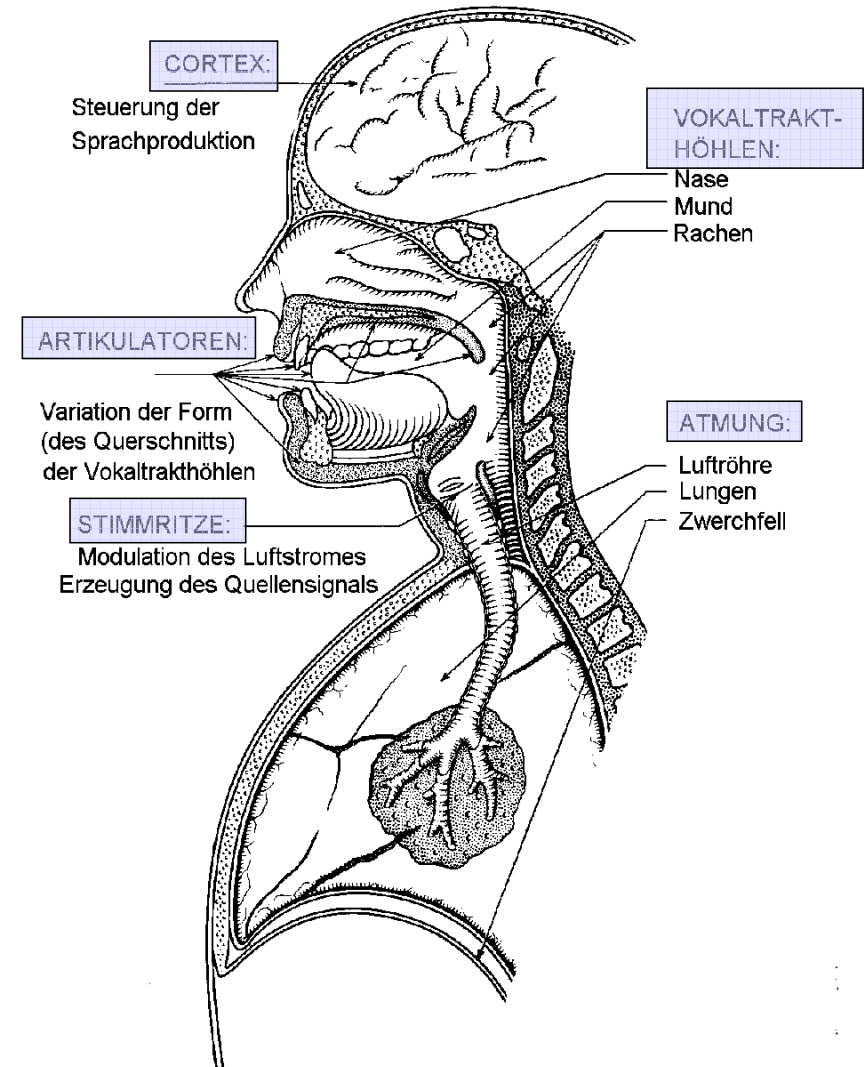
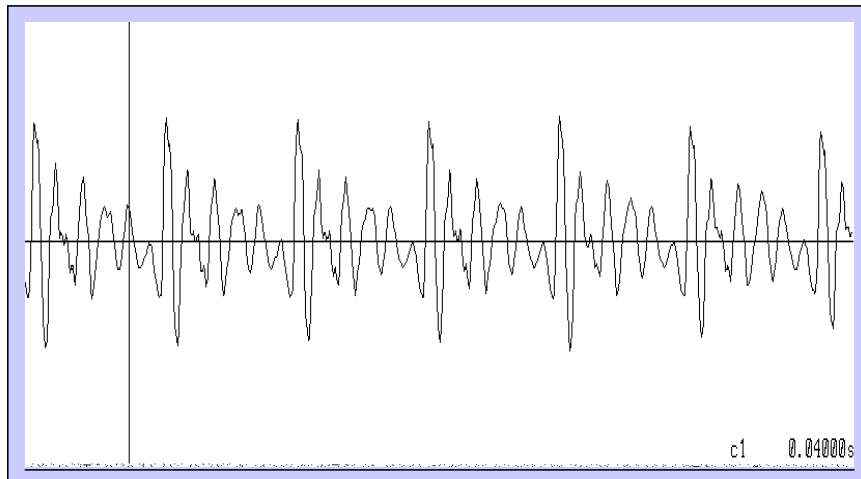




# AKUSTISCHE PHONETIK

# Womit spricht der Mensch?

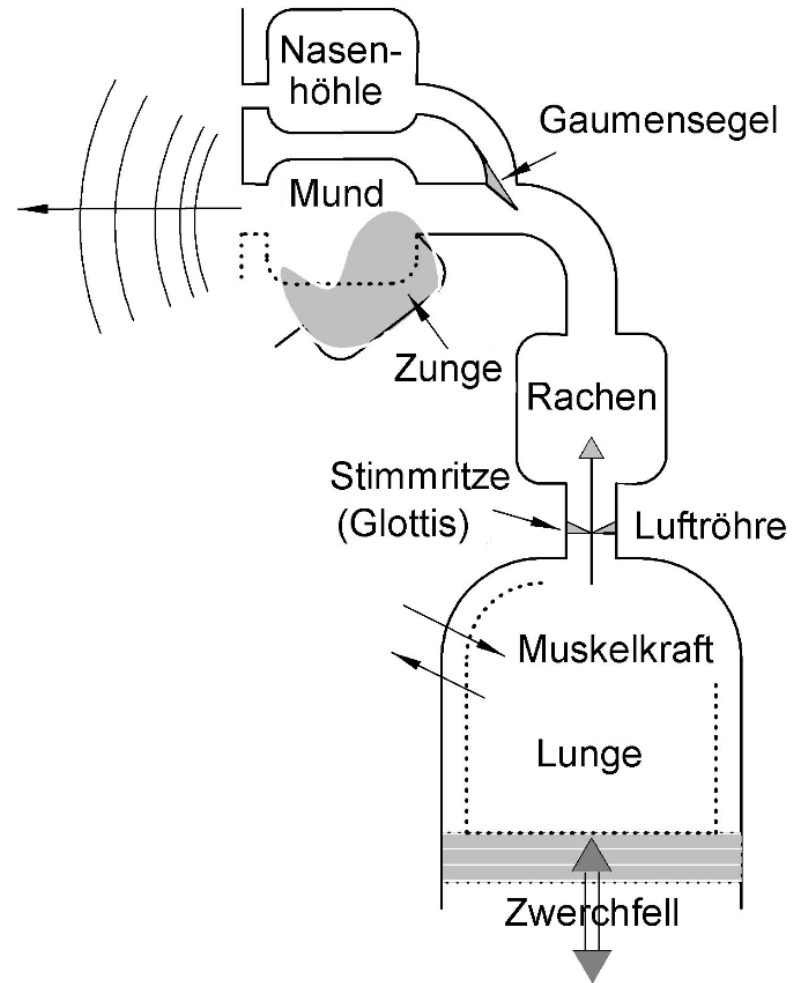
## Das akustische Modell der Sprachproduktion



# Akustisches Modell der Sprachproduktion

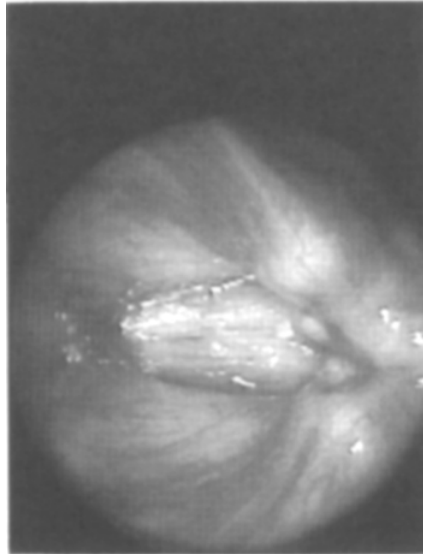
Die menschliche Stimme bezieht ihre Energie aus der Lunge. Zum Sprechen benötigen wir im Vergleich zur Atmung sehr wenig Luftdruck. Deshalb kann mit einem Atemzug relativ lang gesprochen werden.

Die Glottis (Öffnung zwischen den Stimmlippen) bestimmt die Tonhöhe und die Lautstärke des Quellenklanges der stimmhaften Laute.

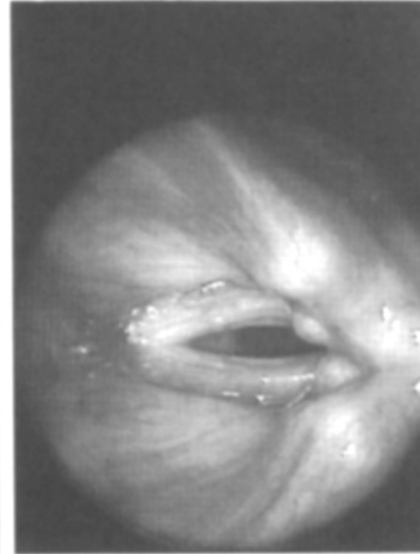


## Glottis (Stimmritze)

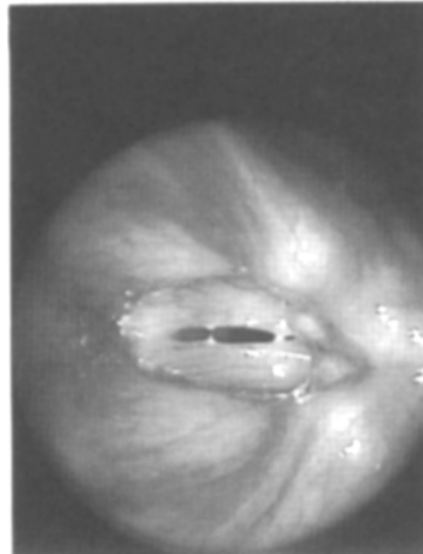
Glottis geschlossen



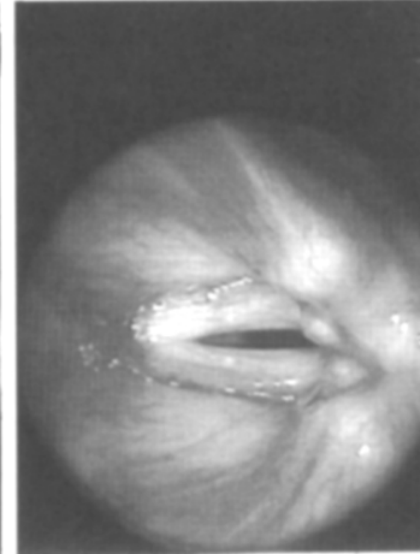
Glottis: stimmlose Konfiguration



Glottis: Flüstern



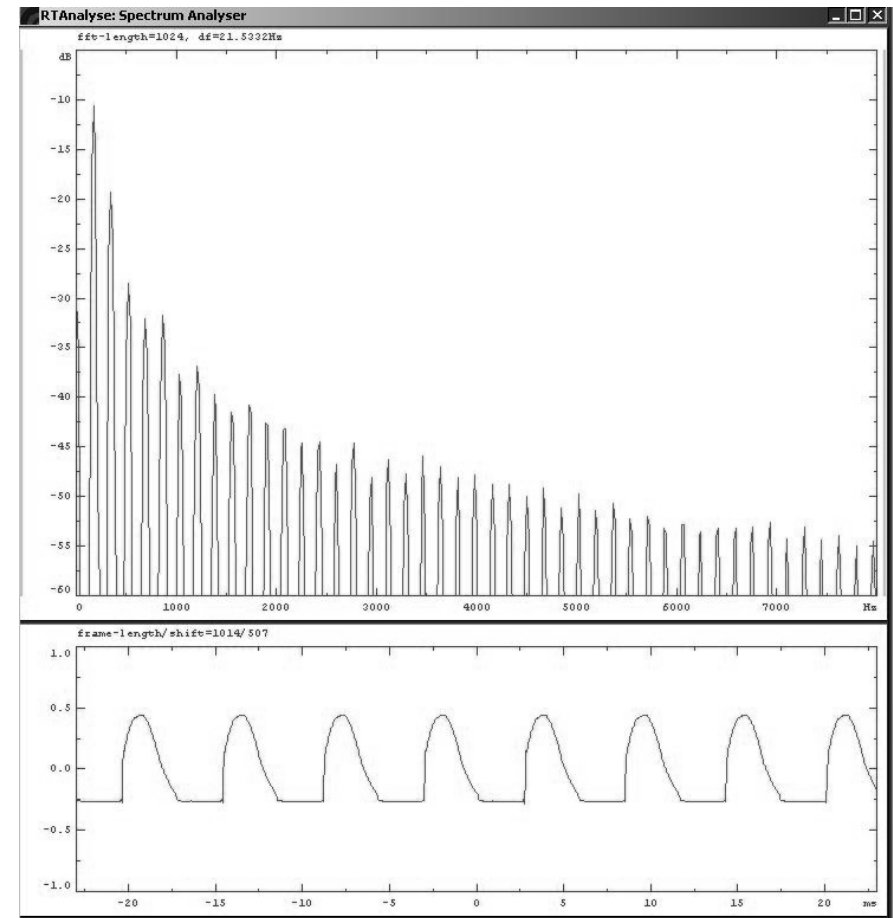
Glottis: stimmhafte Konfiguration



# Das Quellenspektrum

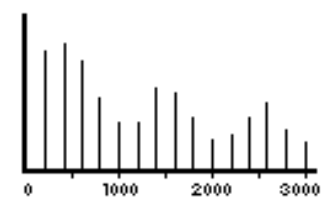
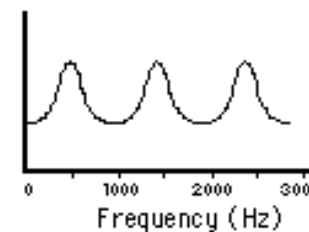
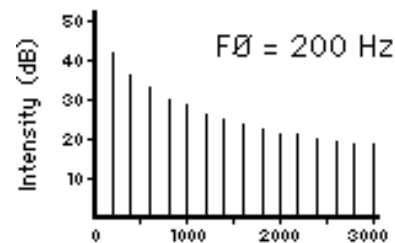
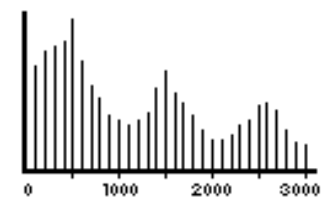
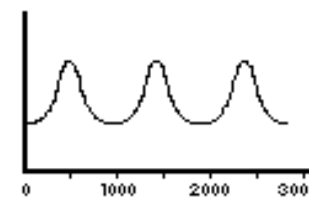
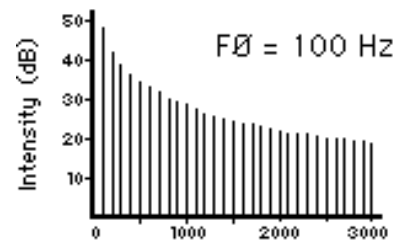
An der Glottis (Stimmritze) entsteht durch Öffnen und Schließen der Stimmlippen der „Quellenklang“. Die Wellenform der Glottispulse ist annähernd dreieckförmig, das „Quellenspektrum“ ist harmonisch und obertonreich.

Die Grafik zeigt im unteren Teil die Wellenform, im Fenster darüber das dazugehörige Amplitudenspektrum.



# Quelle-Filter-Theorie (Fant 1970)

Quelle (Glottis) und Filter (Vokaltrakt) sind im Wesentlichen unabhängig voneinander: die Filterung des Quellspektrums geschieht unabhängig von der Höhe des Grundtons bzw. der Grundfrequenz - ist jedoch abhängig von der Länge und Beschaffenheit des Vokaltraktes. Je länger also der Vokaltrakt, desto tiefer die Grundfrequenz und damit die so genannten Formanten (siehe „Vokale“).



**SOURCE SPECTRUM**

**FILTER FUNCTION**

**OUTPUT ENERGY SPECTRUM**

Quellenklang

Filter

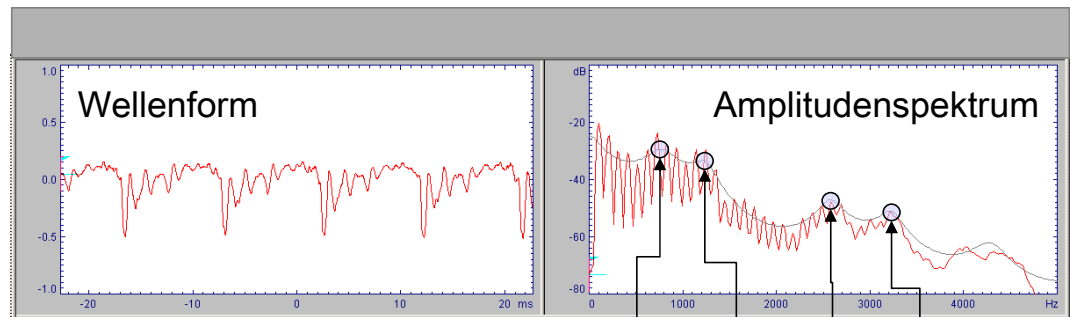
Sprachlaut

# Vokale

Vokal: /a/

Ob wir ein /a/ /ε/ /e/ /i/ /o/ oder /u/ sprechen, liegt nicht an einer unterschiedlichen Glottisaktivität - der Quellenklang ist immer gleich. Es sind die Resonanzen der Vokaltrakt-höhlen oberhalb der Stimmritze, die den Quellenklang je nach Artikulation verstärken.

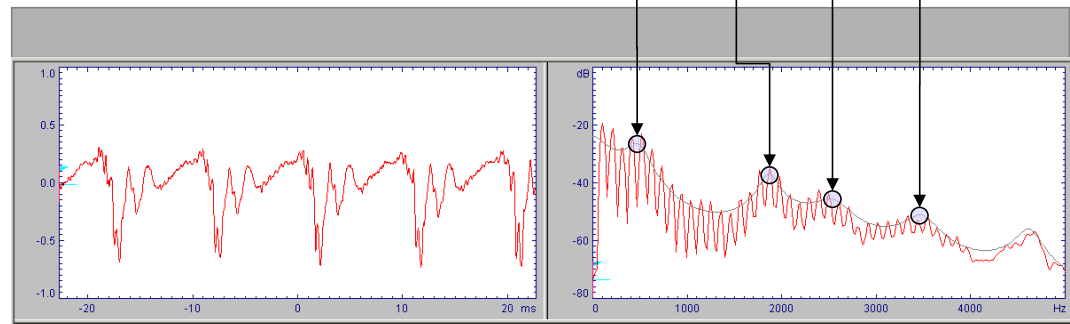
Die Verstärkungsbereiche des Amplitudenspektrums werden „Formanten“ genannt und sind für jeden Vokal verschieden. Der wesentliche Unterschied im Übergang von z.B. /a/ nach /ε/ besteht darin, dass sich F1 nach unten bewegt, F2 nach oben (siehe Grafik).



Formanten:

F1 F2 F3 F4

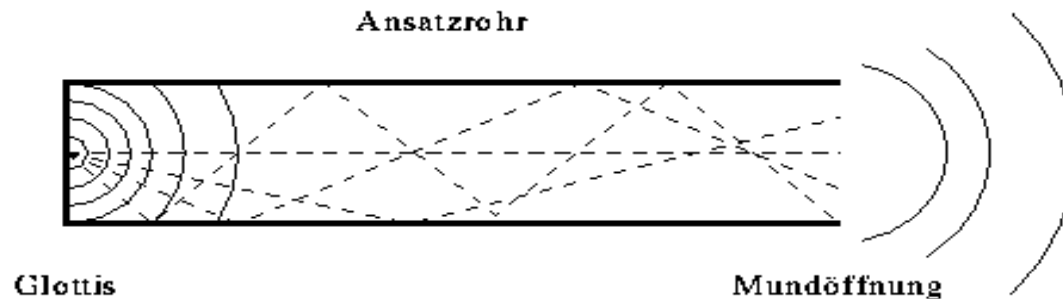
Vokal: /ε/



Für die charakteristische Qualität eines Vokals sind v. a. die ersten drei Formanten (F1, F2, F3) ausschlaggebend.

# Röhrenmodell (Fant)

Man kann sich den Vokaltrakt stark vereinfacht als Kreiszyylinder vorstellen, der an einem Ende (Glottis) geschlossen und am anderen Ende (Lippen) offen ist. Die durch die vibrierende Glottis angeregte Energie breitet sich somit als stehende Welle in der Röhre aus.



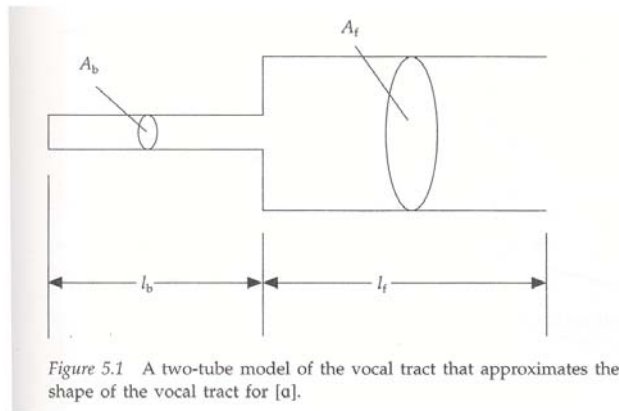
$$\frac{\text{Schallgeschwindigkeit (m/s)}}{4 \cdot \text{Röhrenlänge (m)}} = \text{Resonanzfrequenz} \quad \frac{340 \text{ m/s}}{4 \cdot 0,17 \text{ m}} = 500 \text{ Hz}$$

Ein Laut, der der vierfachen Wellenlänge  $\lambda$  der Röhrenlänge  $L$  ( $\lambda=4 \cdot L$ ) entspricht, wird mit maximaler Amplitude verstärkt: Für einen Vokaltrakt mit einer durchschnittlichen Länge von 17 cm und einer Schallgeschwindigkeit  $c$  von 340 m/s ergibt sich ein erster Formant von 500 Hz ( $F_1=c/4L$ ) und die weiteren natürlichen Resonanzfrequenzen als ungerade Vielfache von  $F_1$  ( $F_2=1500$  Hz,  $F_3=2500$  Hz, etc.). Mit diesem Modell errechnete Formantfrequenzen gelten für einen Vokaltrakt in Ruhelage.



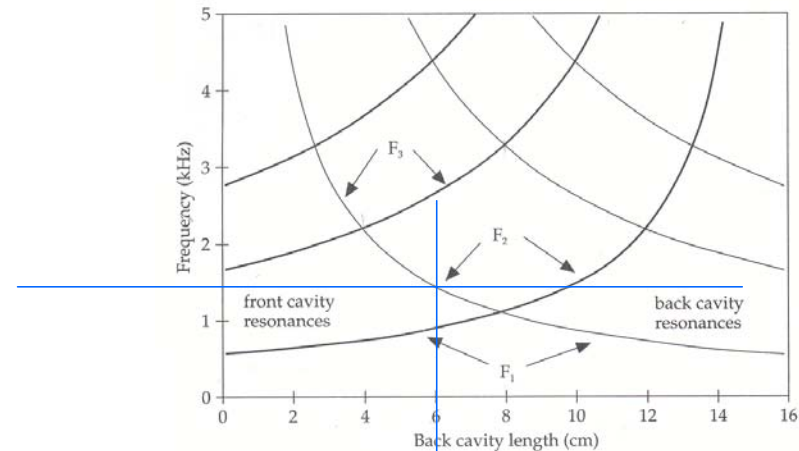
# Twin-tube modell (Fant)

Da in der Realität eine *Konstriktion* (Verengung) den Vokaltrakt in zwei Abschnitte - nämlich einen vorderen und einen hinteren Hohlraum - teilt, wird das Modell um die Annahme von zwei Röhren erweitert.



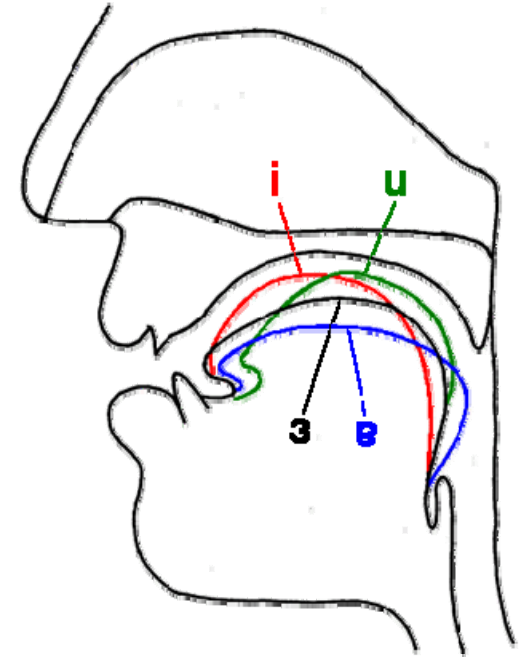
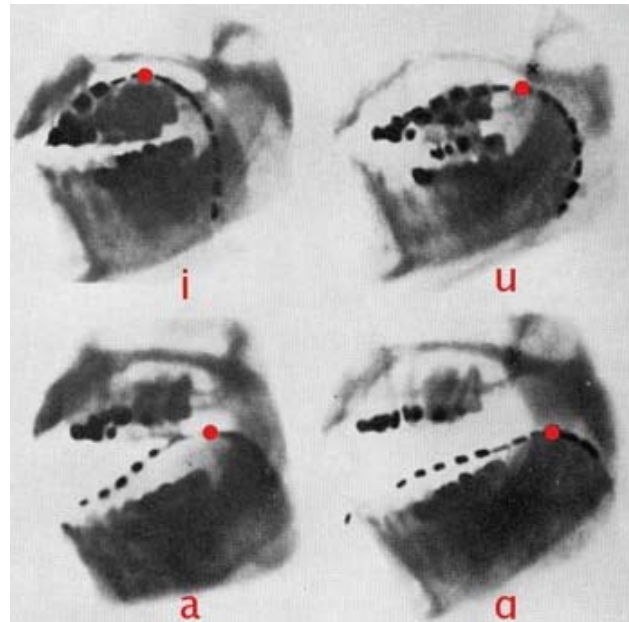
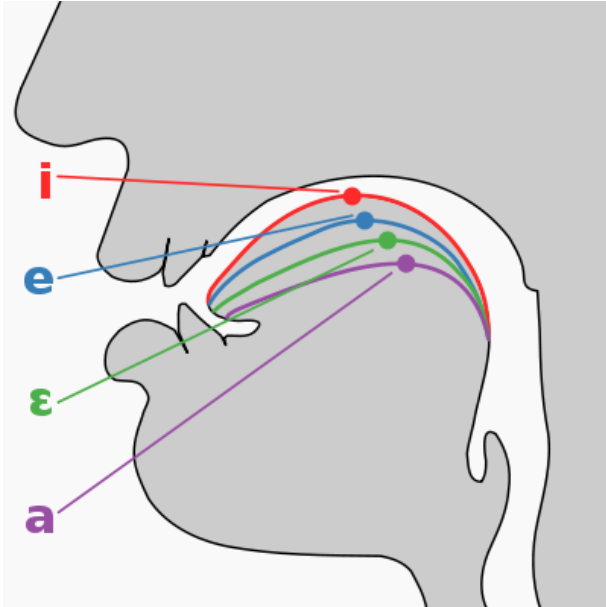
Der Ort der Konstriktion bestimmt nun die Länge des vorderen bzw. hinteren Hohlraums. Wird eine Verengung sehr weit hinten gebildet, dann ist der hintere Hohlraum entsprechend kurz, seine Frequenzen entsprechend hoch. Somit sind die tiefen Frequenzen des Vokaltraktes dem vorderen Hohlraum zugeordnet.

Die Zugehörigkeit zu den Hohlräumen sowie die Werte der Formantfrequenzen  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  können anhand der Berechnungen mit diesem Modell vorausgesagt werden.



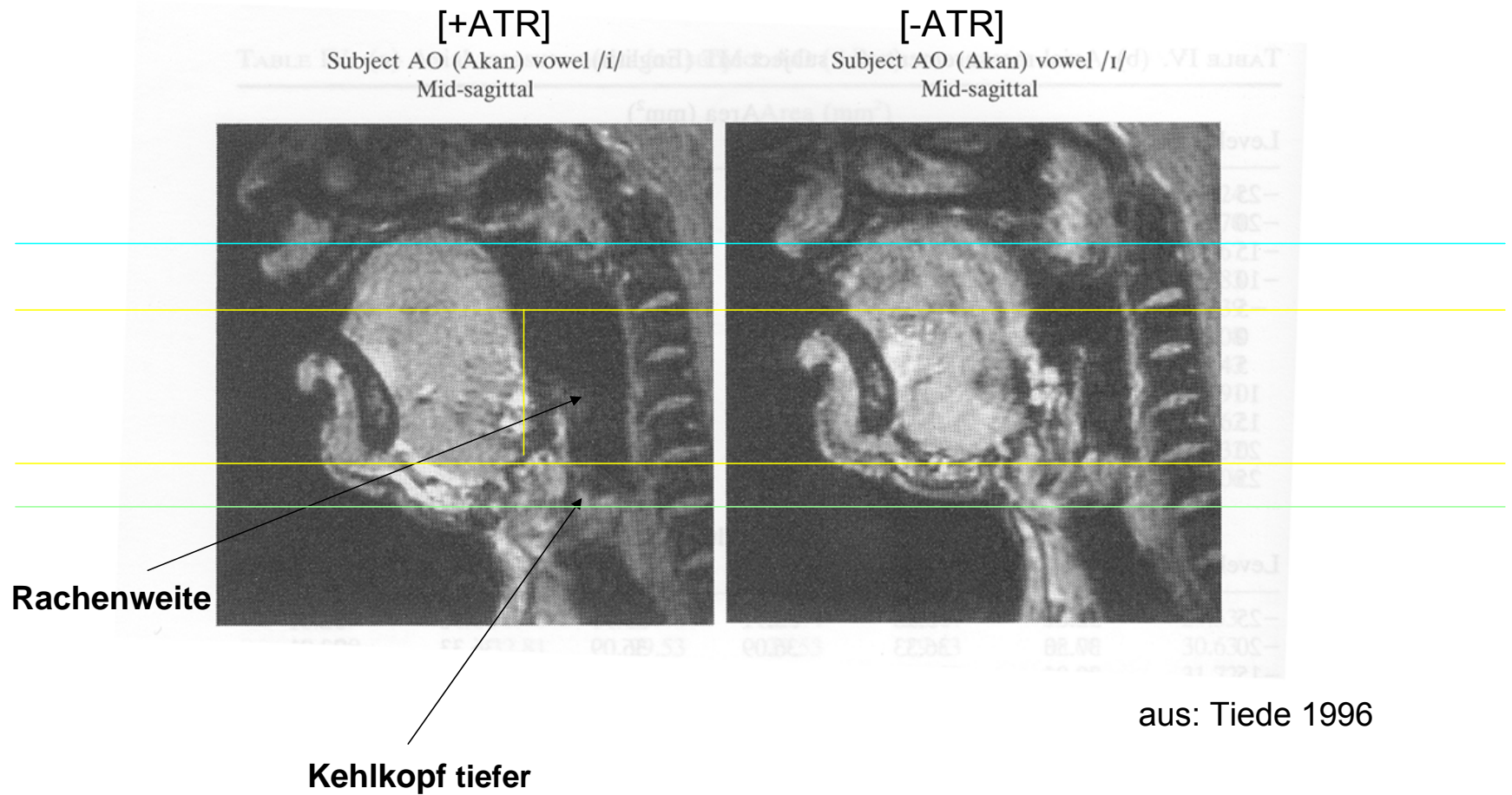
/a/: Verengung ca. 6 cm oberhalb der Glottis  
→  $F_2 = \text{ca. } 1400 \text{ Hz}$

# Artikulationsorte der Vokale



# Vokalartikulation in anderen Sprachen

in Akan (Ghana):            Advanced Tongue Root (ATR)



# Konsonanten

Obstruenten (bilden eine Verengung)

Plosive

Frikative

Affrikaten

=Verschlusslaute

=Reibelaute

=Plosiv + Frikativ

Sonoranten (freier Phonationsstrom)

Liquide

Nasale

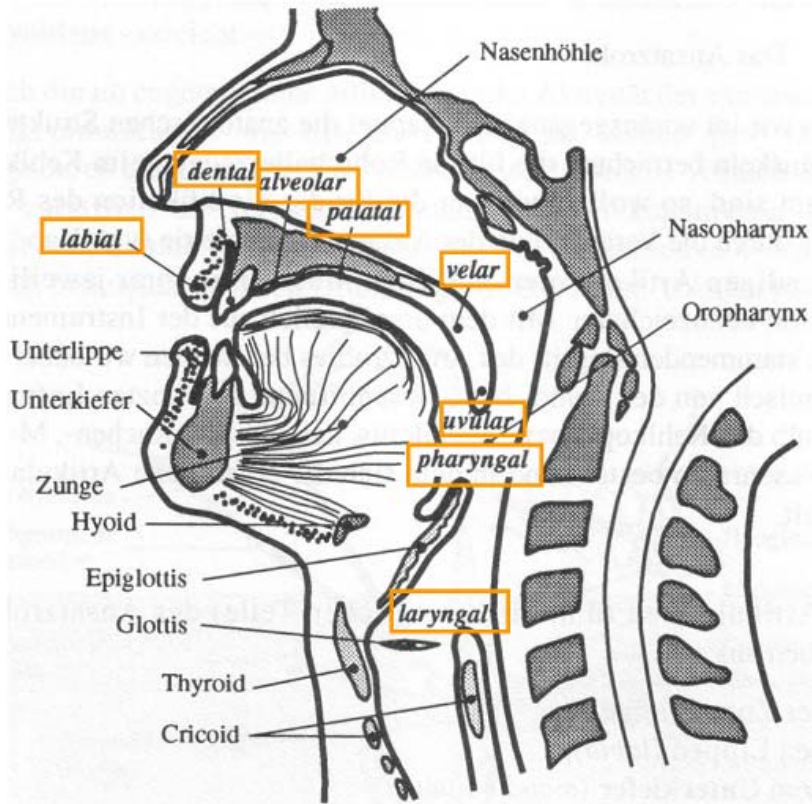
Approximanten

= // /r/

=Luft strömt durch

=Gleitlaute wie z.B. /j/

die Nase aus



aus: Pompino-Marschall 1995

CONSONANTS (PULMONIC)

	Bilabial	Labiodental	Dental	Alveolar	Postalveolar	Retroflex	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
Plosive	p b			t d		ʈ ɖ	c ɟ	k g	q ɢ		ʔ
Nasal	m	ɱ		n		ɳ	ɲ	ŋ	ɴ		
Trill	ʙ			r					ʀ		
Tap or Flap				ɾ		ɽ					
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ ʕ	h ɦ
Lateral fricative				ɬ ɮ							
Approximant		ʋ		ɹ		ɻ	j	ɰ			
Lateral approximant				l		ɭ	ʎ	ʟ			

Where symbols appear in pairs, the one to the right represents a voiced consonant. Shaded areas denote articulations judged impossible.

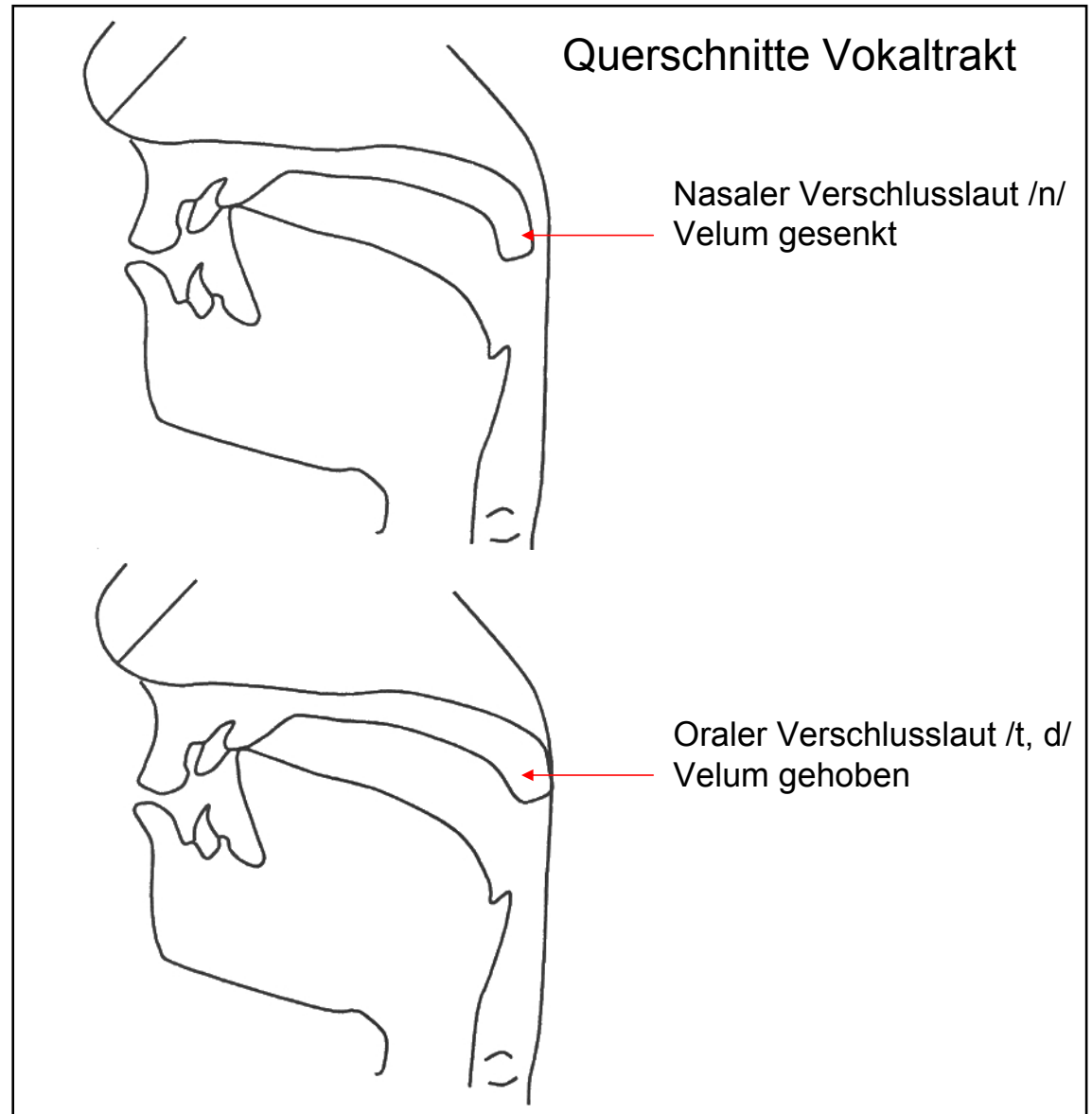
IPA (International Phonetic Alphabet)

# Verschlusslaute

Zur Bildung von Verschlusslauten wird der Vokaltrakt an einer bestimmten Stelle zwischen der Glottis und den Lippen verschlossen.

Bei Plosiven wie z.B. /p, t, k/ baut sich nach der Verschlussbildung ein Überdruck im Vokaltrakt auf, der anhält, bis der Verschluss gelöst wird. Hörbar ist das Ablassen des Überdruckes, die Verschlussphase ist nicht hörbar.

Bei nasalen Verschlusslauten wird im Mundraum der Verschluss gebildet, wodurch die Luft durch die Nase entweicht.

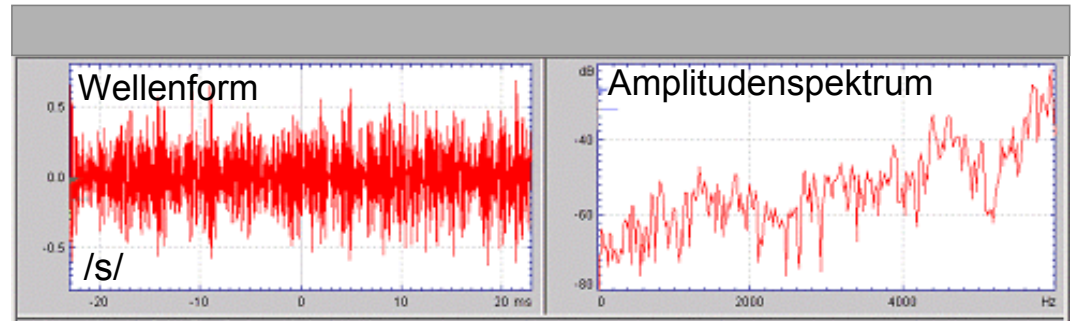


# Frikative

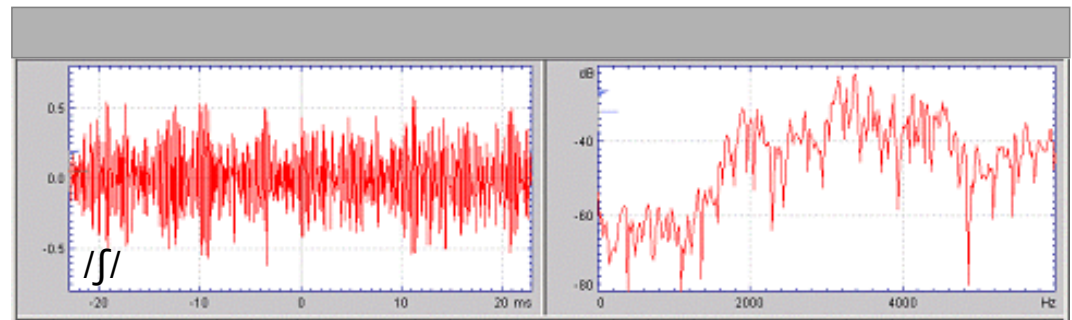
Stimmlose Frikative entstehen durch Reibegeräusche vorbeiströmender Luft an einer im Vokaltrakt bestehenden Verengung. Die Verengung kann an der Glottis und im Rachen stattfinden /h/, ohne dass sich die Stimmlippen bewegen, in der Mundhöhle zwischen Zungenrücken und Gaumen /x/ und /ç/, zwischen Zungenspitze und Zahndamm /s/, zwischen Zähnen und Unterlippe /f/ usw.

Wesentlicher Unterschied zwischen stimmhaften und stimmlosen Frikativen ist das Vorhandensein bzw. Fehlen von Periodizität (regelmäßige Wiederholung im Signal).

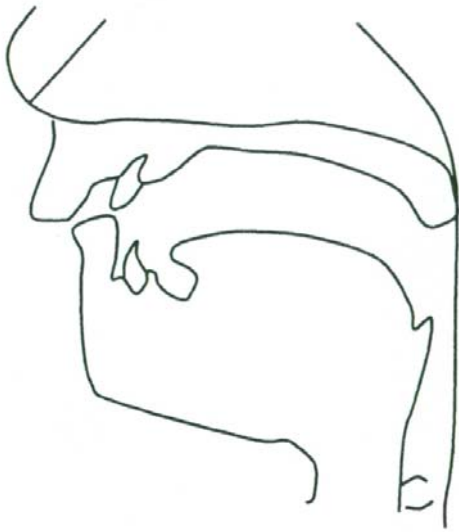
Frikativ: /s/



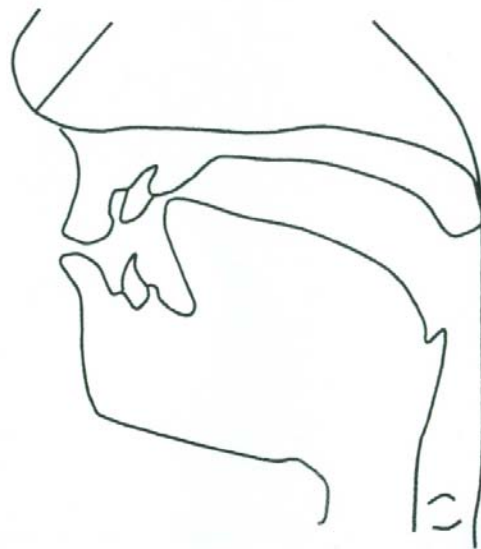
Frikativ: /ʃ/



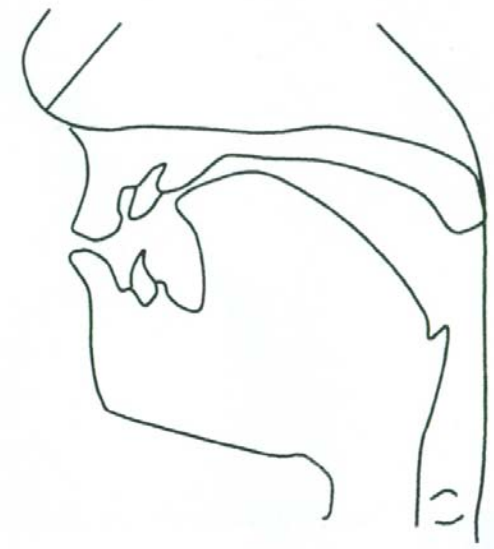
## Artikulationsorte der Frikative



/f, v/



/s, z/

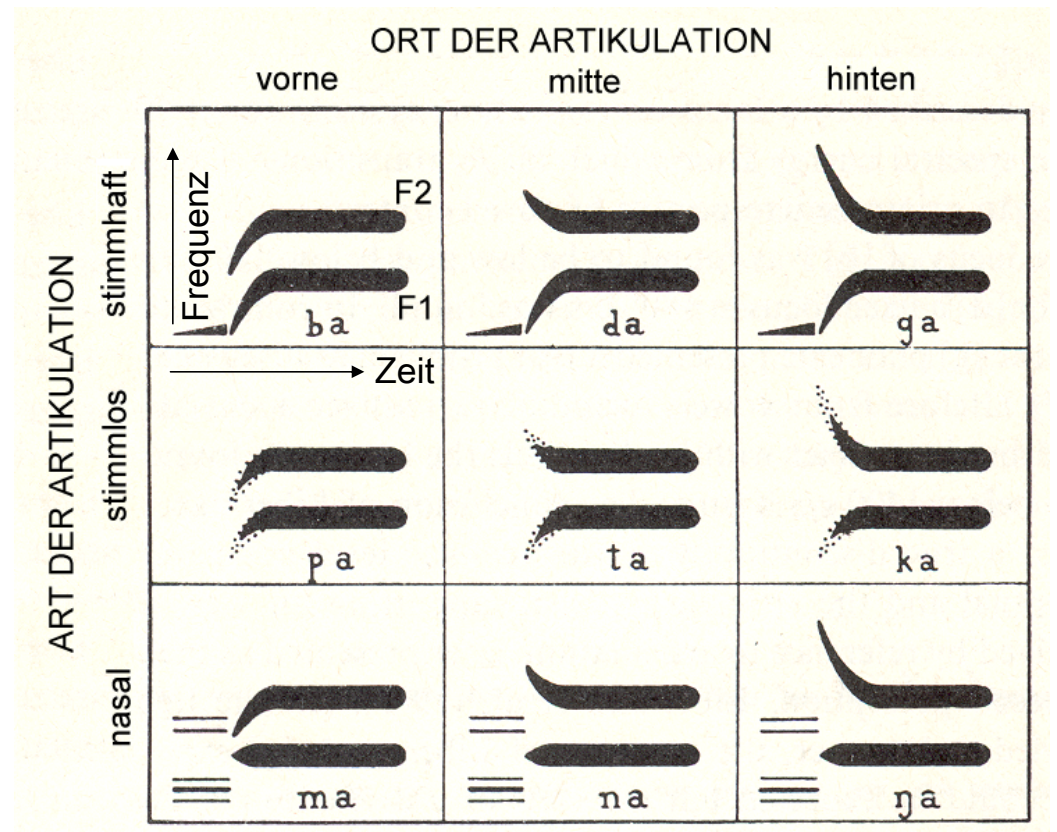


/ʃ, ʒ/

# Konsonant-Vokal-Übergänge

## Synthetische Spektrogramme von Verschluss - Vokalübergängen

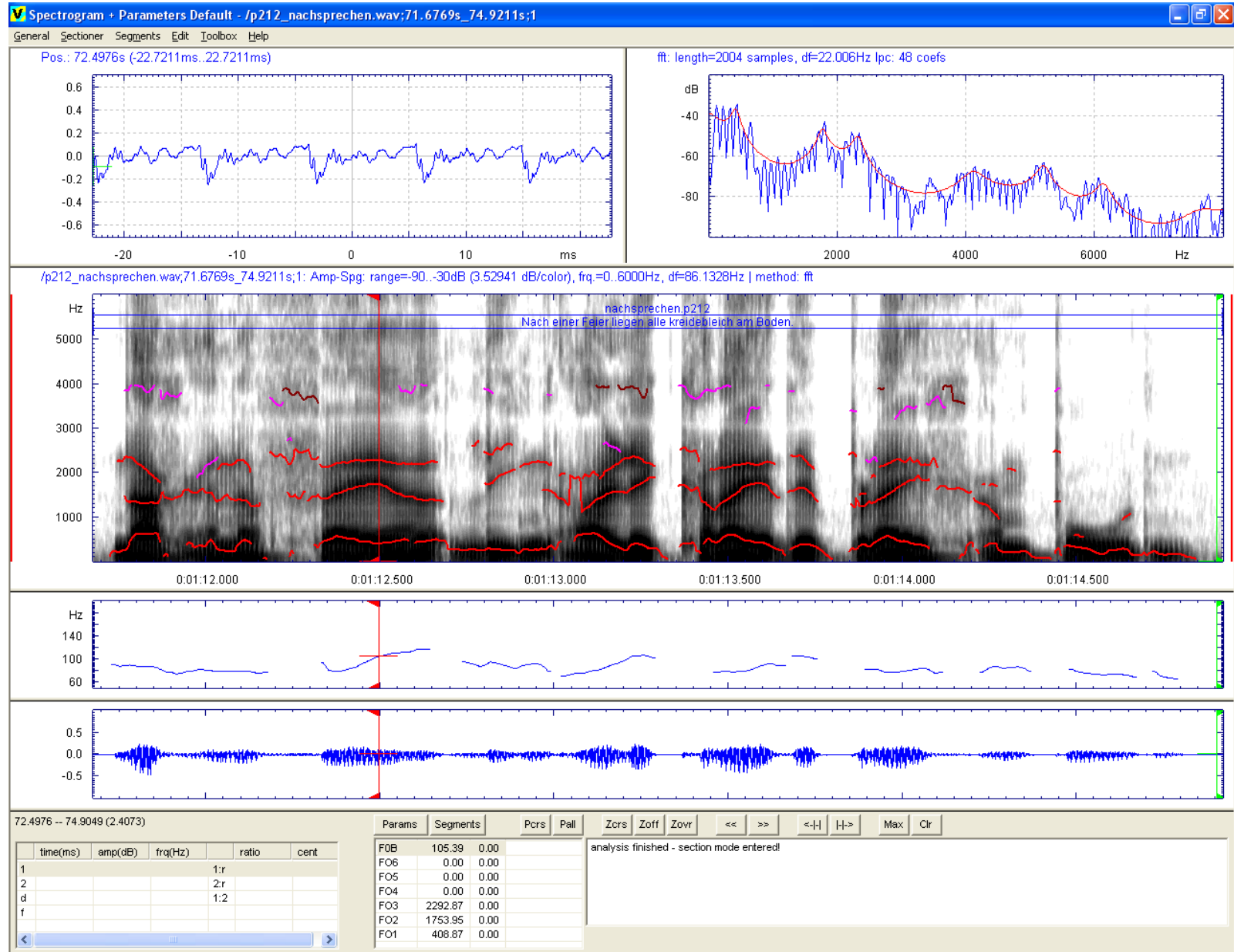
Die Artikulationsstelle eines Verschlusslautes kann am Übergang zum Vokal auditiv/akustisch bestimmt werden. Je nach Artikulationsstelle verlaufen die Formanten in der Anfangsphase des nachfolgenden Vokals verschieden (siehe Grafik).



aus Neppert & Pétursson 1992



# Spektrogramm



## Versuchspersonen gesucht

- Im Rahmen eines Projektes über die Erforschung der Sprachvarietäten in Wien und Niederösterreich suchen wir Personen für Sprachaufnahmen.
  - Eine Sprachaufnahme beinhaltet das Vorlesen und Nachsprechen von Texten bzw. Sätzen sowie ein freies Gespräch, bei dem über alltägliche Themen (z.B. Urlaub) gesprochen wird. Die Aufnahme dauert maximal zwei Stunden.
  - Die Aufnahmen dienen der Erweiterung eines Korpus über das Österreichische Deutsch und werden für akustisch-phonetische Untersuchungen herangezogen. Selbstverständlich wird Anonymität garantiert.
  - Als pauschale Aufwandsentschädigung werden € 15,- abgegolten.
  - Terminvereinbarung bei folgenden Kontaktpersonen:
    - Univ. Doz. Dr. Sylvia Moosmüller [sylvia.moosmueller@oeaw.ac.at](mailto:sylvia.moosmueller@oeaw.ac.at)
    - Mag. Julia Brandstätter [julia.brandstaetter@oeaw.ac.at](mailto:julia.brandstaetter@oeaw.ac.at)
- Tel.Nr. 01 51581-2503 bzw. -2508

WAS? Aufnahmen zur Erforschung von Sprachvarietäten in Wien und Niederösterreich.

WER? Personen aus Wien bzw. Niederösterreich,

Voraussetzung: zumindest ein Elternteil aus Wien bzw. Niederösterreich

WIE? Vorlesen, Nachsprechen, freies Sprechen

