

# Intonation des Deutschen

2019-20

Athens

Caroline Féry

# Sitzung 2

## Phonetische Grundlagen der Intonation

# Überblick

## **Produktion von Intonation**

Der Larynx und die Stimmlippen

## **Akustik und Intonation**

Frequenz der Stimmlippenschwingung

## **Welche phonetischen Effekte beeinflussen die Pitchkontour?**

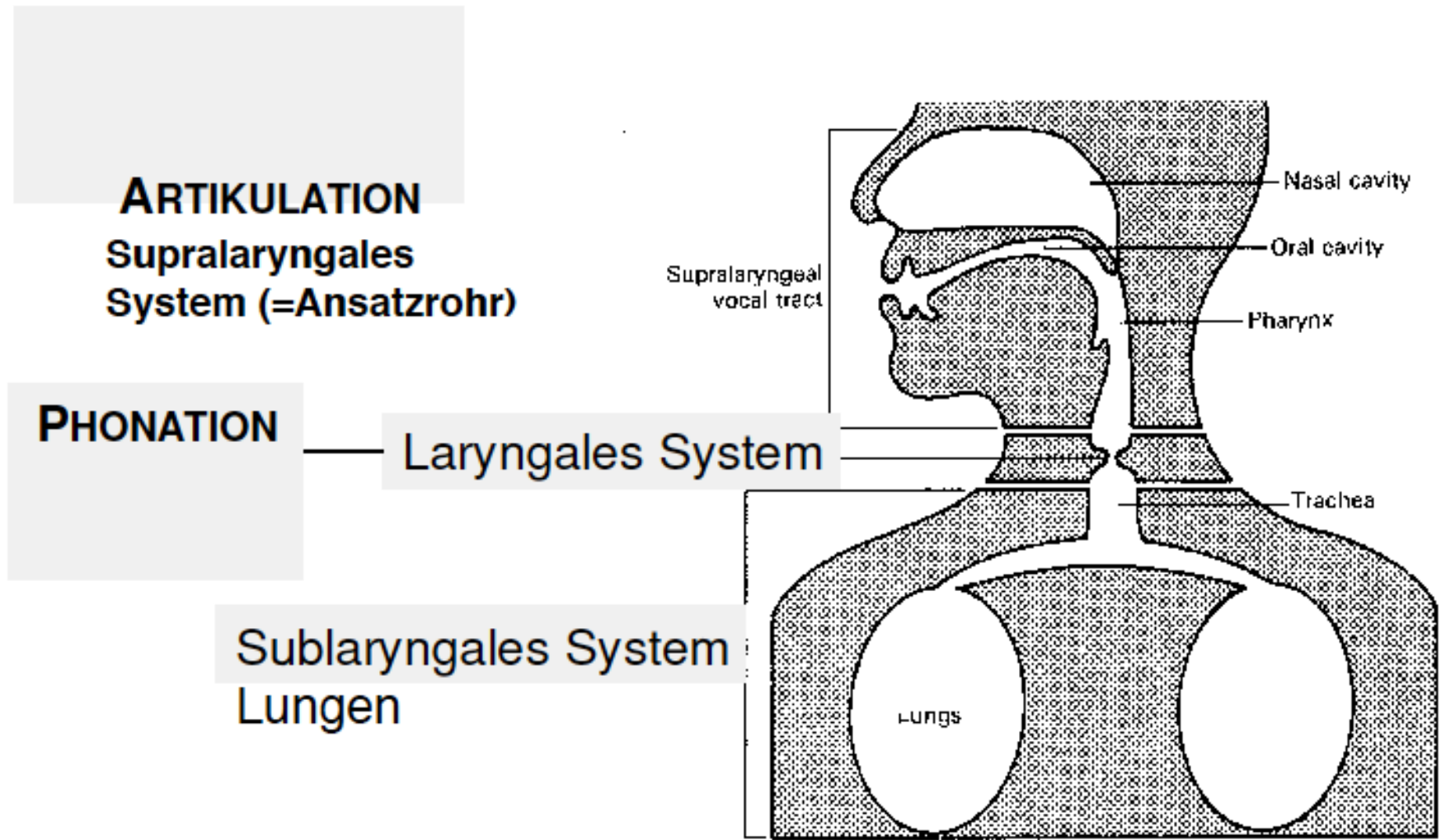
Mikroprosodie – segmentale Effekte

## **Perzeption von Intonation**

Grundfrequenz und Pitch

## **Praat – Beispiele für F0 Analyse**

# Die Erzeugung von Sprachschall



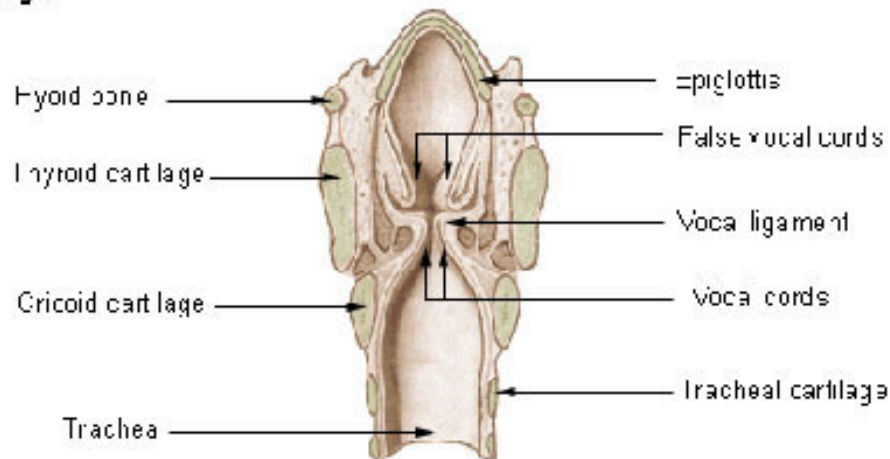
(aus Liberman & Blumstein 1988:4)

# Produktion der Intonation

---

**Phonation:** Vibration der Stimmlippen im Larynx  
(=Umsetzung von Luftdruck in Schall)

## Larynx



(From: <http://en.wikipedia.org/wiki/Larynx>)

## Der Larynx – Knorpel und Muskeln

- Cricoid Knorpel
- Thyroid Knorpel (Adamsapfel)
- Arytenoid Knorpel (innen, zum Öffnen und Schließen der Stimmlippen)

# Komponenten der Artikulation

- Der Kehlkopf (Larynx), der den regelmäßigen Luftstrom in eine Serie von periodischen Luftstößen verwandelt (Quelle der akustischen Energie).

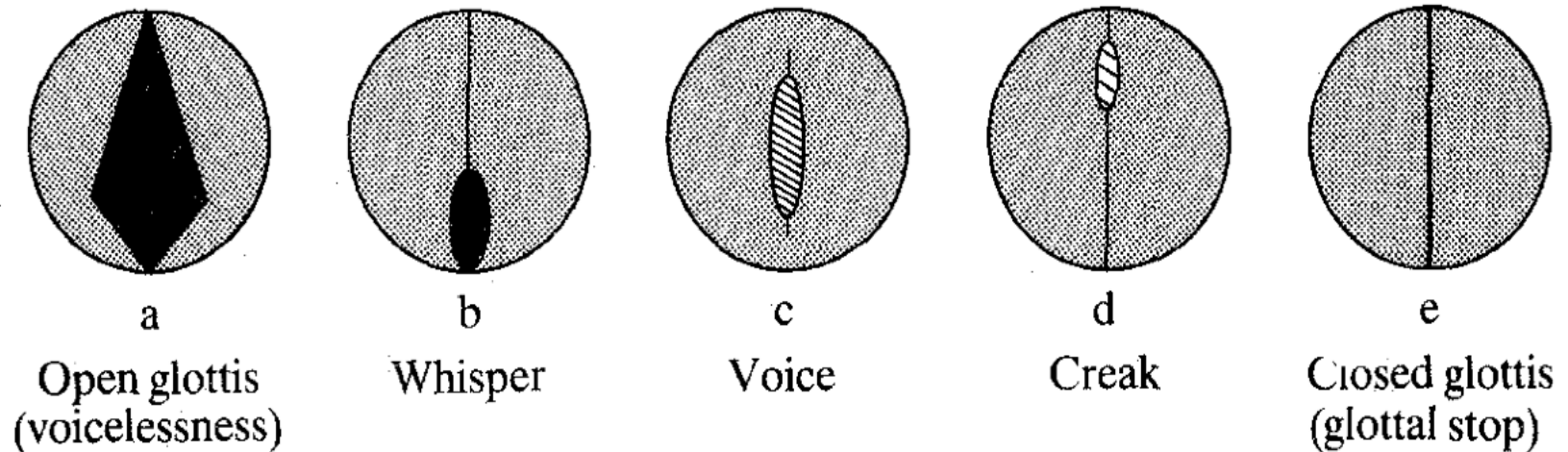


FIG. 17. States of the glottis

<https://www.youtube.com/watch?v=y2okeYVclQo>



# Muskeln im Larynx

---

## Muskel

## Funktion

Musculus Cricoaritaenoideus posterior  
(Posticus)

Öffnen der Stimmlippen

Musculus Cricoaritaenoideus lateralis  
(Lateralis)

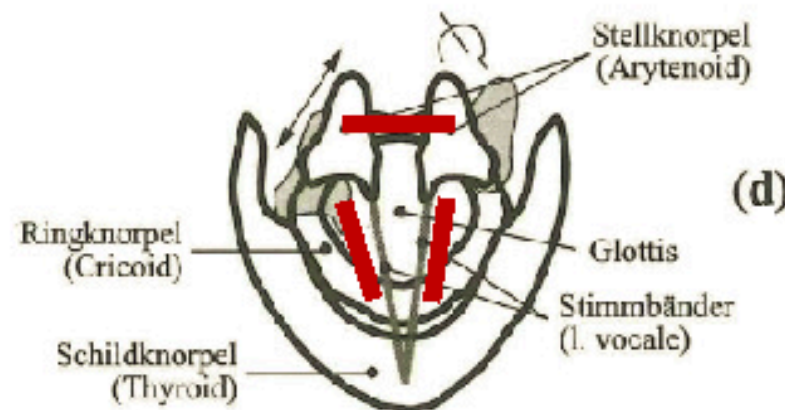
Schließen der Stimmlippen  
(muskulöser Teil)

Musculus Arytaenoideus transversus  
(Transversus)

Schließen der Stimmlippen  
(knorpeliger Teil)

Musculus Vocalis

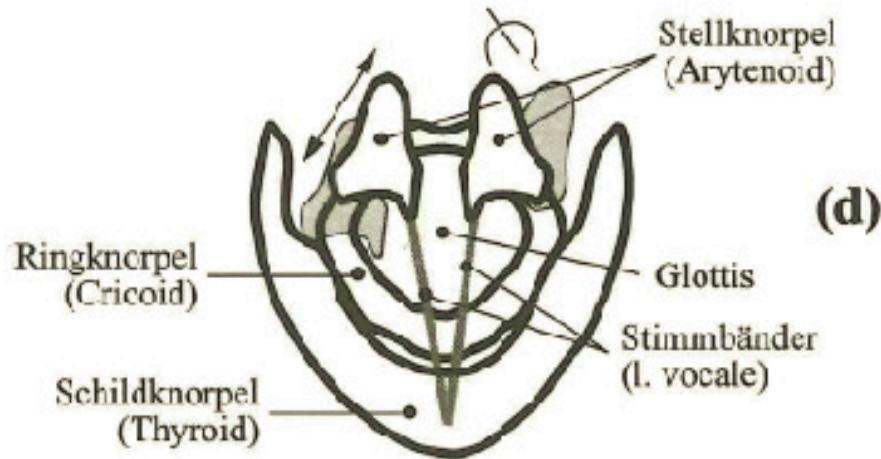
Stimmlippen





# Produktion der Intonation

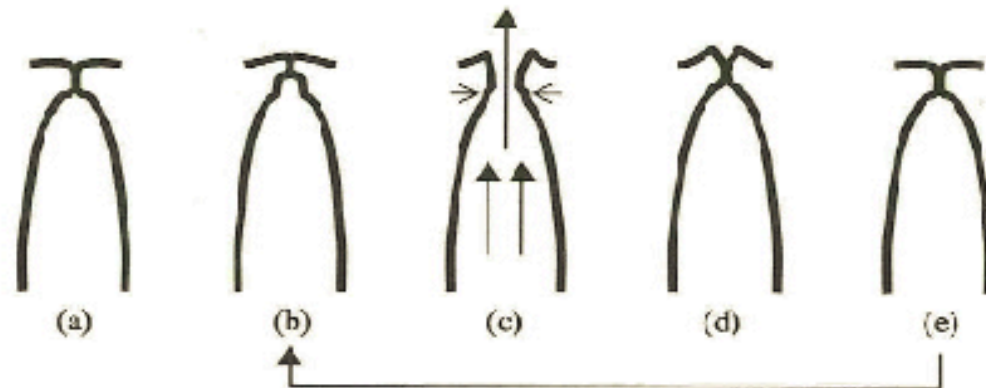
## Phonation – Produktion der Stimme



**Glottis:** Raum zwischen Stimmlippen

**Stimmlippen:** Musculus vocalis & Stimmbänder (innen)

### Ein Phonationszyklus:



(Pompino-Marschall 2003:33ff.)

### Myoelastische-aerodynamische Theorie der Phonation:

- Muskuläre Rückstellkräfte
- Bernoulli Effekt

### Schwingung:

- Stimmlippenposition
- Spannung (tenseness)
- Luftdruck / Luftstrom

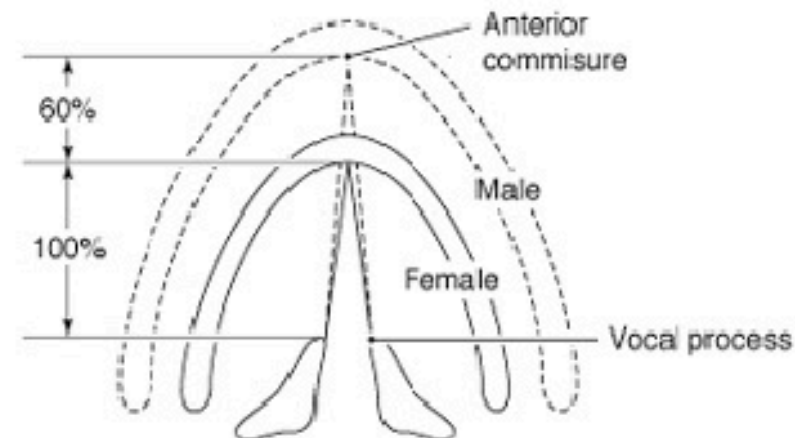
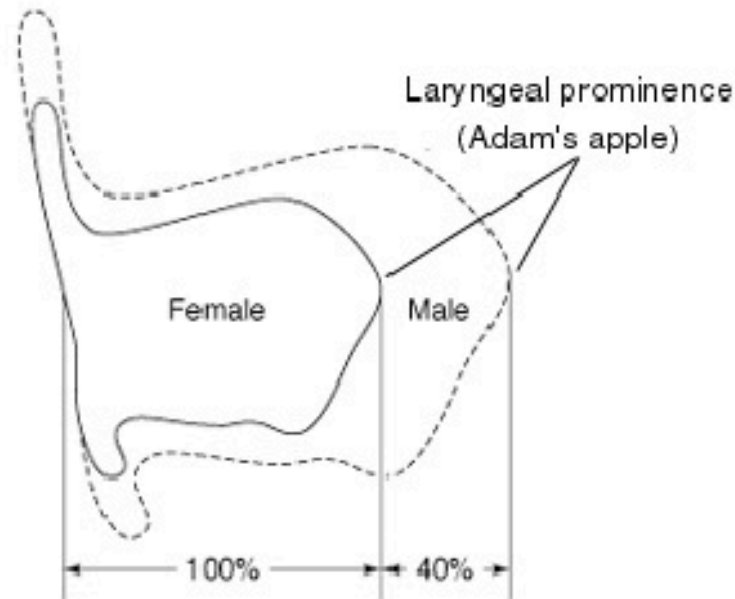
# Produktion der Intonation

Korrelation der Länge der Stimmlippen und Pitch:

Kinder	5 cm	~	250 – 400 Hz
Frauen	13-17 cm	~	150 – 250 Hz
Männer	17-24 cm	~	90 – 200 Hz

- Je länger die Stimmlippen, desto niedriger der Stimmtone.

Ca. 40% größerer Larynx und ca. 60% längere Stimmlippen:



# Phonation – die Stimmlippen und Stellknorpel

---

## Stimmhöhe und Stimmlippen

- Korrelation von Länge /Masse und Tonhöhe: Länger ~ tiefer
  - Korrelation von Spannung und Tonhöhe: Gespannter ~ höher
- Merke: Spannung wird durch Dehnung/Verlängerung der Stimmlippen erzeugt, d.h. längere Stimmlippen einer Sprecherin führen zu höherem Stimmton!

Cricothyroidmuskel spannt Stimmlippen  
(längsseitige Spannung).

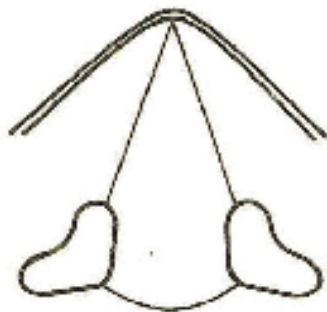
Sternohyoidmuskel verkürzt Stimmlippen  
(vertikale Spannung).

- Schwingungszyklus
- Korrelation von Stimmlippenlänge und Stimmton
- (Bewegung des Thyroidknorpels)

# Kehlkopf – Laute und Lautmerkmale

Lautmerkmale, die im Kehlkopf gebildet werden.

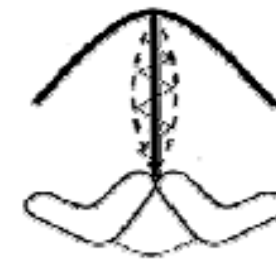
[p] Stimmlosigkeit



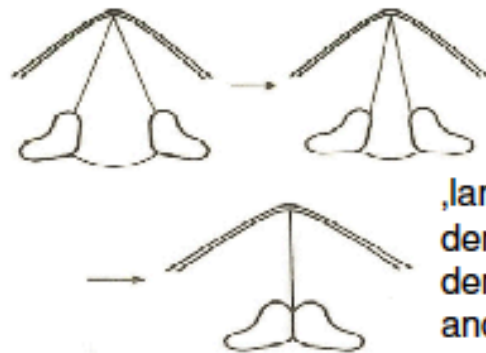
[b] Stimmhaftigkeit



[e] Murmelstimme  
(breathy voice)



[p<sup>h</sup>] Aspiration



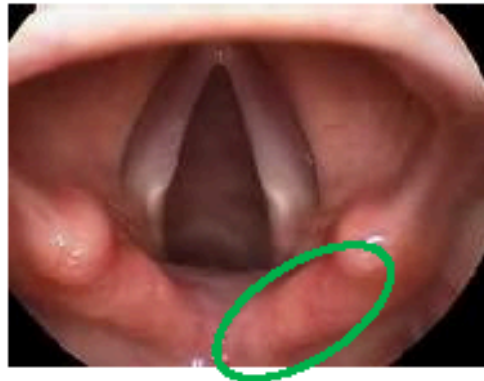
„langsamer“ Verschluss  
der Glottis direkt nach  
dem Verschluss an einer  
anderen Stelle im AR

[a] Knarrstimme (creaky voice)



Pétursson, M. & Neppert, J. (2002)

# Arytenoidknorpel und Stimmlippen



1. Pusten.



2. Hauchen.



3. Ausatmen.



4. Flüstern.



5. Bruststimme (tief).



6. Kopfstimme (hoch).

(Bremer 1893)



# Die Korrelate der Intonation

---

## artikulatorisch

Schwingung der  
Stimmklappen

## akustisch

Grundfrequenz  
 $F_0$  (Hz)

## perzeptuell

Tonhöhenbewegungen  
“pitch”

Die Frequenz des Öffnungs- und Schließungsprozesses entspricht der Grundfrequenz ( $F_0$ ) des Schallsignals.

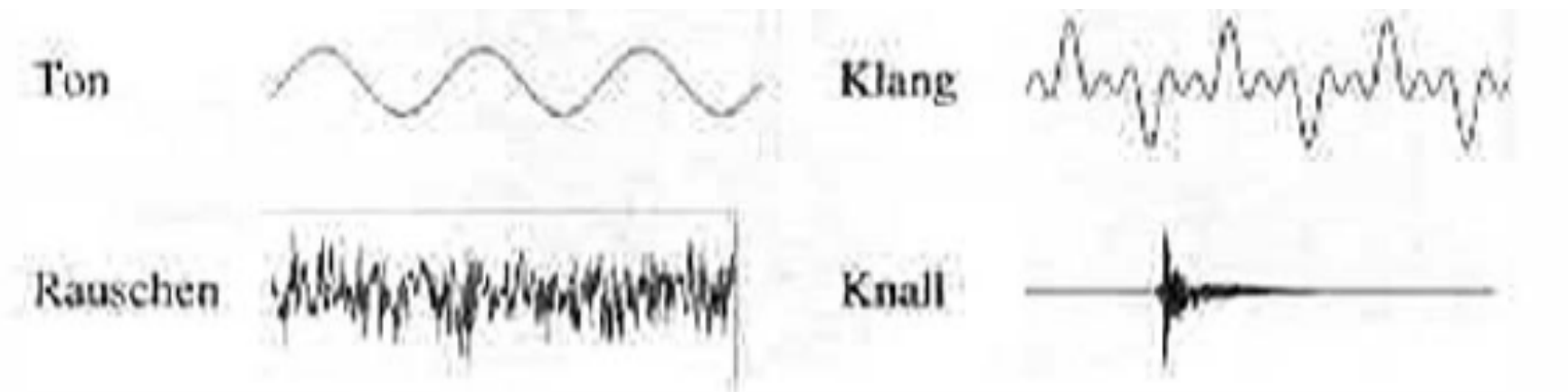
Veränderung der  $F_0$ :

- Höhere Anspannung der Stimmklappen ~ höhere  $F_0$
- Längere Stimmklappen ~ tiefere  $F_0$

# Drei Arten von Schallsignalen

## Drei Arten von Schallsignalen

Töne, Klänge und Geräusche



# Sprachsignale

Natürliche Signale weisen niemals absolute Periodizität auf. Deshalb gibt es in der Natur auch keine reinen Töne oder Klänge. Andererseits weisen viele natürliche Signale innerhalb gewisser Zeitfenster eine annähernde Periodizität auf, die auch als Quasiperiodizität bezeichnet wird.

Sprechschall lässt sich idealisiert als Abfolge von harmonischen Klängen (Vokale), harmonischen Klängen mit Geräuschanteilen (stimmhaften Konsonanten) und von Geräuschen (stimmlose Konsonanten) beschreiben.

Peters S.13



- Grundschaallformen

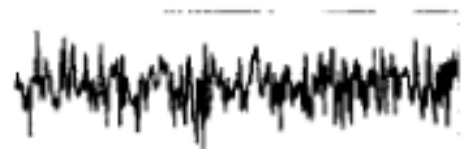
Ton



Klang



Rauschen



Knall



Sprachschall  
~ Stimme ~ F0

(Peters, 2014:13)

Abb. 2. Ton, Klang, Rauschen und Knall.

- Stimme = komplexes Schallsignal

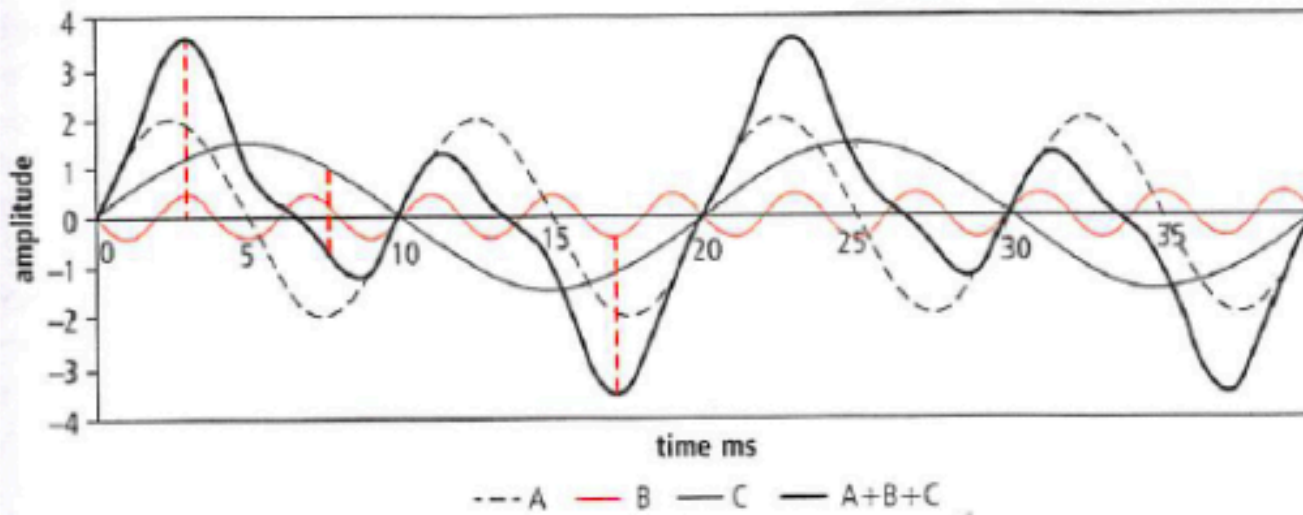


Table 6.1 Sums of sinusoids.

time	A	B	C	A+B+C
3 ms	+1.9	+0.45	+1.2	+3.55
8 ms	-1.9	0	+0.88	-1.02
17 ms	-1.9	-0.45	-1.2	-3.55
20 ms	0	0	0	0

(Zsiga, 2013:107)

# Sprachsignale

Als harmonisch gelten Klänge, deren Teiltonfrequenzen in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen.

Im Sprachschall steht die Frequenz aller Teiltöne in einem ganzzahligen Verhältnis zur Frequenz des untersten Teiltones, der den größten gemeinsamen Teiler der Teiltöne des Klanges darstellt. Dessen Frequenz ist die Grundfrequenz. Sie wird in Hertz (Hz, Schwingungen pro Sekunde) gemessen. Alle anderen Frequenzkomponenten bilden Vielfache der Grundfrequenz.

Peters S.13

# Sprachsignale

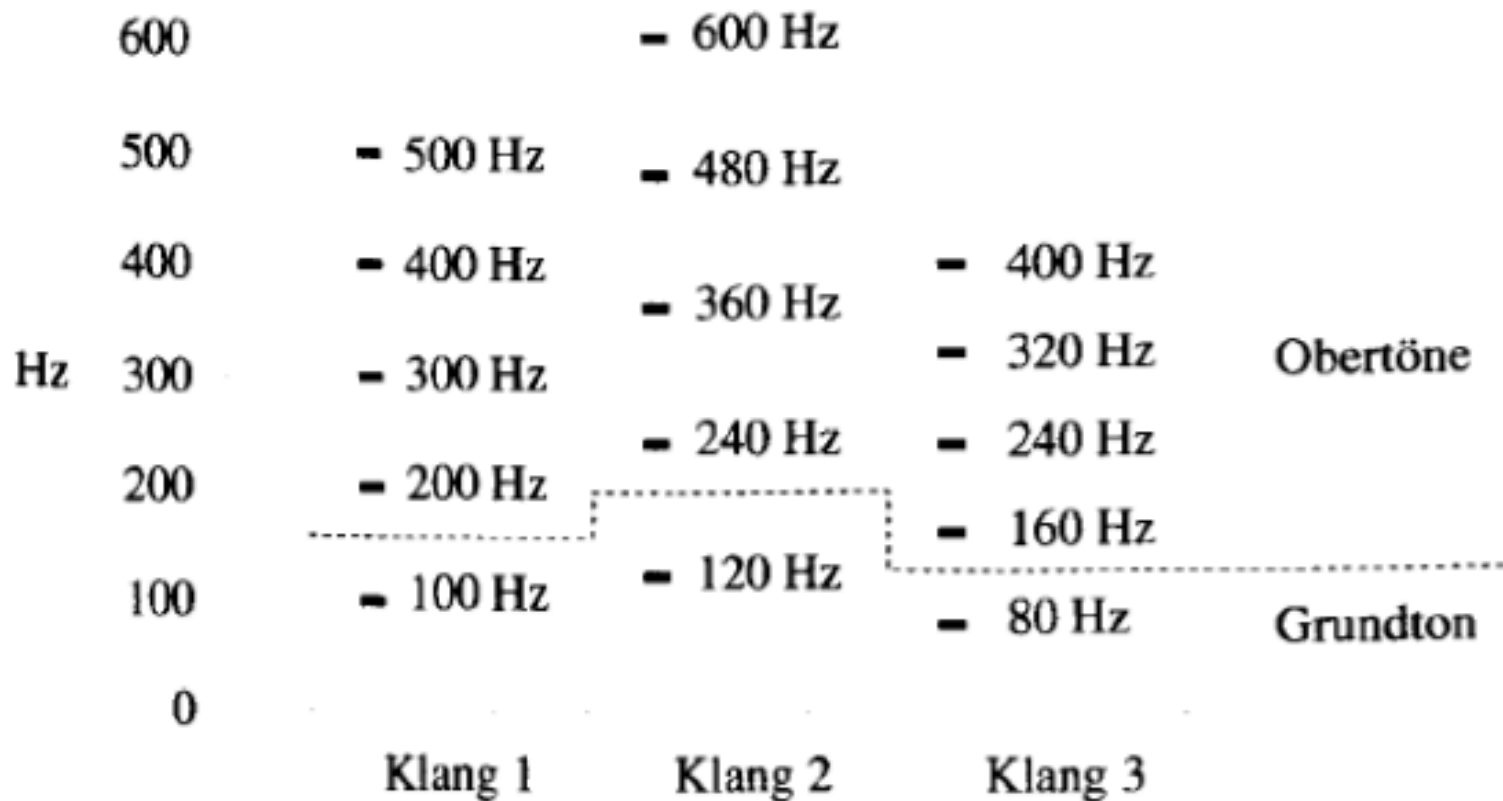
Wenn wir einen Vokal mit einer Grundfrequenz von 100 Hz produzieren, können wir also erwarten, dass das Sprechsignal zusätzlich die Frequenzen 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz usw. aufweist. Der Ton, dessen Frequenz der Grundfrequenz entspricht, heißt auch Grundton, alle weiteren Teiltöne eines harmonischen Klangs heißen Obertöne.

Peters S.14

# Akustik

---

- Schwingung – Grundfrequenz und Obertöne (=Harmonische)



# Sprachsignale

Ein Schallereignis muss keine Grundfrequenz aufweisen, um mit einer spezifischen Tonhöhe wahrgenommen zu werden. Hierfür ist die Präsenz von Vielfachen der Grundfrequenz, die den Frequenzen der Obertöne im Sprechsignal entsprechen, ausreichend.

Peters S.15

# Narrowband and broadband spectrogram

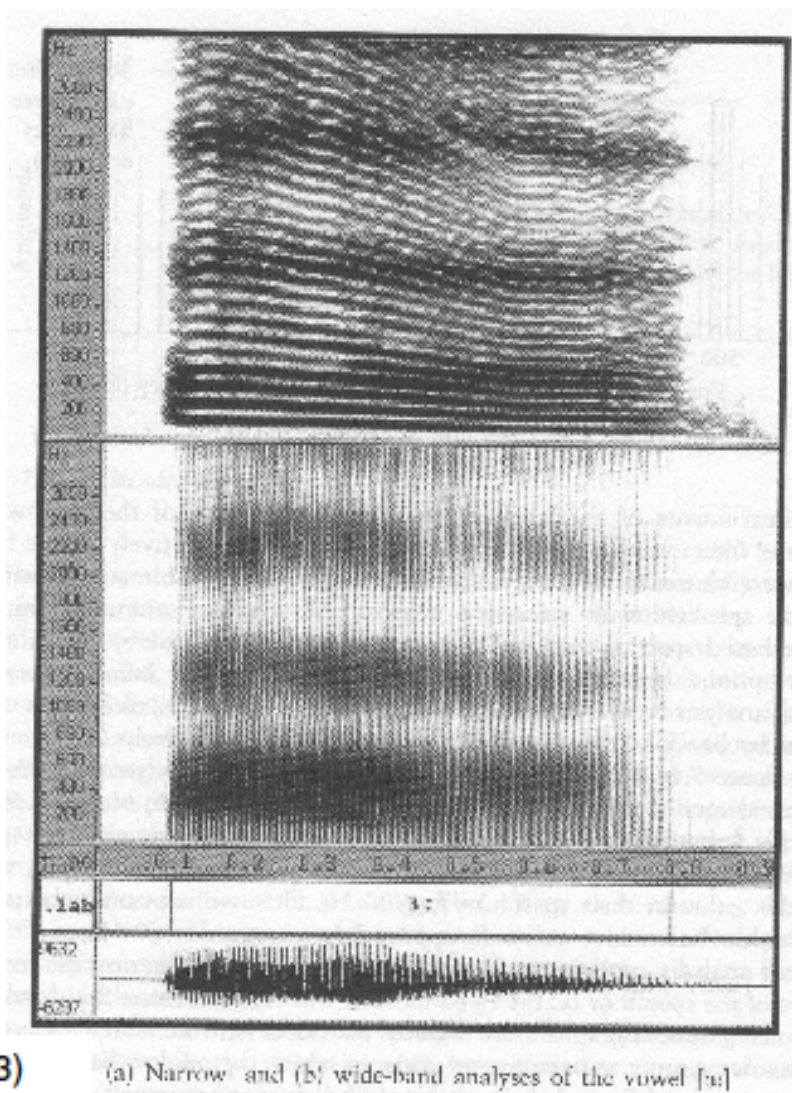
---

narrowband

harmonics  
(including F0)

broadband

formants



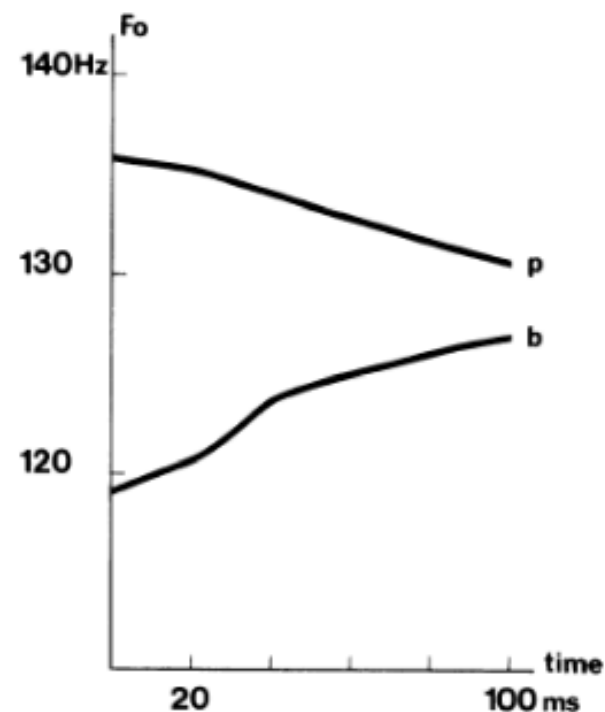
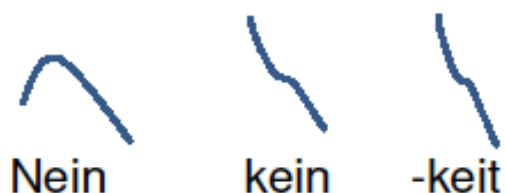
aus: Clark & Yallop (2007:253)

(a) Narrow and (b) wide-band analyses of the vowel [a]

# Microprosody

Segmental influences on F0 – “local perturbations in the F0 contour” (Ladd 1996:25)

- Intrinsic F0 of vowels
- Rapid F0 movements in the vicinity of obstruents
- F0 dips around nasals and liquids



(Hombert 1979:39)

Creaky voice (vgl. Sounddatei 2 “Oldenburg”)

# Wahrnehmung der Intonation

---

- Grundfrequenz ~ Tonhöhe („Pitch“)
- Mikroprosodie: kein Einfluss auf Wahrnehmung der Intonation.
- Wahrnehmung der Tonhöhe auch ohne F0!  
(~ Abstand zwischen Harmonischen, vgl. Flüstern!)
- Logarithmische Wahrnehmung der Tonhöhe  
Doppelt so hoher Ton = Verdoppelung der F0:  $100 * 2 = 200$   
 $200 * 2 = 400$

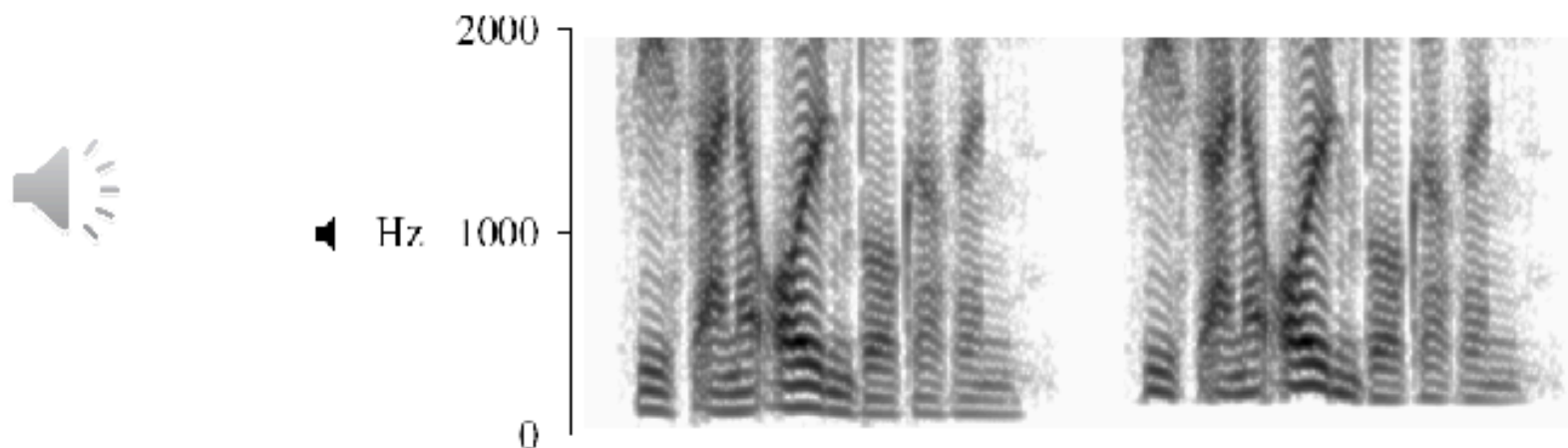


Abb. 4. Schmalbandspektrogramm der Äußerung *Sie ist eine Oldenburgerin.*, links mit allen Teiltönen im Frequenzbereich von 0-2000 Hz und rechts mit den Teiltönen im Frequenzbereich von 150-2000 Hz (ohne Grundton). (Peters, 2014:15)



# Übungen

## Aufgaben

a) Welche Frequenzen der folgenden Klänge (Frequenzgemische) entsprechen dem Grundton und damit der Grundfrequenz?

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| (i) 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz | (ii) 210 Hz, 420 Hz, 630 Hz |
| (iii) 400 Hz, 800 Hz       | (iv) 280 Hz, 560 Hz         |

b) Welche Frequenz hat der „fehlende Grundton“ in folgenden Klängen?

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| (i) 220 Hz, 330 Hz, 440 Hz | (ii) 180 Hz, 270 Hz, 360 Hz |
| (iii) 100 Hz, 300 Hz       | (vi) 100 Hz, 400 Hz         |

Die folgenden Aufgaben sind für Studierende bestimmt, die bereits Erfahrungen mit *Prax* oder einem vergleichbaren Analyseprogramm haben. Fehlende Kenntnisse können auch mithilfe des *Textools* von Mayer (2012) erworben werden.