir nähere Informationen zum Kehlkopf gegeben hat
- Herr Biedermann, mein AG-Leiter, der mir bei allerhand Sachen geholfen hat
- Frau Biedermann, die jeden Montag für einen gedeckten Tisch sorgte, ob es Mittagessen oder Kekse waren und Chauffeur gespielt hat

7 Quellenverzeichnis

- [1] Quelle und Meyer: Biologie des Menschen, 2. Auflage 1992, Stichwort < Kehlkopf >
- [2] Lippert: Anatomie: Text und Atlas, 4. Auflage, Salzweg-Passau 1993