

# Larynx

## Hauptthemen:

1. Konsonantenartikulation
2. Phonation (Stimmqualität, Kontrolle der Grundfrequenz)
3. Demo: Messung der Phonation mittels Elektrolottographie

# Glottale Bewegungen: Vorüberlegung

Überlagerung von zwei verschiedenen Zeitbereichen

a) **die langsame Komponente** (Regelung der glottalen Konstriktion)

*geschlossen*



*offen*

glottal stop

Phonation

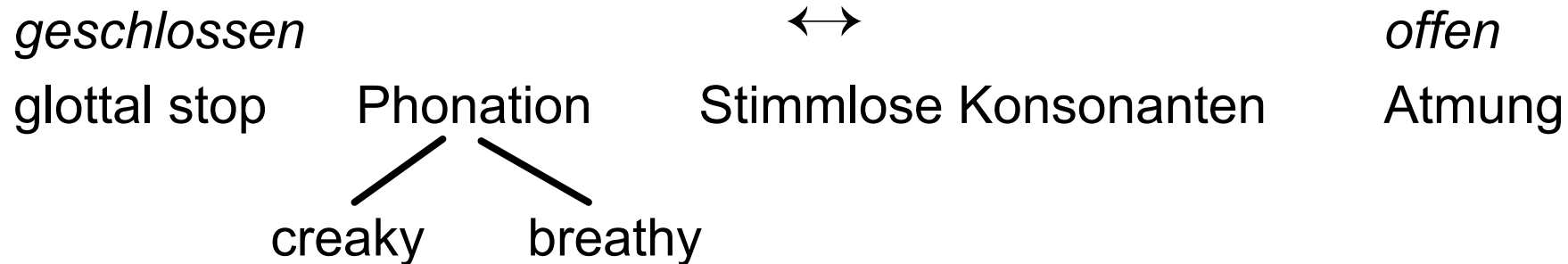
Stimmlose Konsonanten

Atmung

# Glottale Bewegungen: Vorüberlegung

Überlagerung von zwei verschiedenen Zeitbereichen

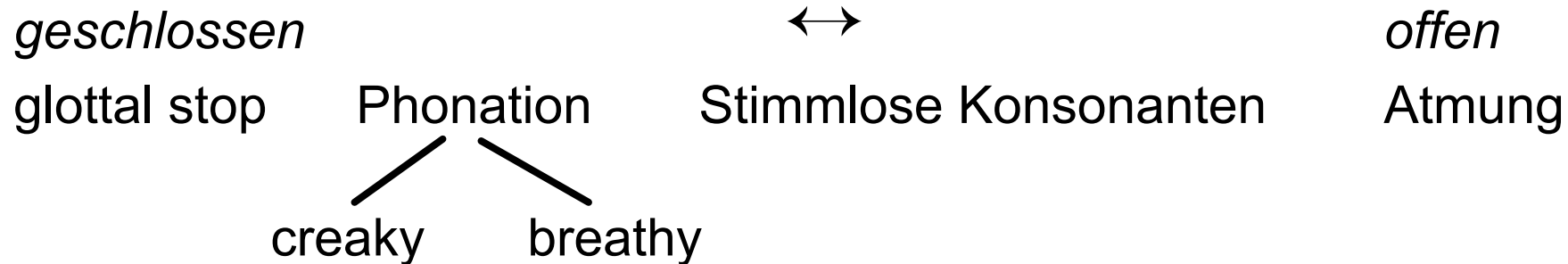
a) **die langsame Komponente** (Regelung der glottalen Konstriktion)



# Glottale Bewegungen: Vorüberlegung

Überlagerung von zwei verschiedenen Zeitbereichen

a) **die langsame Komponente** (Regelung der glottalen Konstriktion)



b) **die schnelle Komponente**

d.h. die Stimmbandschwingungen bei der Phonation

# 1. Kehlkopfartikulation bei Konsonanten

Die “langsame” Komponente: **Filmbeispiel**

Wichtig im ersten Semester: ***‘Timing’*** bei der Kehlkopfartikulation

→ **VOT** (“Voice Onset Time”)

# 1. Kehlkopfartikulation bei Konsonanten

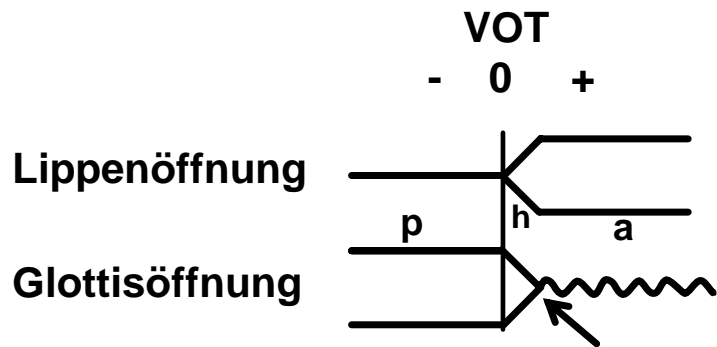
Die “langsame” Komponente: **Filmbeispiel**



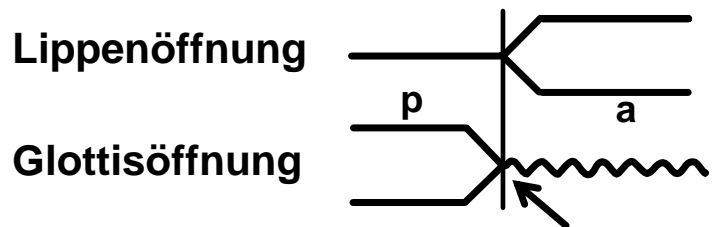
Wichtig im ersten Semester: **‘Timing’** bei der Kehlkopfartikulation

→ **VOT** (“Voice Onset Time”)

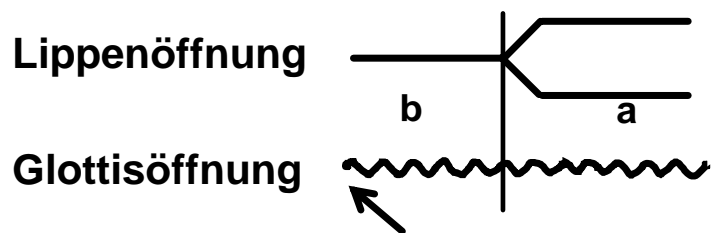
Lautkategorien: stimmhaft, stimmlos nichtaspiriert, stimmlos aspiriert



Stimmlos aspiriert  
VOT > 20ms.

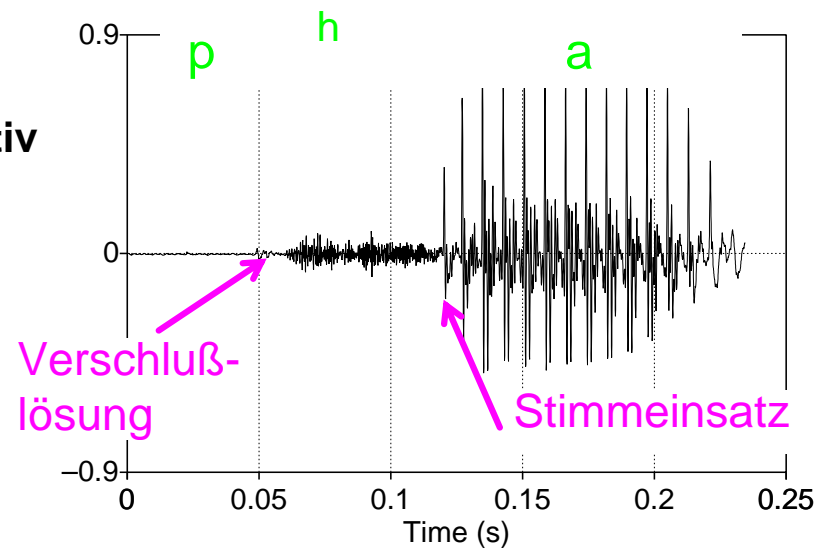


Stimmlos nicht-aspiriert  
VOT ca. 0



Stimmhaft  
VOT negativ

↖ = Voice Onset



## “Timing”: Die Fortsetzung

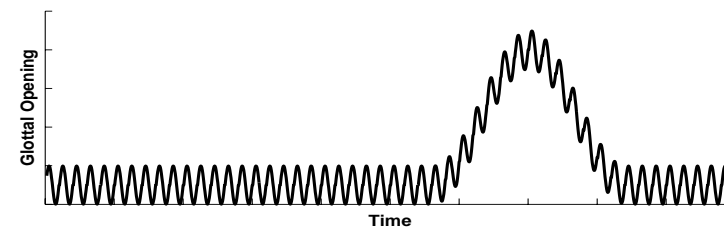
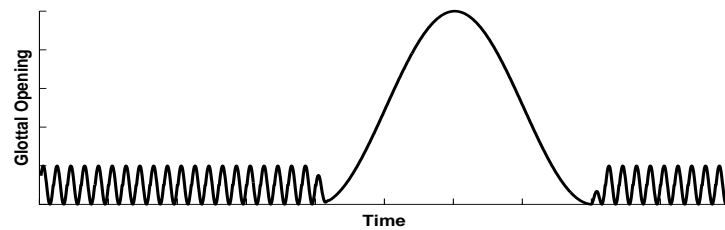
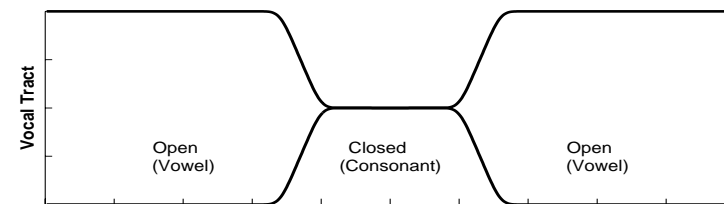
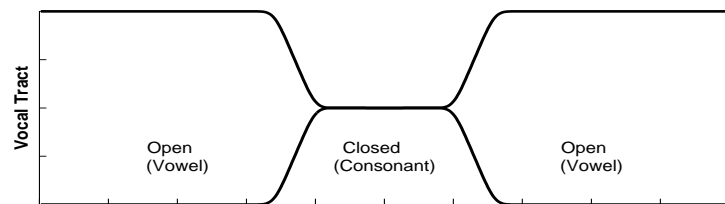
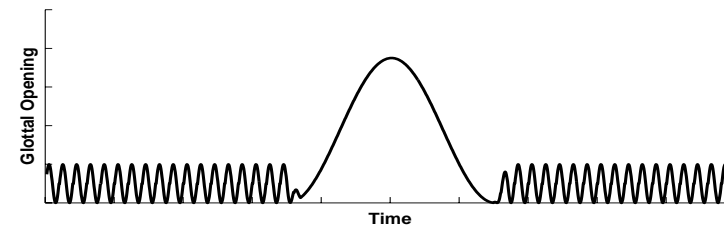
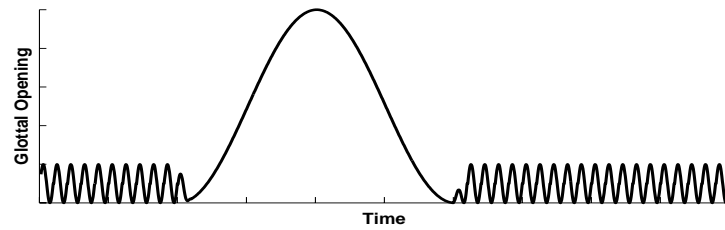
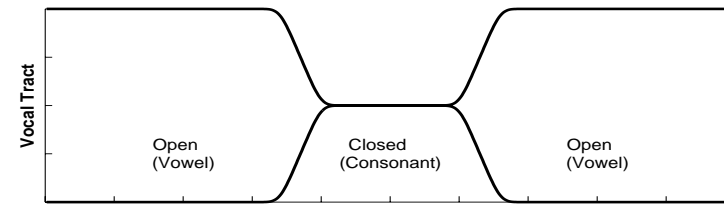
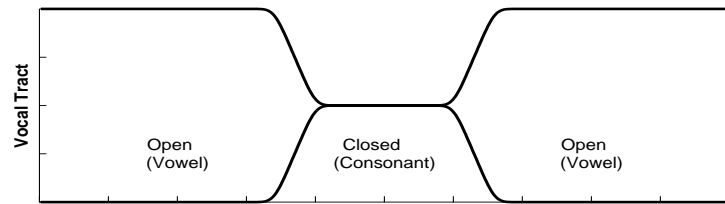
Koordinierung der laryngealen Artikulation mit der supraglottalen Artikulation.

Welche Möglichkeiten gibt es noch?

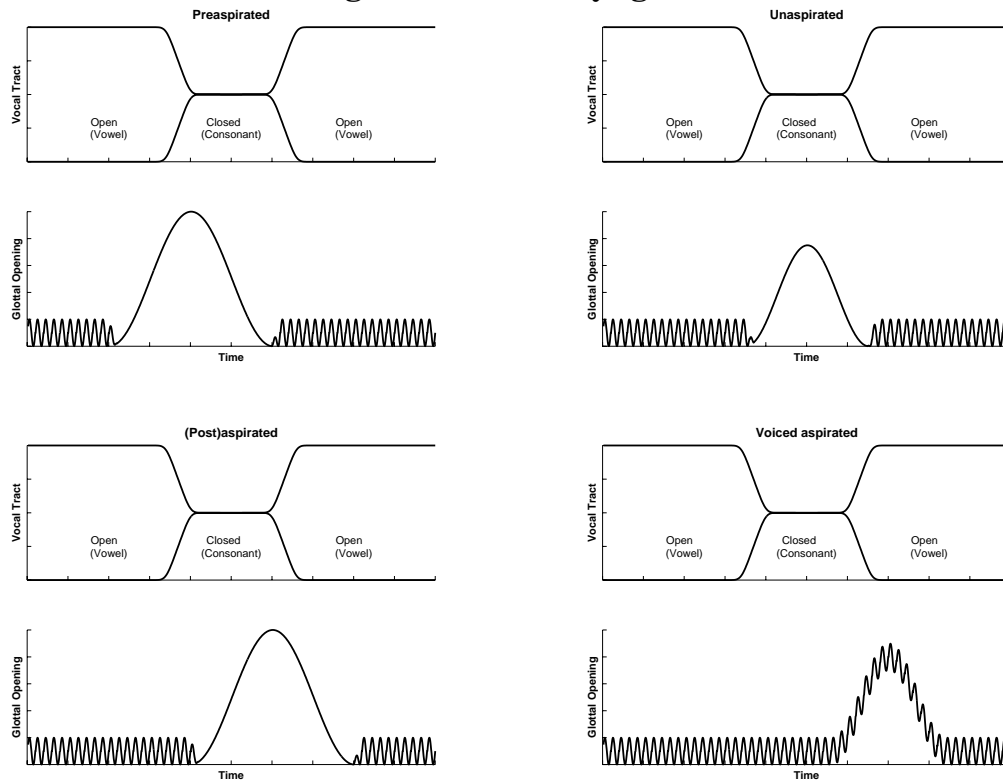
Wo es hinführt: Auch “Stimmqualität” (= Thema 2, Phonation) wird eine Rolle spielen



# Contrasting Patterns of Laryngeal-Oral coordination



## Contrasting Patterns of Laryngeal-Oral coordination



As the timing of the peak glottal opening relative to the vocal tract closure is varied the following categories are obtained (from early to late peak glottal opening):

1. Preaspirated, e.g Icelandic
2. Unaspirated, e.g French
3. (Post)aspirated, e.g German
4. Voiced aspirated, e.g Hindi (also referred to as “breathy” or “murmured”)

typically somewhat smaller in the unaspirated and voiced aspirated categories than in the other two categories.

The voiced aspirated example is shown with continuous voicing. However, interruptions of voicing also frequently occur.

# Sprachbeispiele

## 1. Präaspiration. **Isländisch**

(Präaspiration kommt auch in einigen gaelischen und schwedischen Dialekten vor)

Im Isländischen findet man

stimmlos (post)aspiriert,  
stimmlos präaspiriert und  
stimmlos nichtaspiriert.

## 2. Stimmhaft aspiriert. Hindi und Sindhi

Viele Sprecher!

Starke Verbreitung in den Sprachen des indischen Subkontinents

Als Beispiel für diese Sprachen: **Hindi**

Alle Möglichkeiten außer präaspiriert

## 2. Stimmhaft aspiriert. Hindi und Sindhi

Viele Sprecher!

Starke Verbreitung in den Sprachen des indischen Subkontinents

Als Beispiel für diese Sprachen: **Hindi**

Alle Möglichkeiten außer präaspiriert

***stimmlos nichtaspiriert,***

***stimmlos aspiriert,***

***stimmhaft aspiriert***

***stimmhaft***

Bei **Sindhi** kommen sogar ***Implosive*** als 5. Kategorie hinzu.

## **Stimmhaft aspiriert**

einerseits

gut definierte Möglichkeit der laryngealen-oralen Koordination

andererseits

mit dem VOT-Begriff nicht gut erfassbar

(Präaspiration eigentlich auch nicht)

## Stimmhaft aspiriert

einerseits

gut definierte Möglichkeit der laryngealen-oralen Koordination

andererseits

mit dem VOT-Begriff nicht gut erfassbar

(Präaspiration eigentlich auch nicht)

Entscheidend am Übergang von Konsonant zu Vokal:

vor allem das **“Wie”** und weniger das **“Wann”** der Phonation

→ **Stimmqualität** (Thema 2)

Merkmale für die Phonation am Anfang des Vokals:

sehr geringe Adduktion und mediale Kompression

### 3. Dreifacher Kontrast (1), **Thai**



### 3. Dreifacher Kontrast (1), **Thai**

Thai zeigt einen relativ klaren Kontrast von den drei bekannten Kategorien

***stimmhaft,***  
***stimmlos nichtaspiriert,***  
***stimmlos aspiriert.***

Thai als Gegenstück zum **Koreanischen**:

Auch 3 Kategorien

Aber Beschreibung der Kategorien problematischer

→ **Stimmqualität** (noch einmal)

## 4. Dreifacher Kontrast (2), **Koreanisch**

Typ 1. Stimmlos aspiriert

Typ 2. Stimmlos nichtaspiriert, lenis

Typ 3. Stimmlos nichtaspiriert, fortis

Der schwierige Fall: Typ 2 vs. Typ 3.

Beide nicht aspiriert (traditionelle Bezeichnung)

**fortis** vs. **lenis** = stark vs. schwach artikuliert

Typ 2 oft doch etwas stärker aspiriert

Aber nicht alle Unterschiede durch **Timing**unterschiede erklärbar

Besonders auffallend bei Typ 3: abrupter, kräftiger Stimmeinsatz

d.h. **Stimmqualität** spielt wieder eine Rolle.

Stimmbandspannung bei Typ 3 vermutlich höher.

## Zwischenbilanz

### Laryngeale Beteiligung an der Konsonantenartikulation

- Die Koordinationsmöglichkeiten zeigen wie wichtig präzises Timing für die gesprochene Sprache ist.
- In einigen Fällen ist aber nicht nur das **“Wann”** sondern auch das **“Wie”** der Stimmgebung von Bedeutung.

Zum Abschluß der folgenden Abschnitte zur Phonation werden wir versuchen, den speziellen Fall der koreanischen Typ-3-Konsonanten etwas präziser zu beschreiben.

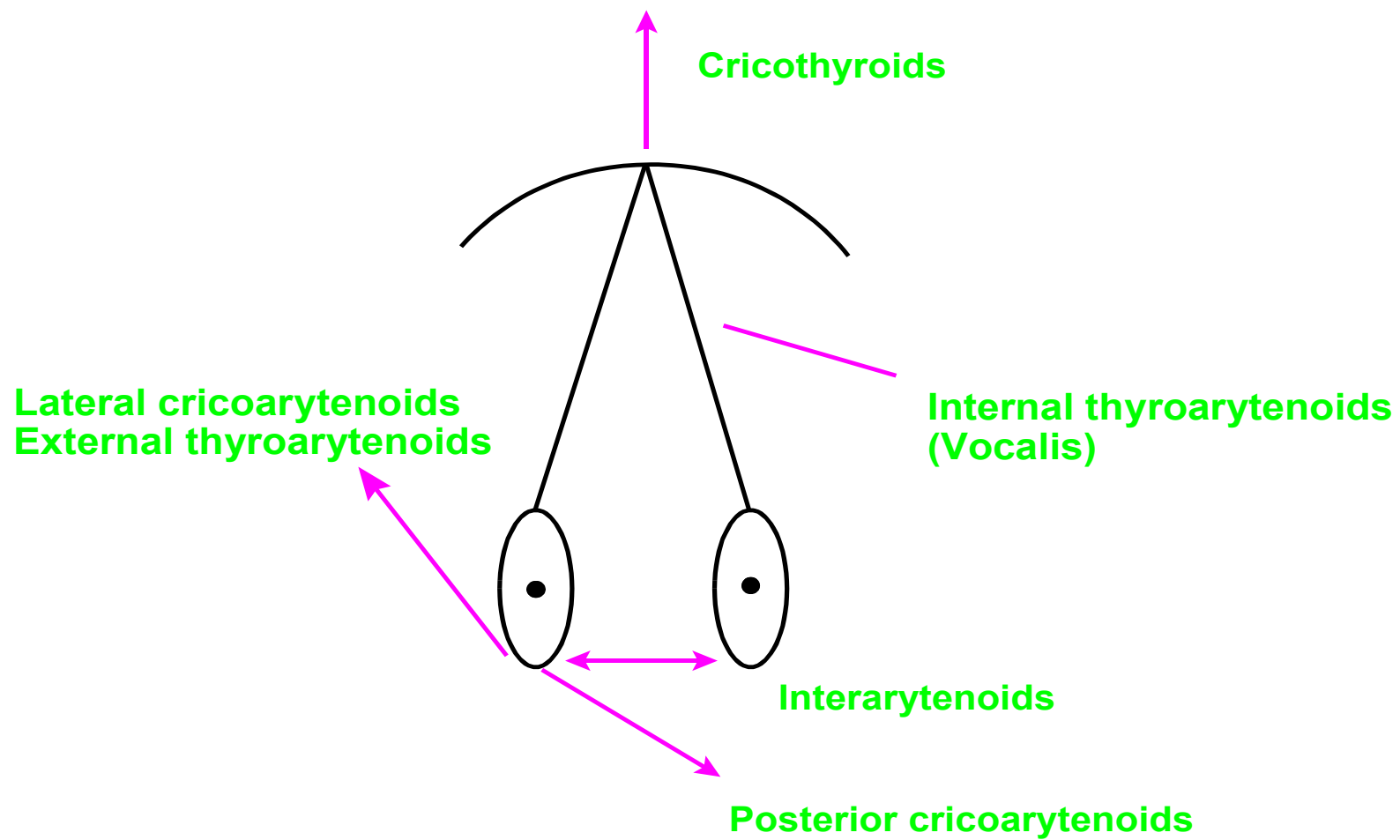
## 2. Phonation

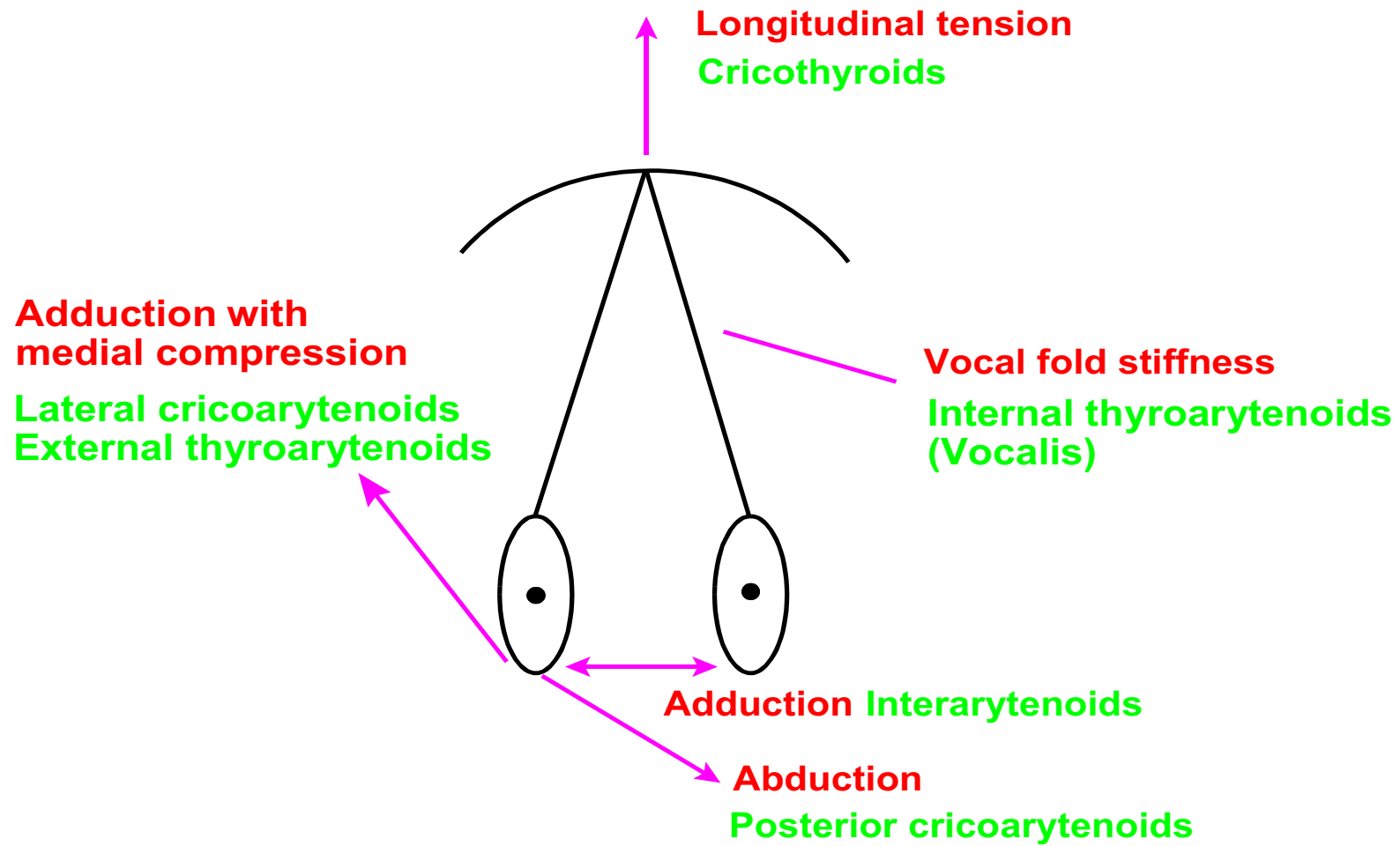
### Übersicht Laryngeale Kräfte

## 2. Phonation

### Übersicht Laryngeale Kräfte

1. Abduktion
2. Adduktion
3. Adduktion mit medialer Kompression
4. Longitudinale Spannung
5. Interne Spannung der Stimmbänder







## Anmerkungen

- (1) Das Wechselspiel **Abduktion-Adduktion**:  
für die stimmlosen Laute (Thema 1) entscheidend

## Anmerkungen

- (1) Das Wechselspiel **Abduktion-Adduktion**:  
für die stimmlosen Laute (Thema 1) entscheidend
  
- (2) Die Unterscheidung “**Adduktion**” und “**Adduktion mit medialer Kompression**”:  
vorderer und hinterer Teil der Glottis relativ unabhängig  
voneinander

## Anmerkungen

- (1) Das Wechselspiel **Abduktion-Adduktion**:  
für die stimmlosen Laute (Thema 1) entscheidend
- (2) Die Unterscheidung “**Adduktion**” und “**Adduktion mit medialer Kompression**”:  
vorderer und hinterer Teil der Glottis relativ unabhängig voneinander
- (3) Nachteil dieses Schemas (Sicht von oben):  
Auswirkungen des Wechselspiels zwischen der **longitudinalen Spannung** (**Cricothyroideus**) und der **internen Spannungsregelung** der Stimmbänder (**Thyroarytenoideus**) nicht gut erfaßt.

## ***Cricothyroid vs. Thyroarytenoid***

### Schritt 1

Wir führen ein zweites Begriffspaar ein:

### ***Cover vs. Body***

### Schritt 2

Wir machen einen Umweg über

### ***Kontrolle der Grundfrequenz***

### Schritt 3

Und kehren schließlich zur

### ***Kontrolle der Stimmqualität***

zurück.

# Das Cover-Body Modell

(nach Hirano; Abb. aus Titze, 1994)

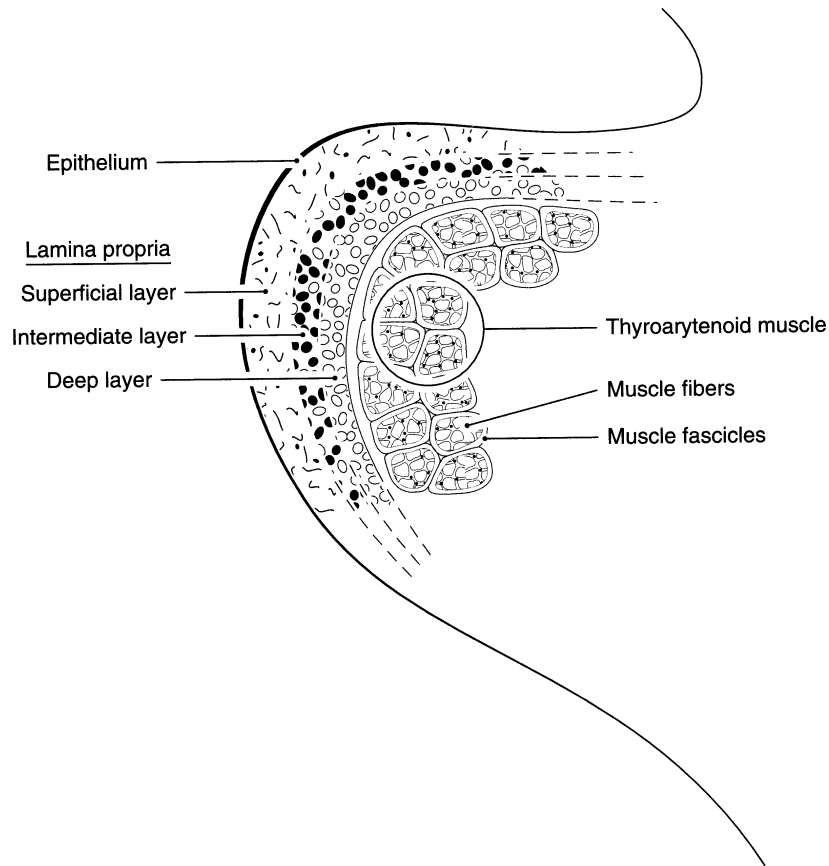


FIGURE 1.13. Schematic of a coronal section through the right vocal fold, showing tissue layers.

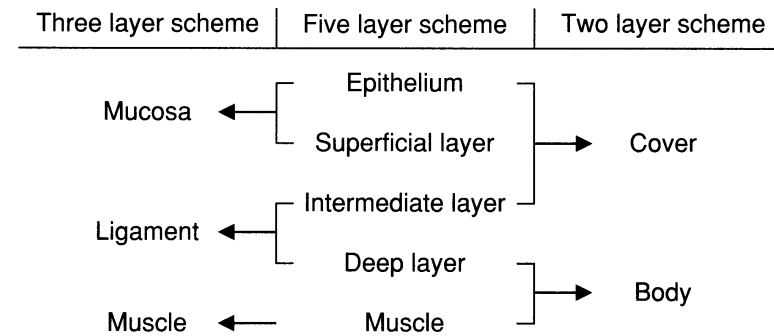
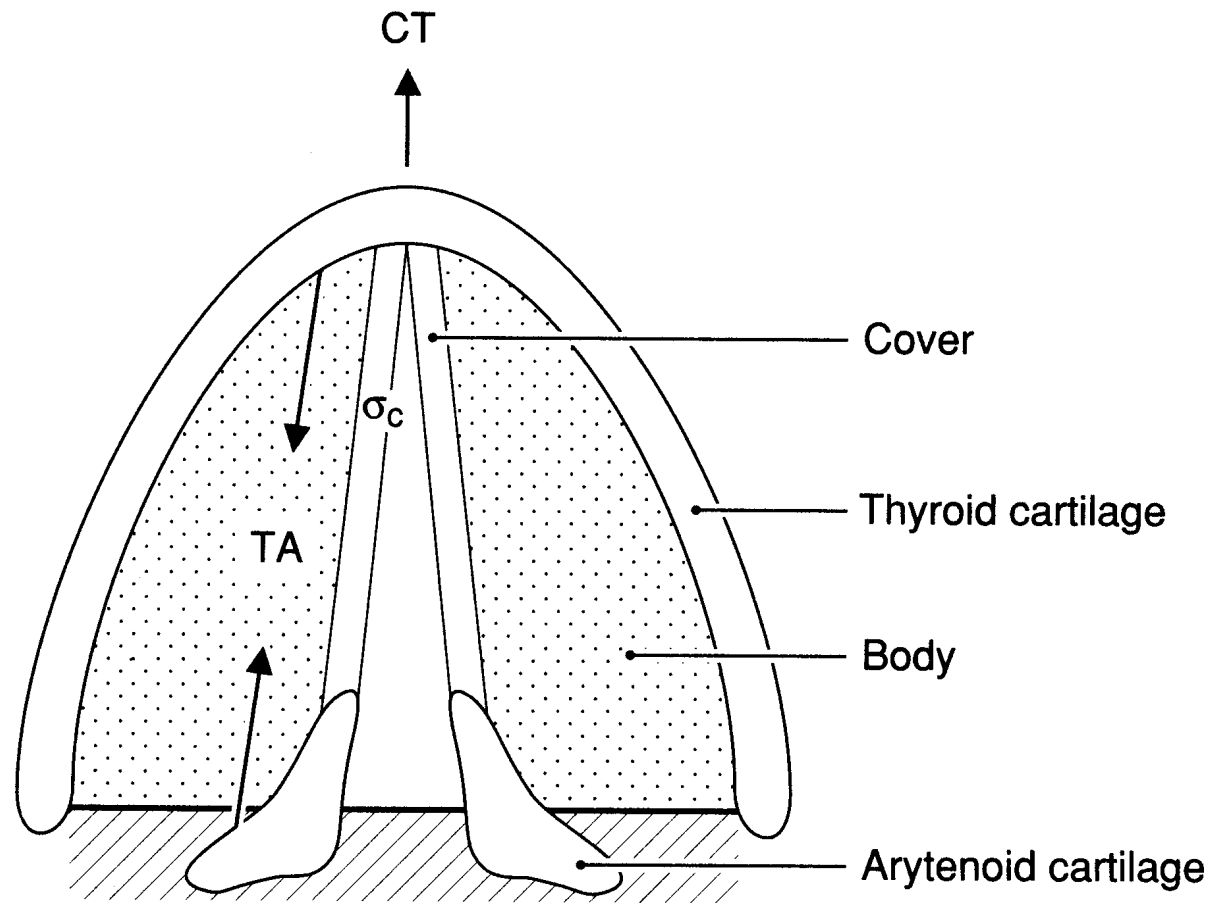
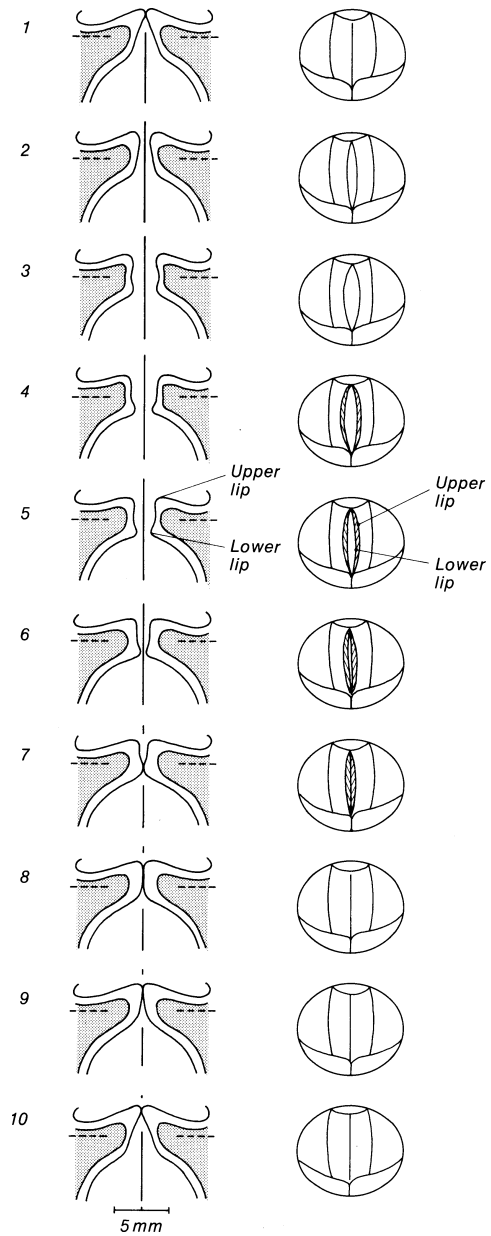


FIGURE 1.14. Three different schemes used for labeling the layered structure of the vocal folds.



# Kontrolle der Grundfrequenz

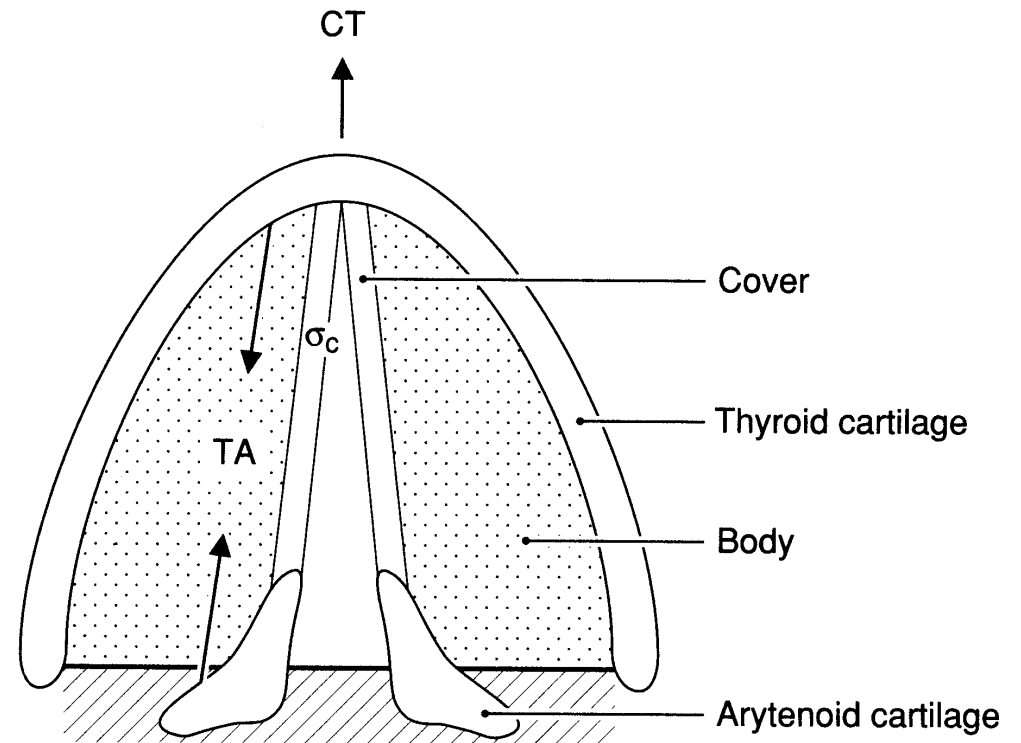
Auswirkung der Muskelaktivität für zwei verschiedene Fälle:

## Fall 1

Nur “cover” schwingt  
(wann könnte das vorkommen?)

## Fall 2

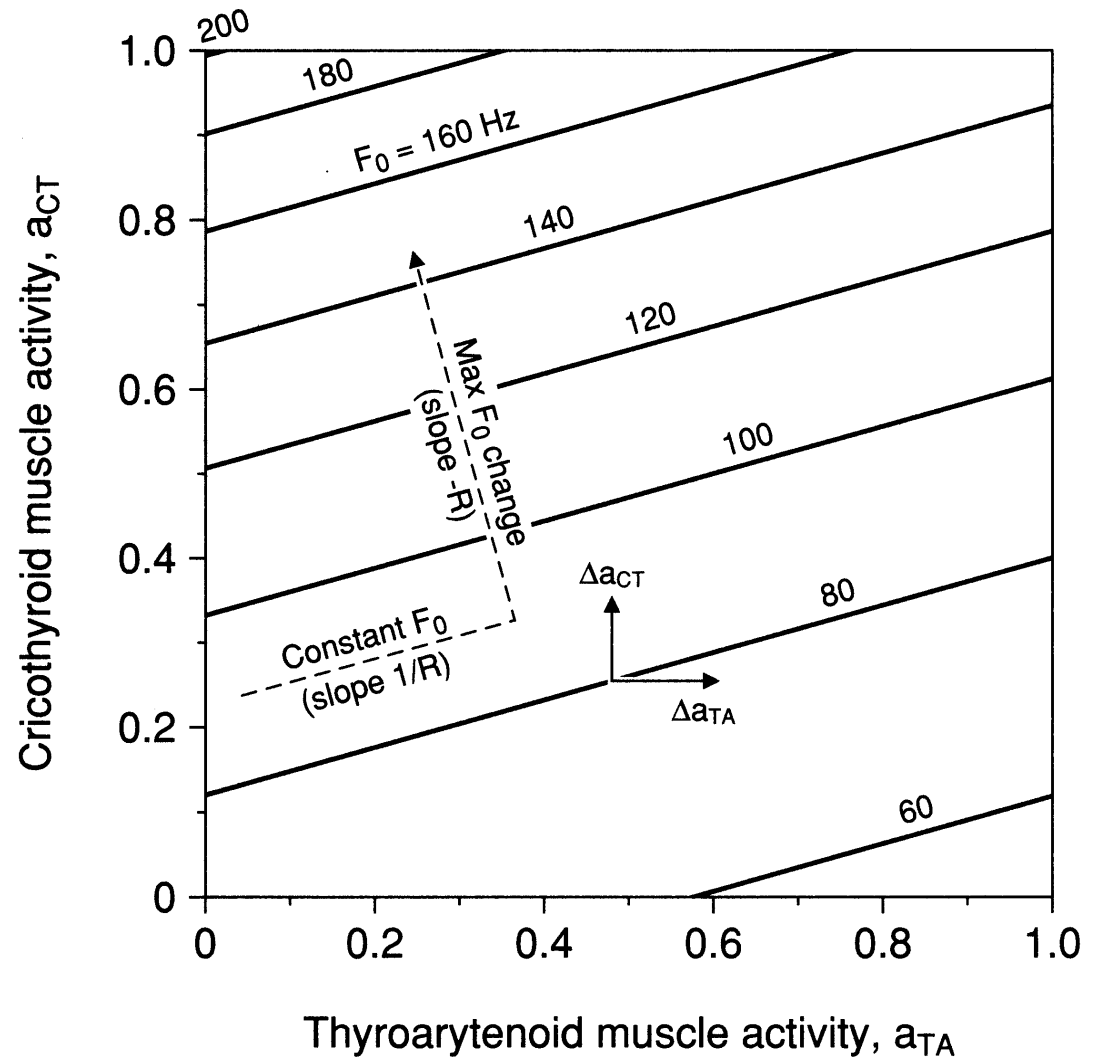
“cover” und “body” schwingen



## Fall 1: Nur "Cover"

Zusammenhang zwischen Grundfrequenz ( $F_0$ ) und Aktivität des Thyroarytenoid und des Cricothyroid (Titze, Abb. 8.7).

Wie kommt man am effektivsten von einer niedrigeren zu einer höheren Grundfrequenz?



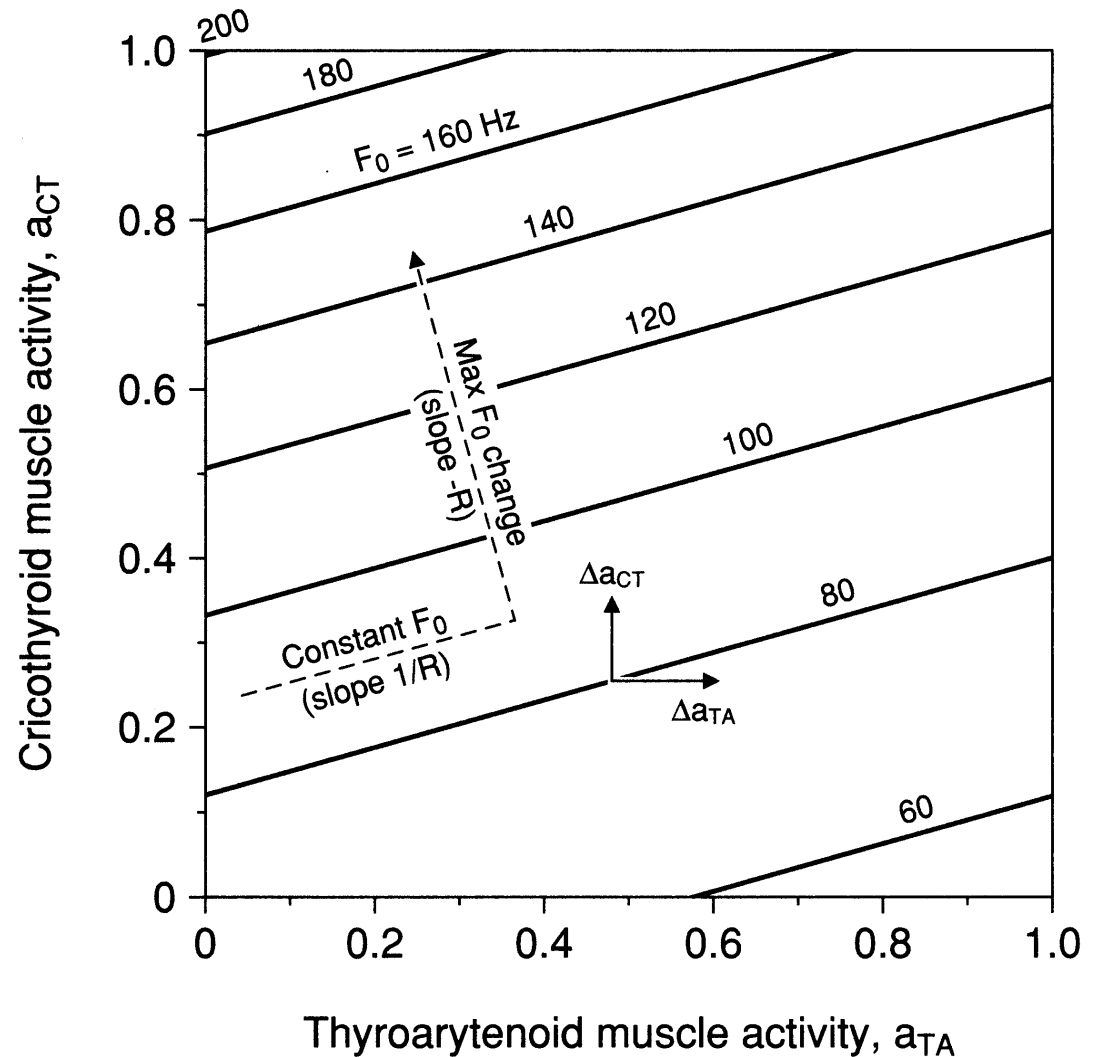


## Fall 1: Nur "Cover"

Zusammenhang zwischen Grundfrequenz ( $F_0$ ) und Aktivität des Thyroarytenoid und des Cricothyroid (Titze, Abb. 8.7).

Wie kommt man am effektivsten von einer niedrigeren zu einer höheren Grundfrequenz?

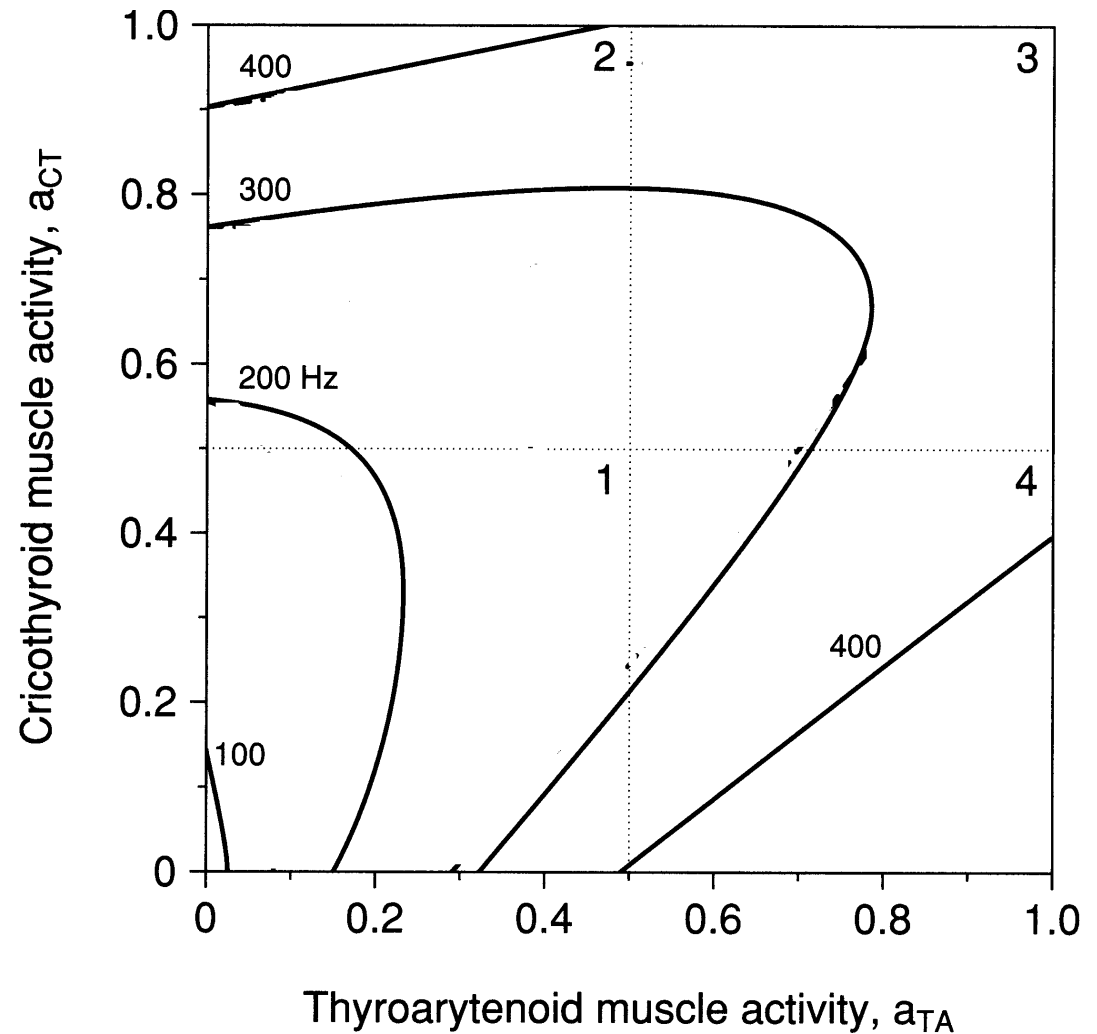
CT-Aktivität verstärken  
TA-Aktivität abschwächen



## Fall 2: “Cover” und “Body”

Viel komplizierter:  
unterschiedliches Bild, je nach  
Quadrant.

Quadrant 1 (und 4):  
Auswirkung einer Erhöhung  
der TA-Aktivität?

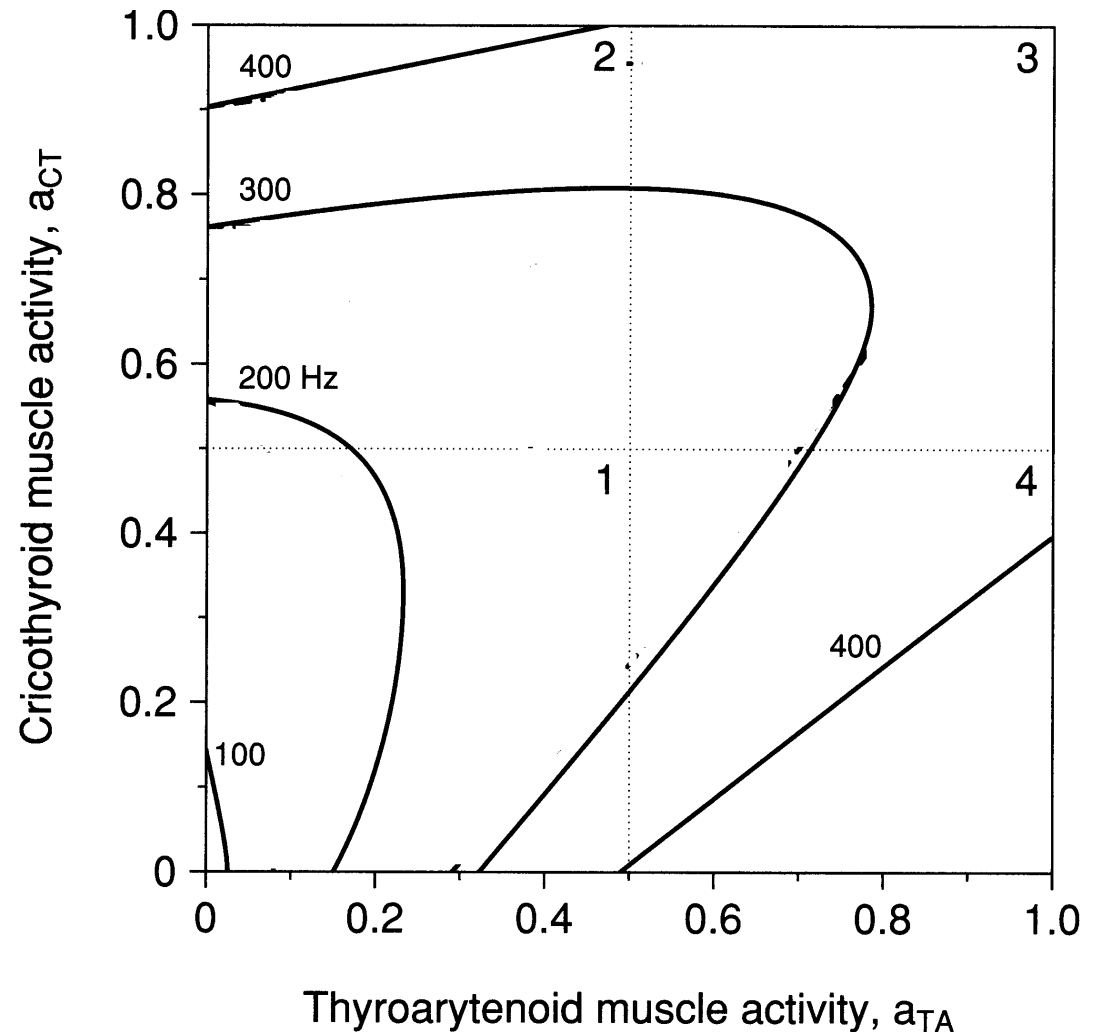


## Fall 2: “Cover” und “Body”

Viel komplizierter:  
unterschiedliches Bild, je nach  
Quadrant.

Quadrant 1 (und 4):  
Auswirkung einer Erhöhung  
der TA-Aktivität?  
**Erhöhung** der  
Grundfrequenz.

Quadrant 2:

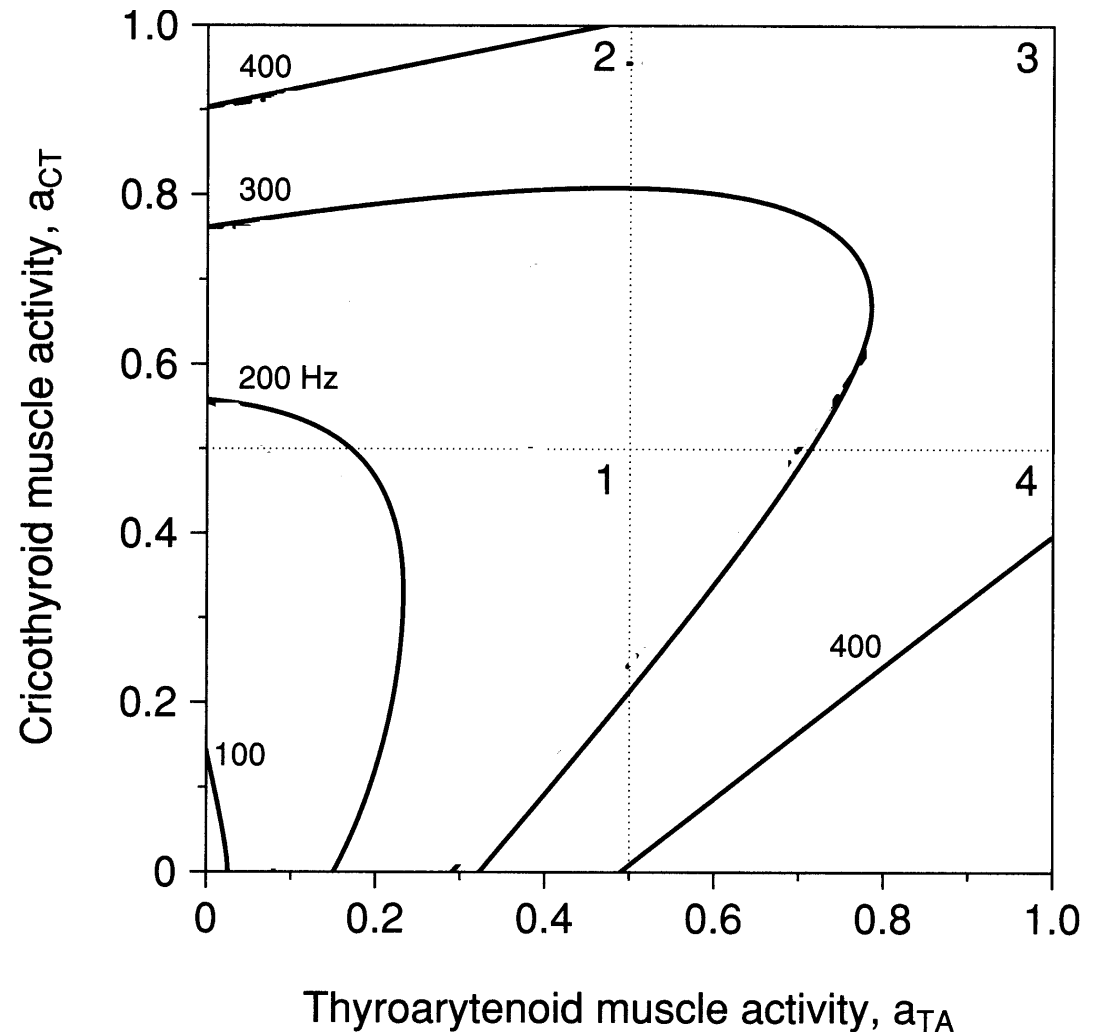


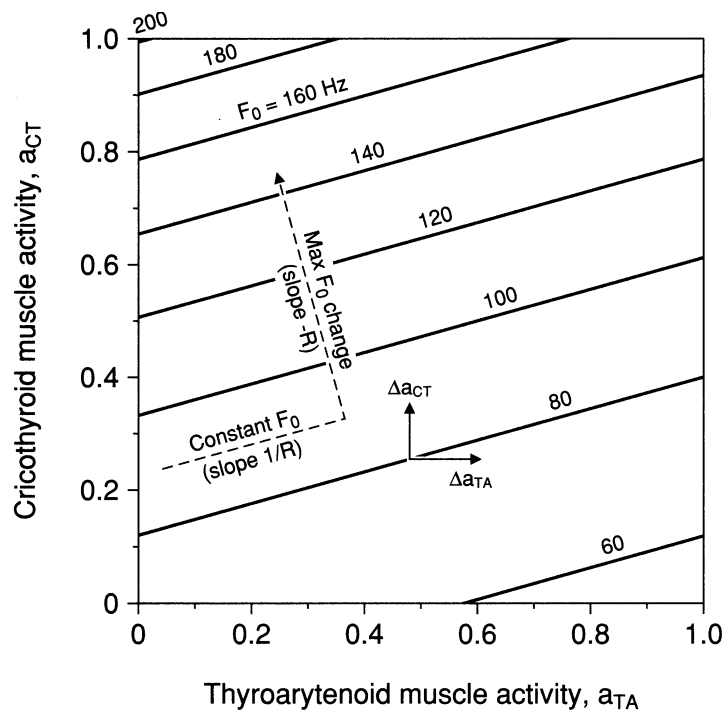
## Fall 2: “Cover” und “Body”

Viel komplizierter:  
unterschiedliches Bild, je nach  
Quadrant.

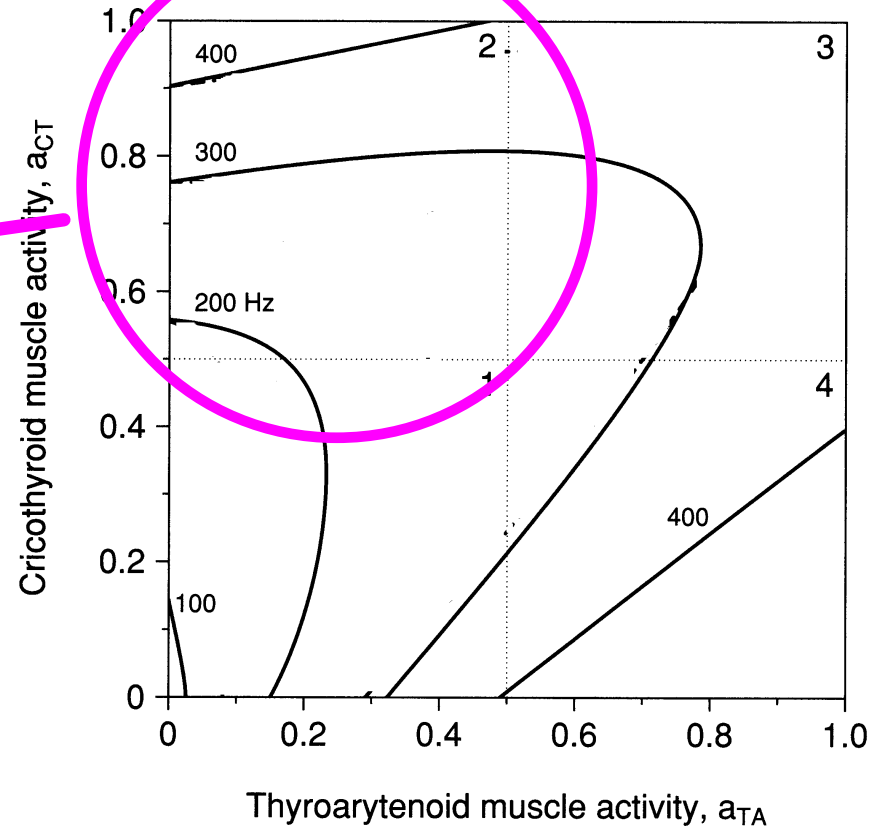
Quadrant 1 (und 4):  
Auswirkung einer Erhöhung  
der TA-Aktivität?  
**Erhöhung** der  
Grundfrequenz.

Quadrant 2:  
Ähnlicher Verlauf wie beim  
einfacheren Cover-Modell.





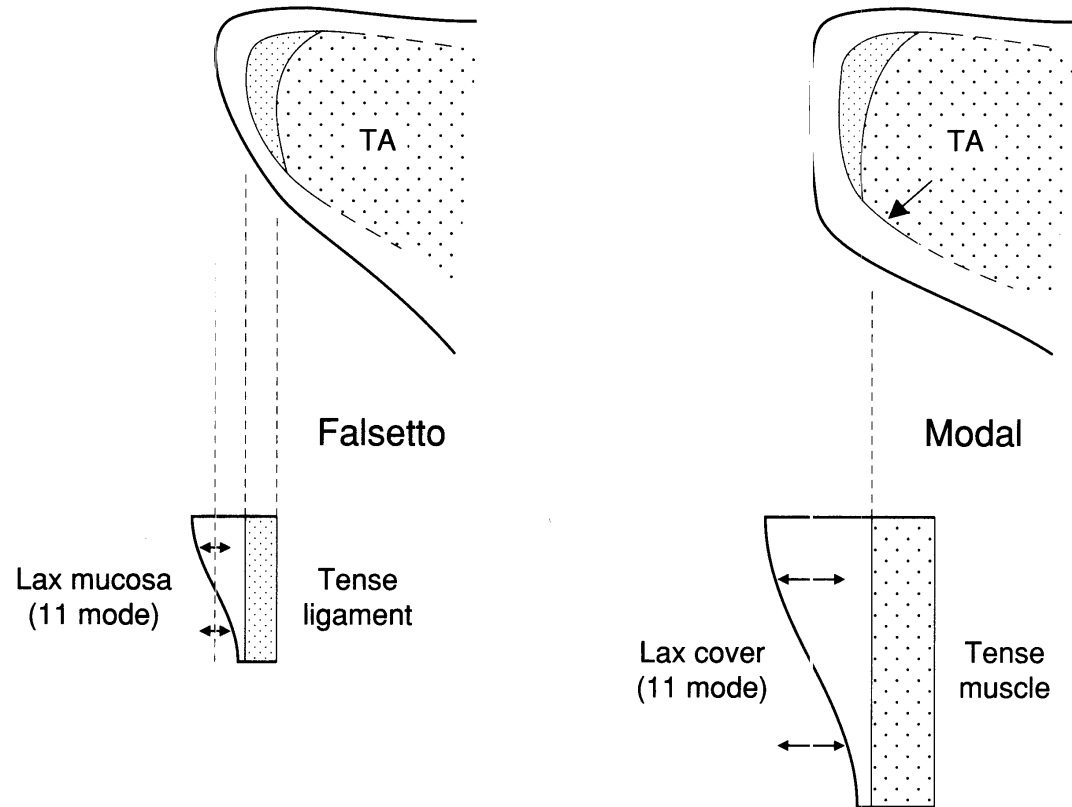
Cover-only model



Cover-body model

# Was hat das Ganze mit Stimmqualität zu tun?

Das fehlende Element: Die Beziehung zwischen Muskelaktivität und der **Form** der Stimmbänder.



## Was hat das Ganze mit Stimmqualität zu tun?

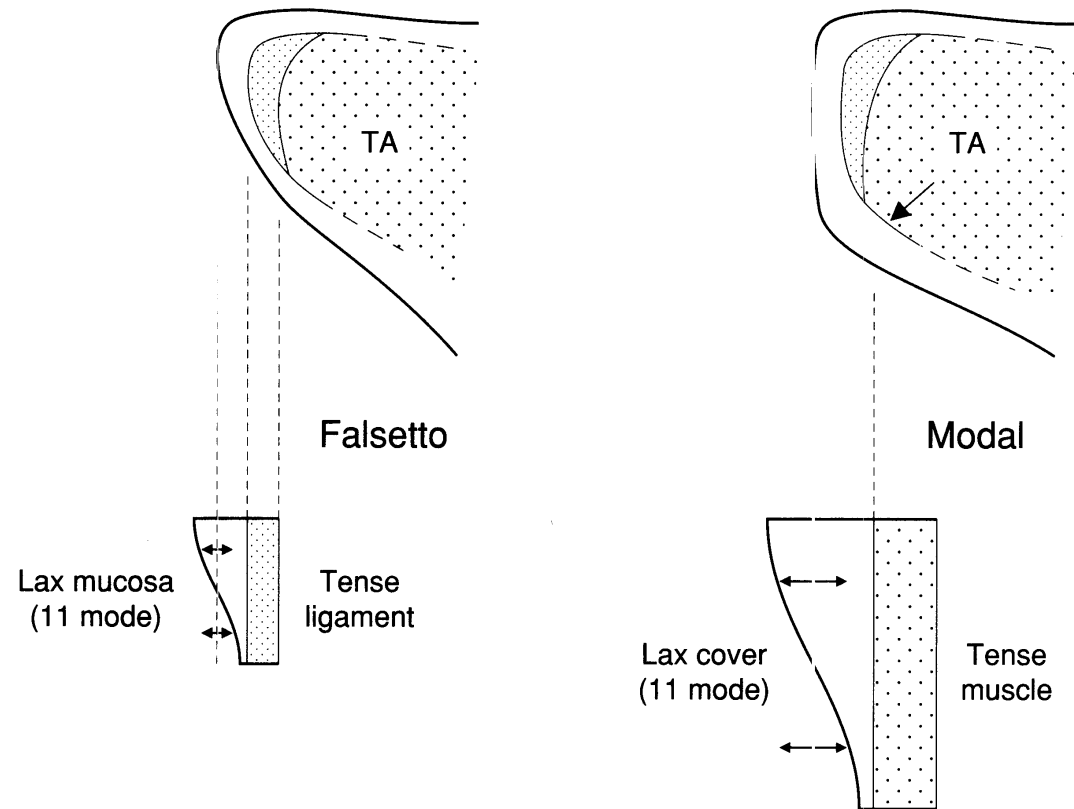
Das fehlende Element: Die Beziehung zwischen Muskelaktivität und der **Form** der Stimmbänder.

Hohe CT-Aktivität und niedrige TA-Aktivität

→ **Falsetto** (linkes Bild).

= Quadrant 2 im Cover-Body-Modell

= Einfaches Cover-Modell.



Nur der dünne äußere Rand schwingt; die Kontaktfläche zwischen den Stimmbändern beim Schließen ist klein.

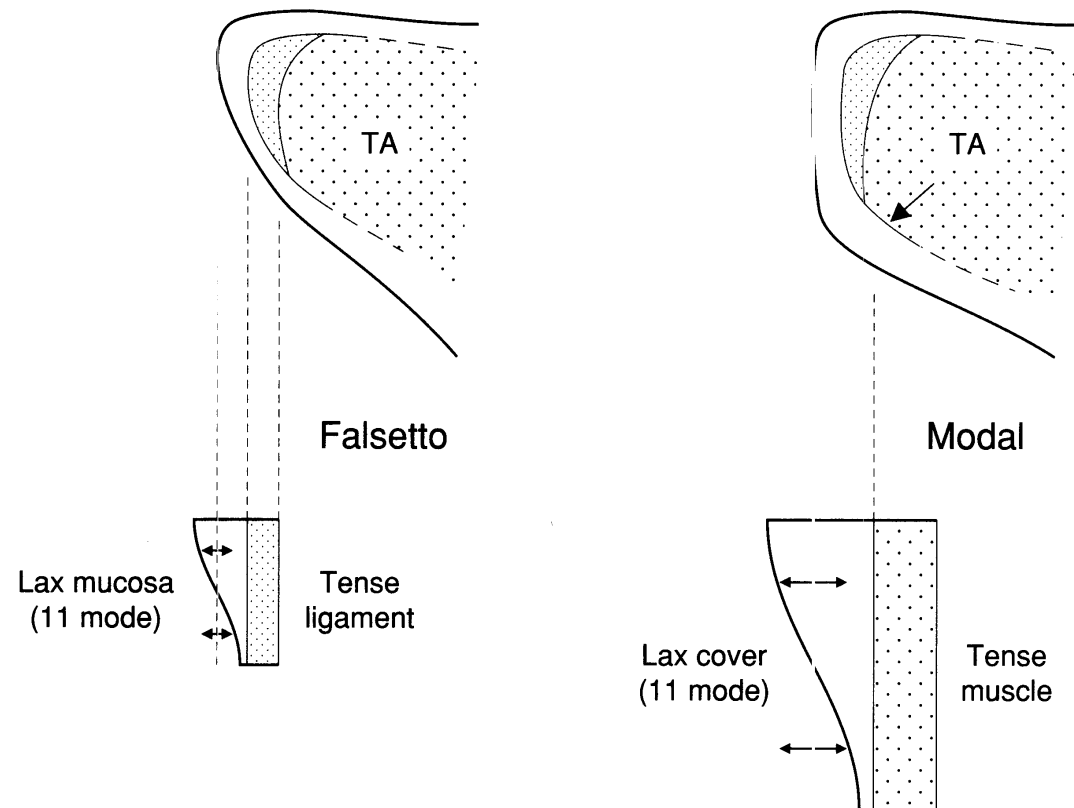
## Was hat das Ganze mit Stimmqualität zu tun?

Das fehlende Element: Die Beziehung zwischen Muskelaktivität und der **Form** der Stimmbänder.

Mittlere CT-Aktivität und mittlere TA-Aktivität  
→ **Modal** (rechtes Bild).

Durch Aktivierung des Thyroarytenoideus:

- Große Kontaktfläche beim Schließen
  - Beteiligung von Cover und Body am Schwingungsvorgang.
- = Das typische Bild der normalen Phonation.





Sprechen v.a. im Bereich von Quadrant 1 im Cover-Body-Modell.

Typisches Muster zur Erhöhung der Grundfrequenz:

Erhöhte Aktivität von Thyroarytenoid **und** Cricothyroid  
(Von Quadrant 1 Richtung Quadrant 3).

Warum nicht von Quadrant 1 Richtung Quadrant 4?

Der Thyroarytenoid unterstützt die Adduktion der Stimmbänder.

Eine einseitige starke Zunahme der TA-Aktivität (Quadrant 4) würde zwar die Grundfrequenz erhöhen, aber auch zu einer zunehmend gepressten **Stimmqualität** führen.

Sprechen v.a. im Bereich von Quadrant 1 im Cover-Body-Modell.

Typisches Muster zur Erhöhung der Grundfrequenz:

Erhöhte Aktivität von Thyroarytenoid **und** Cricothyroid  
(Von Quadrant 1 Richtung Quadrant 3).

Warum nicht von Quadrant 1 Richtung Quadrant 4?

Der Thyroarytenoid unterstützt die Adduktion der Stimmbänder.

Eine einseitige starke Zunahme der TA-Aktivität (Quadrant 4) würde zwar die Grundfrequenz erhöhen, aber auch zu einer zunehmend gepressten **Stimmqualität** führen.

“Richtig dosiert” → Typ 3 (fortis) - Konsonanten des Koreanischen

Damit schließt sich der Kreis.

Wie viele Stimmqualitäten lassen sich unterscheiden?

Demo Laver, "The phonetic description of voice quality"

Welche der vielen möglichen Stimmqualitäten sind sprachlich relevant?

Modal Voice plus zwei weitere Grundtypen auf der Konstriktionsachse:

1. **Breathy Voice**

Schwächere Konstriktion = geringere Adduktionskräfte

2. **Creaky Voice**

Stärkere Konstriktion = stärkere Adduktionskräfte

Sehr niedrige longitudinale Spannung:

Stimmbänder sind sehr kurz und dick  
schwingen nur im vorderen Teil.

## Creaky Voice - Weitere Merkmale

ev. Beteiligung der Taschenfalten  
(wegen der starken medialen Kompression).

Oft sehr unregelmäßiger Schwingungsablauf  
(z.B. alternierende "starke" und "schwache" Schwingungen)

Bei starker Adduktion ist der Übergang zu Glottal Stop fließend

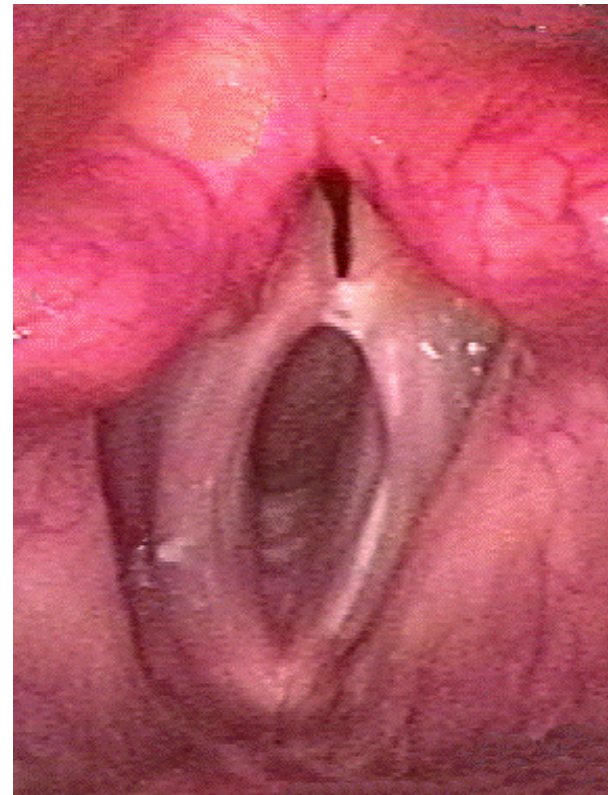
Oft unter dem Begriff "Laryngalisierung" zu finden

Die koreanischen Fortis-Plosiven:  
erhöhte Spannung im Thyroarytenoid  
→ "Vorstufe" zu Creaky Voice

creaky voice



breathy voice



Viele Sprachen verwenden zwei dieser Stimmqualitäten.

Aber fast keine Sprachen verwenden mehr als zwei.

**Gujarati:** Breathy Voice, aber auch stimmhaft aspirierte Plosive

**Mpi:** Creaky Voice

**Hausa, Dänisch:** Demo “Laryngealization”

**Jalapa Mazatec:** Möglicher Fall von Breathy und Creaky Voice zusätzlich zu Modal Voice

**Xoo:** Sehr klares Beispiel für Breathy Voice.

### 3. Messung der Phonation

#### Example: *Open Quotient*

useful and quite easy to measure

#### Definition:

Duration of open phase  
divided by

Duration of complete glottal cycle

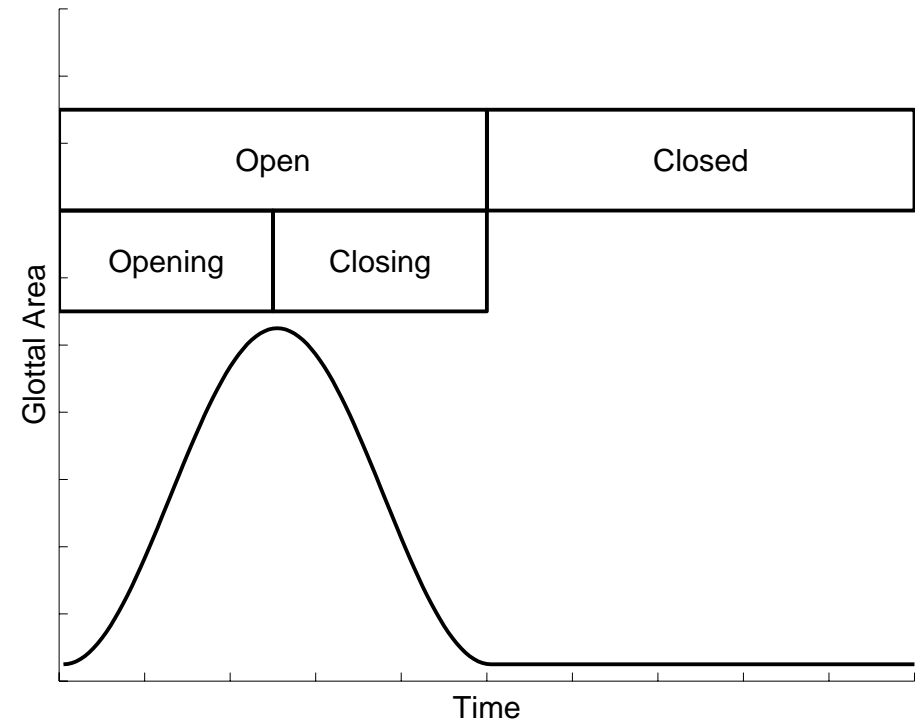
Typically 40-50% for normal voice

Decreases for loud voice

Decreases a lot for creak

Increases for falsetto

Increases for breathy voice (may reach 100%, i.e. no closed phase)



*Glottal area as a function of time for one vibratory cycle of the glottis*



Another important parameter: Relative speed of the closing phase.

Abrupt closure of the glottis “chops up” the air-stream into a series of sharp impulses

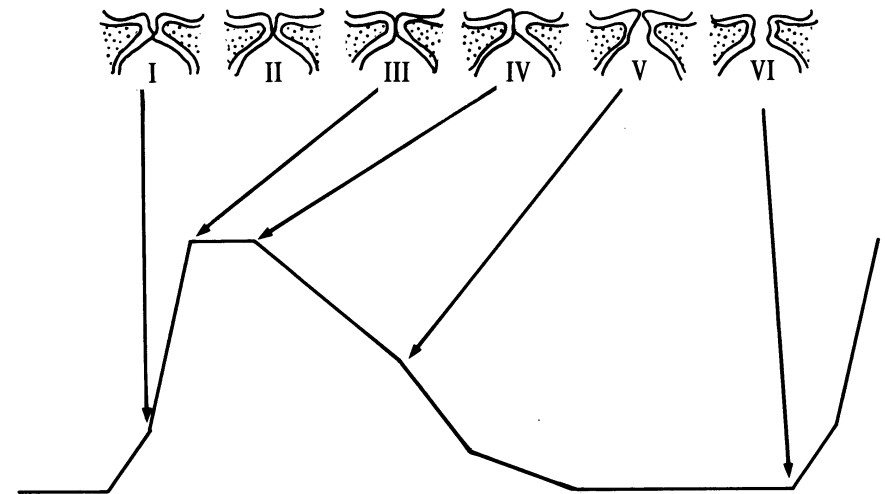
→ higher harmonics well-defined

# Prinzip der Elektroglossographie (Laryngograph™)

Signal roughly proportional to vocal  
fold contact area:

high amplitude when glottis is  
closed

low amplitude when glottis is  
open.

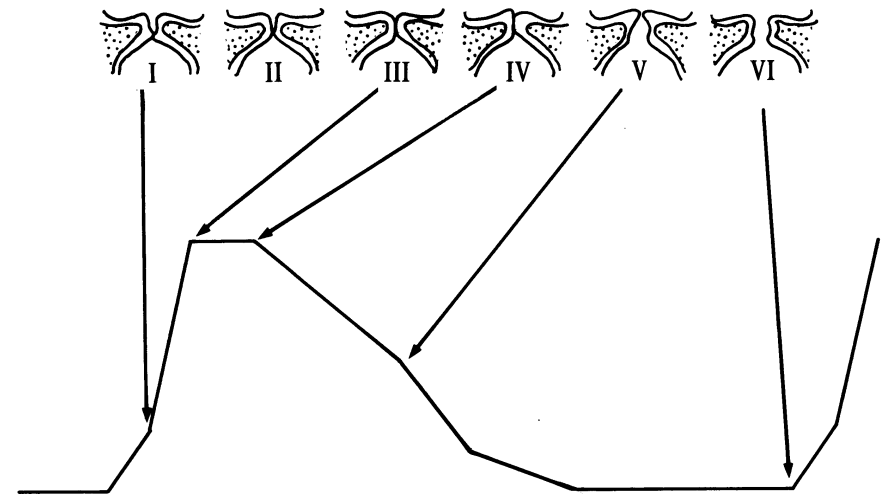


# Prinzip der Elektroglossographie (Laryngograph™)

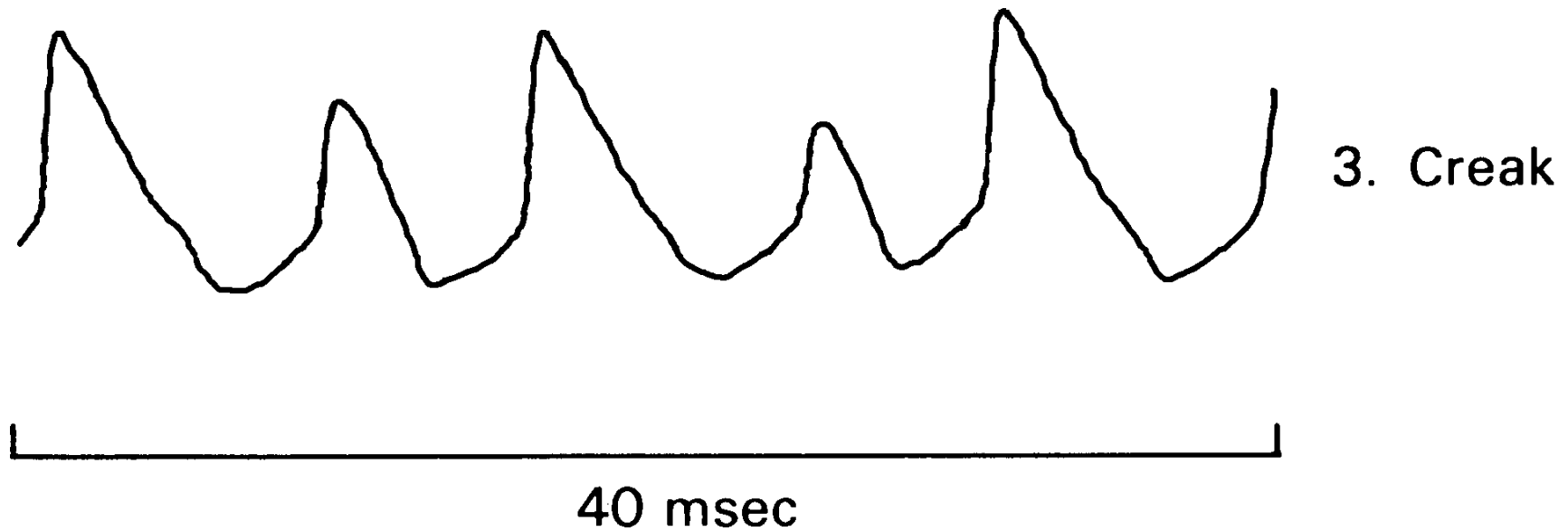
Signal roughly proportional to vocal  
fold contact area:

high amplitude when glottis is  
closed

low amplitude when glottis is  
open.



Steeper slope between points I and III (closure)  
than between points IV and V (opening).  
This is typical of normal voice.



Beispiel eines Elektrolottograms bei Creaky Voice (aus Laver, 1980), mit der charakteristischen Alternation einer stärkeren und einer schwächeren Schwingungskomponente (s.a Titze, 1994, S. 258).

## Musik:

## Nachtrag zum Koreanischen

Meßbare Konsequenzen der erhöhten Aktivität des Thyroarytenoid bei Typ 3 (Fortis):

**Öffnungsquotient niedriger** bei Phonationsbeginn nach Fortis als nach Typ 2 (Lenis).

**Grundfrequenz höher** bei Fortis als bei Lenis.