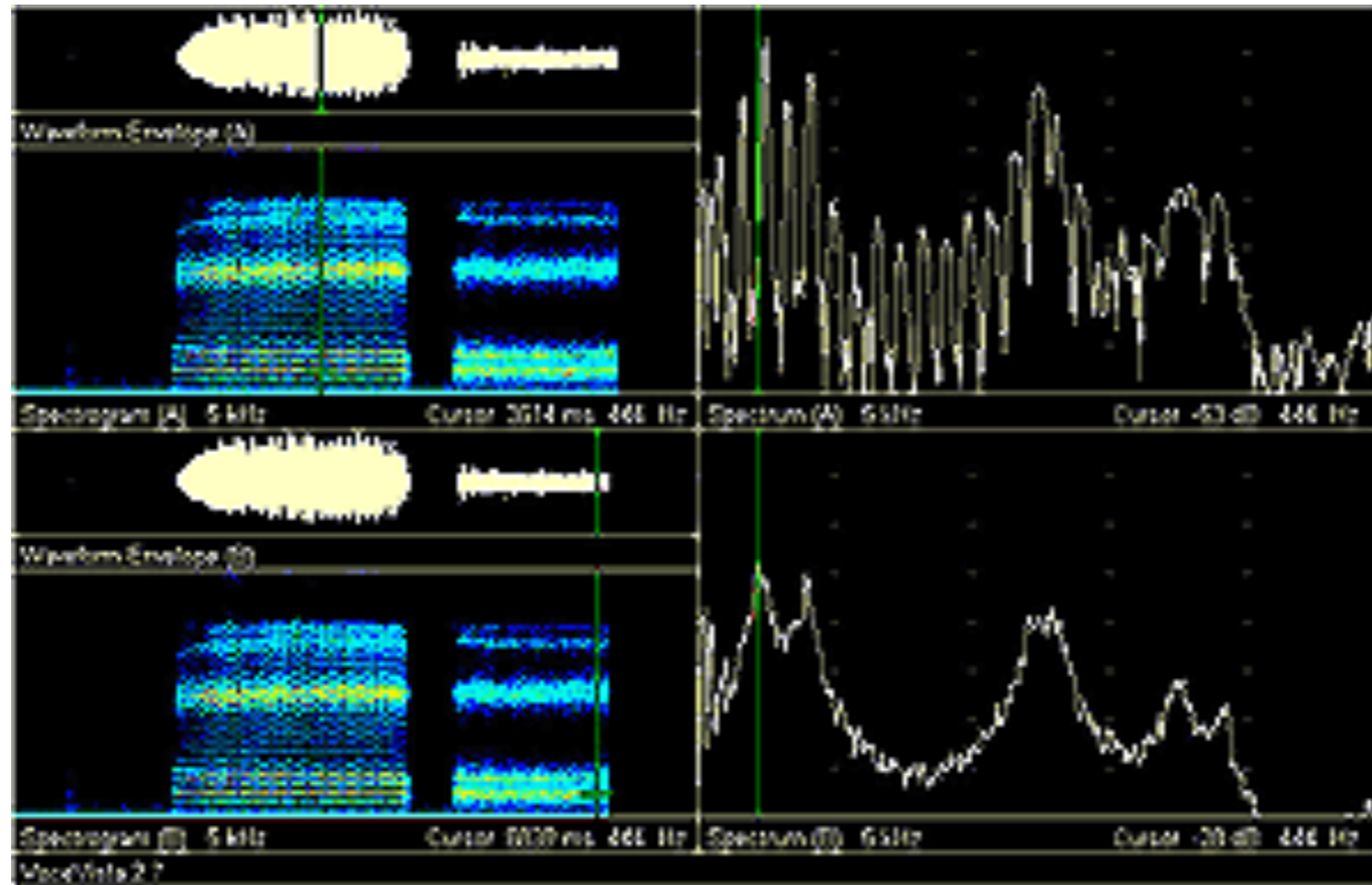


# Grundlagen der Stimmanalyse



Referent: Daniel Schäfer / M. Mus. Gesang (päd.-wiss.)

# Übersicht

---

- **I Theorie**

- **Das Oszillogramm**
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- Formanten

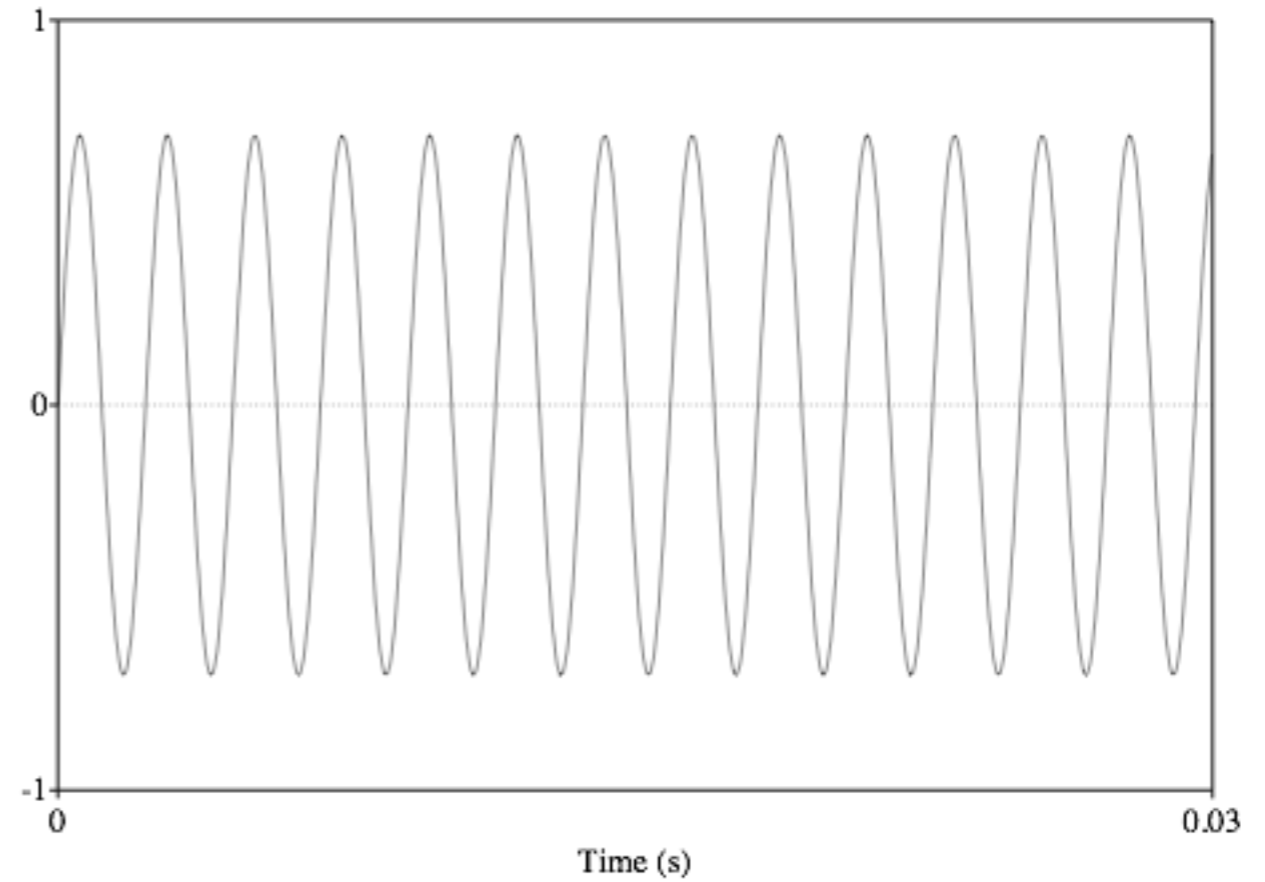
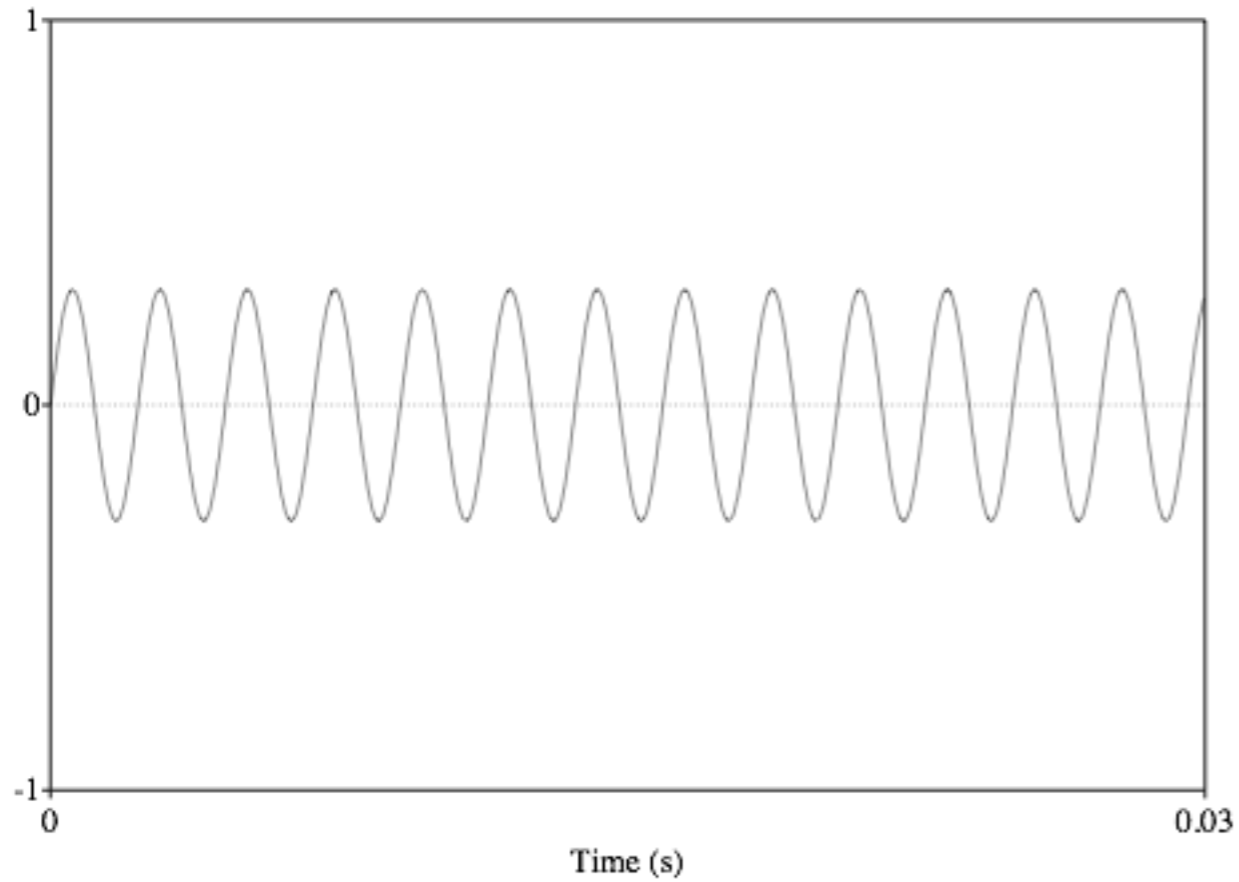
- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- Overtone Analyzer
- Voce Vista
- Divas
- Anwendungsbeispiele

# Das Oszillogramm

---

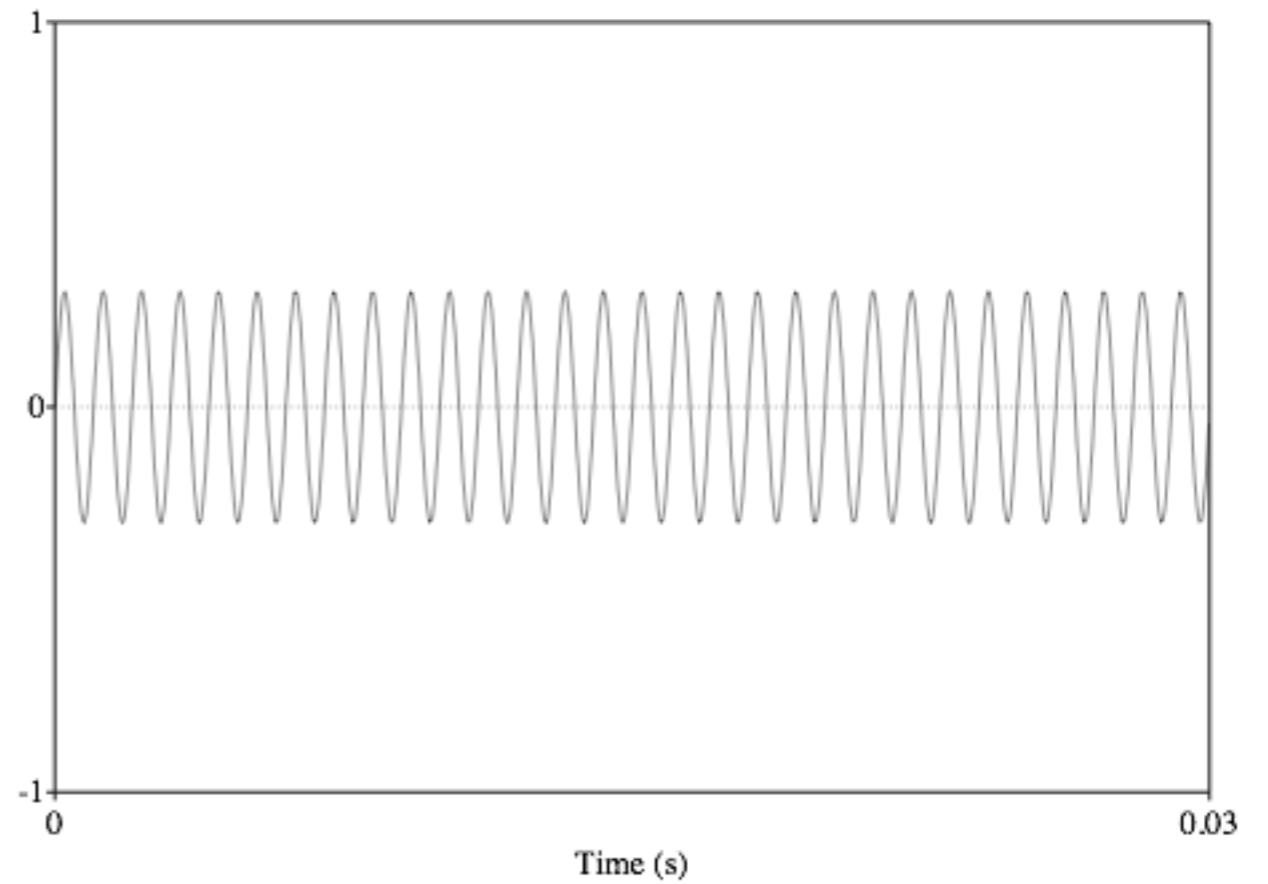
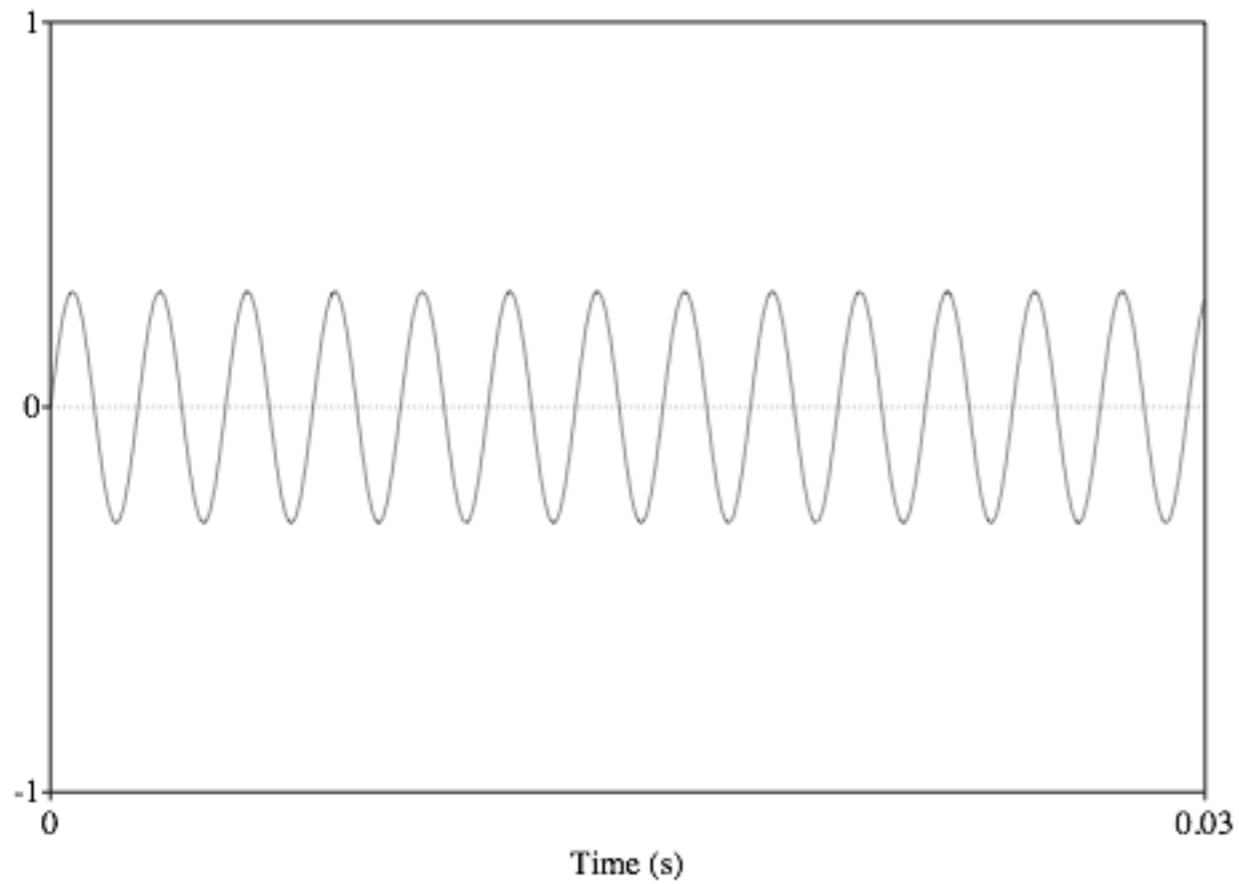
- Oszillogramme einfacher Sinussignale



# Das Oszillogramm

---

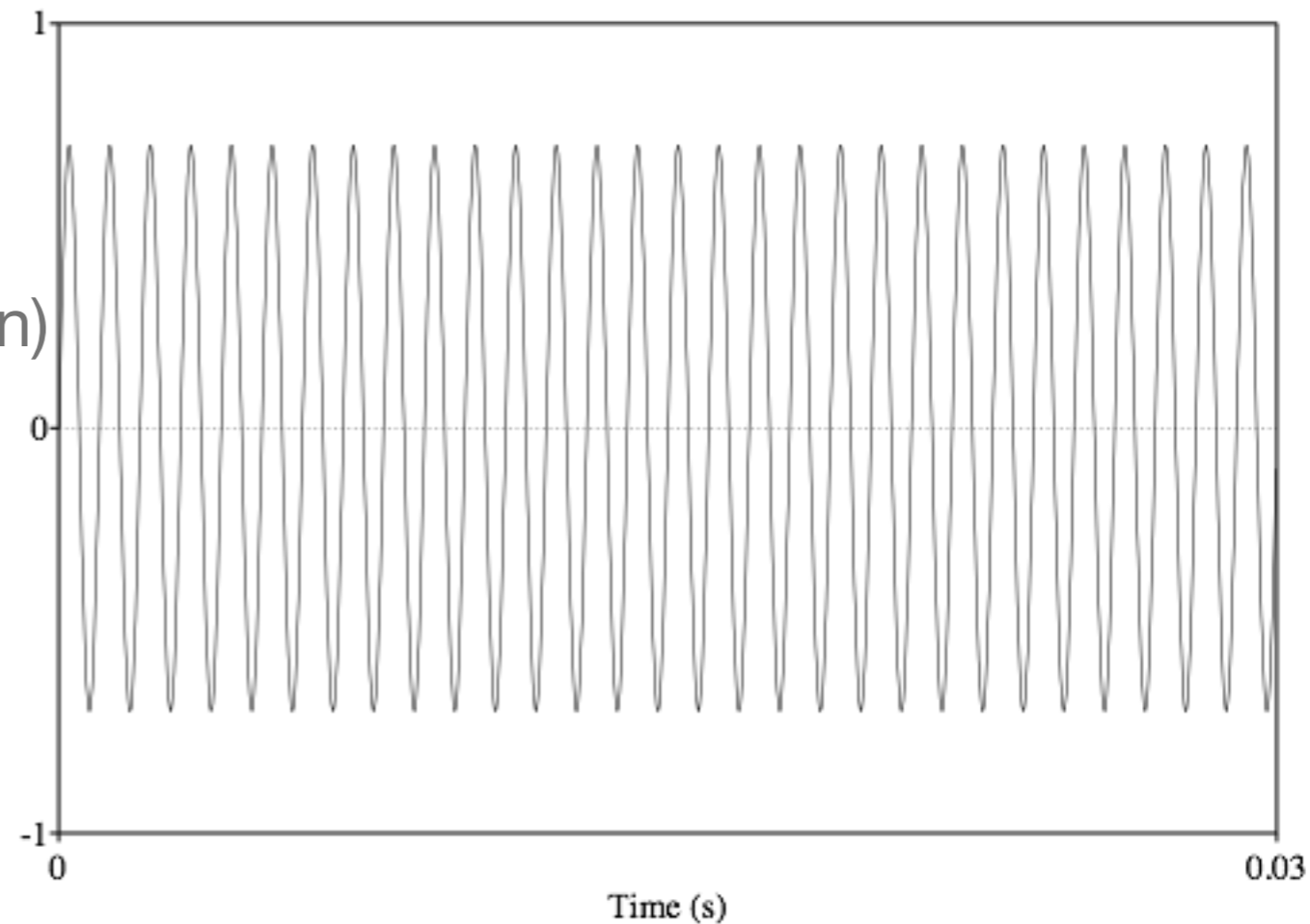
- Oszillogramme einfacher Sinussignale



# Das Oszillogramm

---

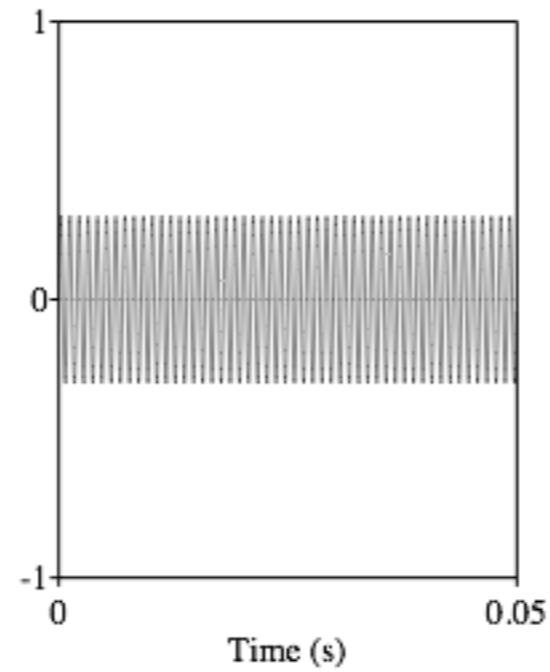
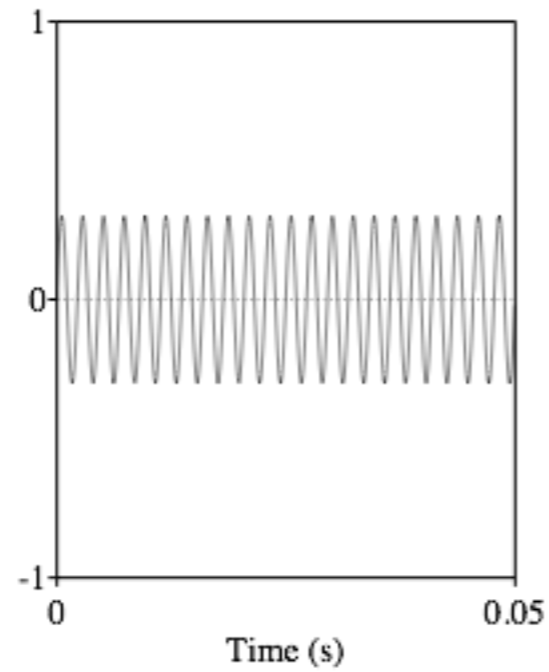
- 2 Dimensionen
  - x: Zeit
  - y: Auslenkung (durch Schall entstandene Luftdruckschwankungen)
- Was kann man daraus ablesen?
  - ▶ Amplitude
    - Ausschlag/Auslenkung des Signals
    - → Lautstärke
  - ▶ Frequenz
    - Anzahl der Nulldurchgänge innerhalb einer Sekunde
    - bzw.  $1/\text{Periodendauer}$
    - Hertz [Hz]
    - → Tonhöhe



# Das Oszillogramm

---

- Wie unterschiedlich sind die beiden Töne?



# Übersicht

---

- **I Theorie**

- Das Oszillogramm
- **Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme**
- Formanten

- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- Overtone Analyzer
- Voce Vista
- Divas
- Anwendungsbeispiele

# Fourier Transformation

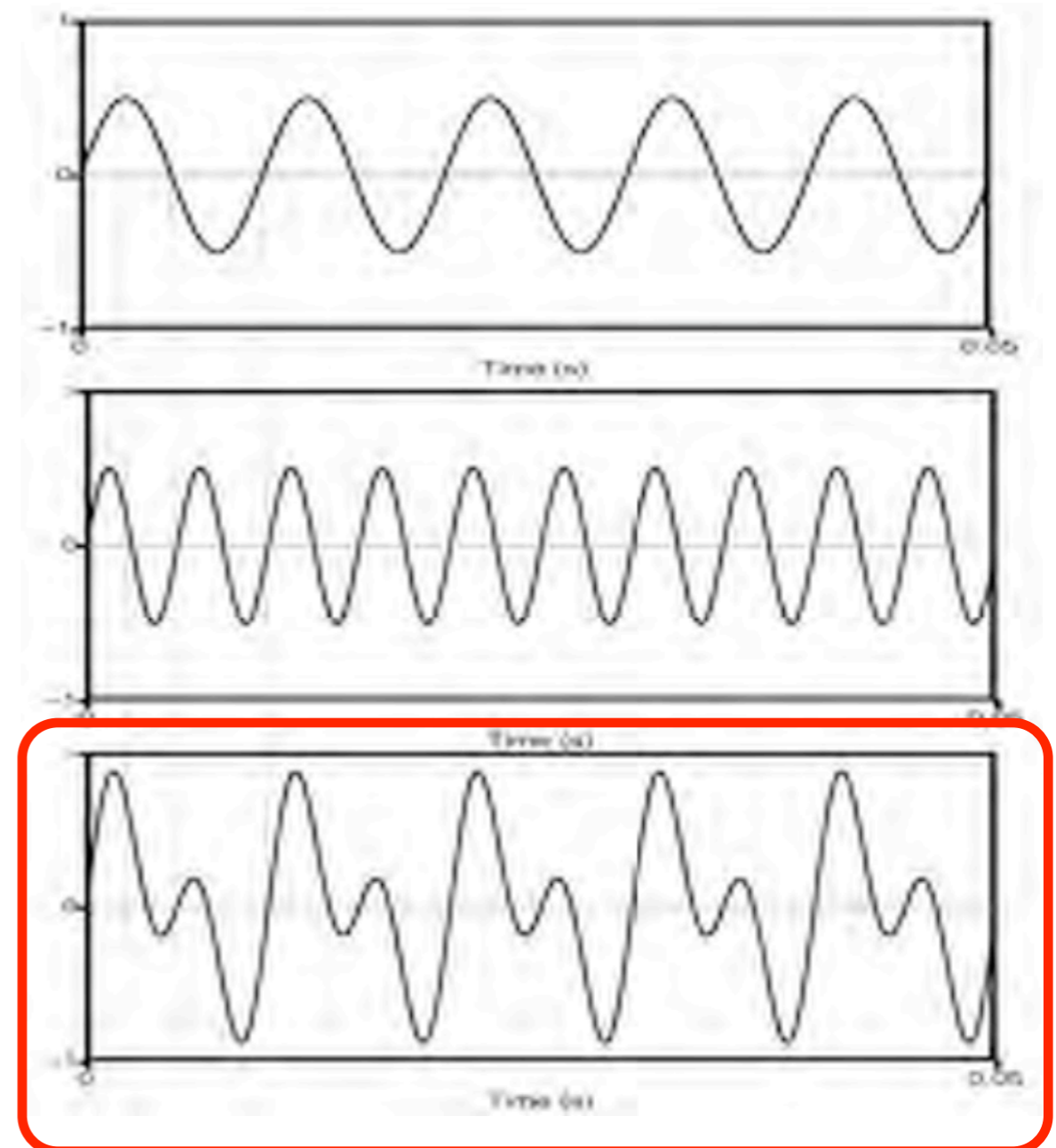
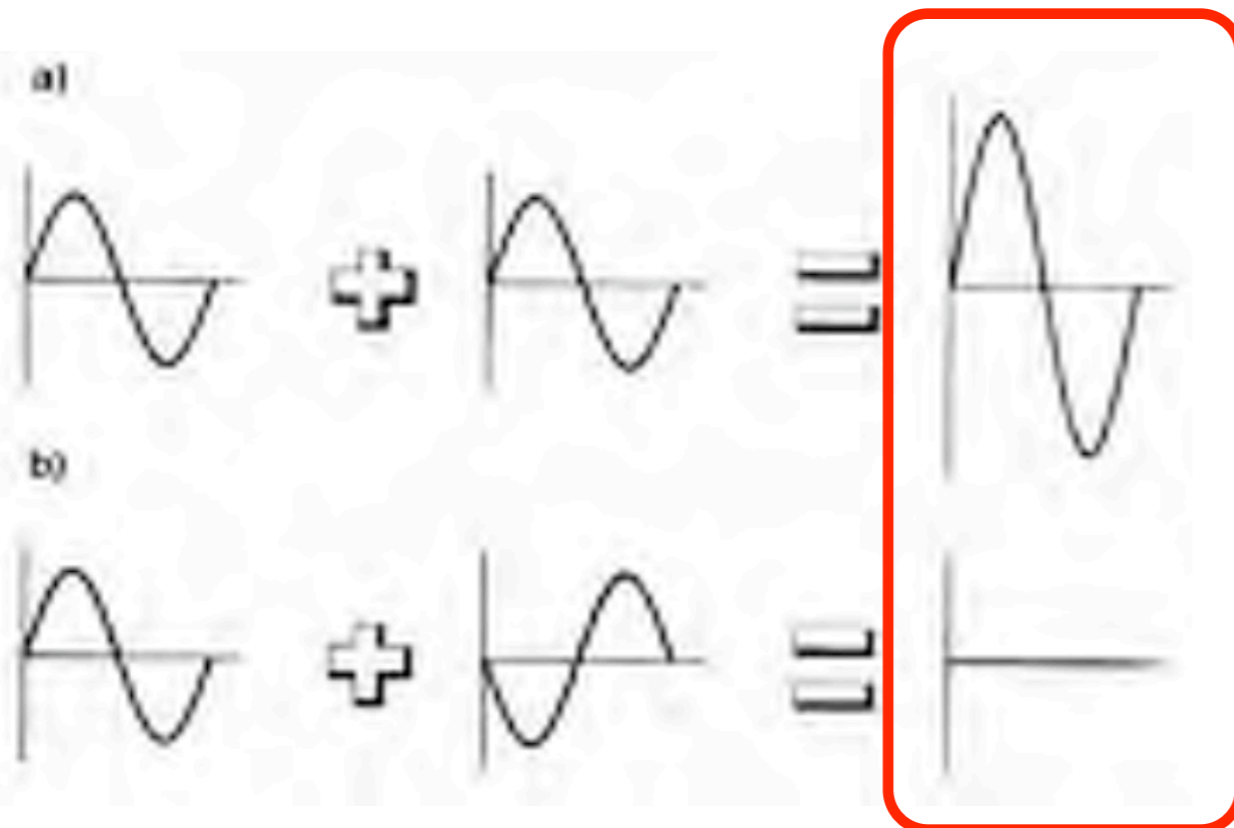
---



Jean Baptiste Joseph Fourier  
(1786-1830)

# Fourier Transformation

- Überlagerung zweier Schwingungen  $\rightarrow$  Addition zu einer neuen

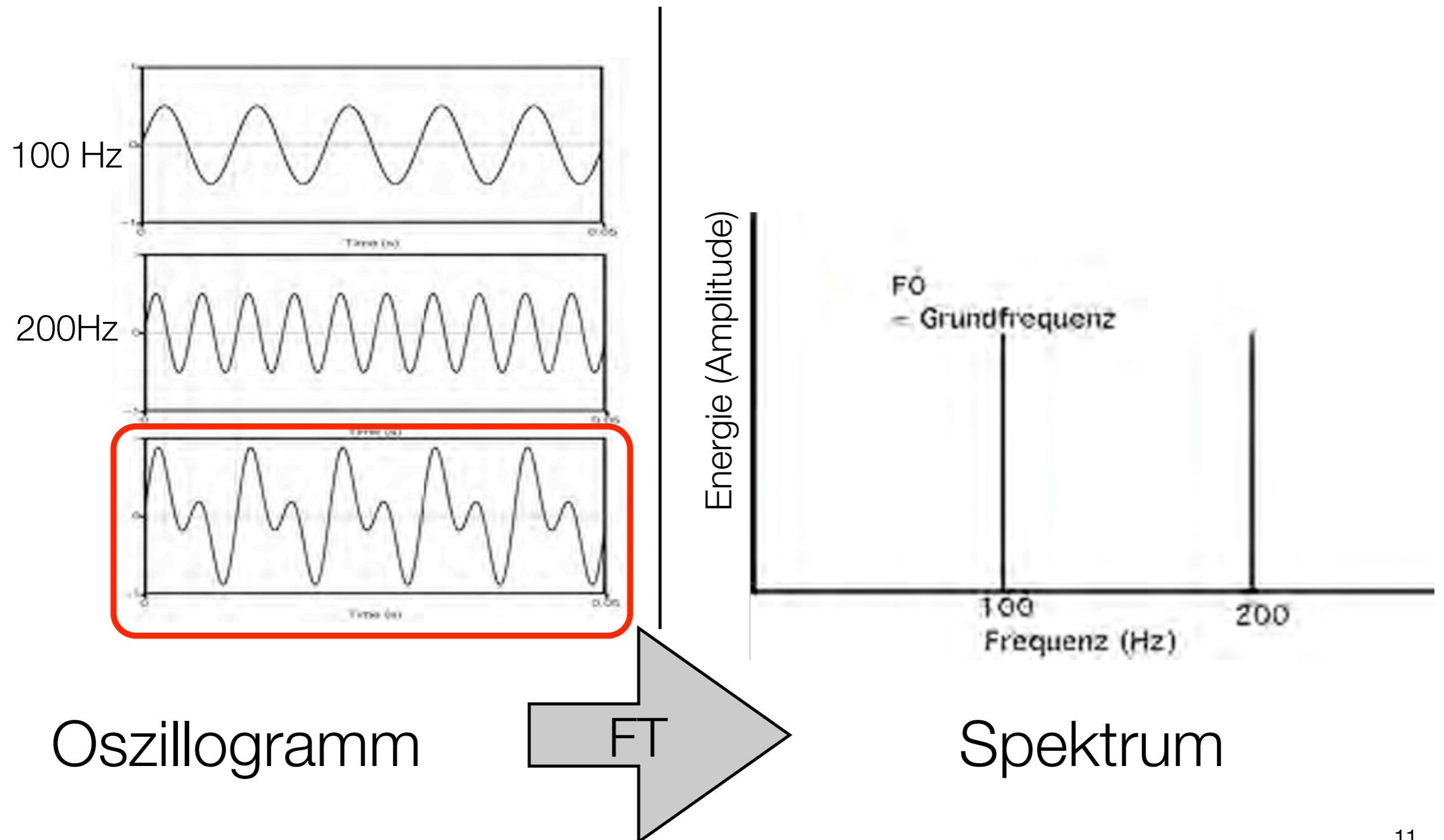


# Fourier Transformation

---

- Jedes (auch noch so komplexe) periodische Signal (z.B. Sprache) stellt eine Addition einfacher Sinusschwingungen dar
- Die FT zerlegt ein komplexes Signal in einzelne Sinusschwingungen mit unterschiedlicher Frequenz

# Fourier Transformation



# Spektrum

---

- 2 Dimensionen
  - **Frequenz [Hz]**
  - **Energie - Schalldruckpegel (Sound Pressure Level - SPL) [dB/Hz]**
- Dezibel - dB
  - Logarithmische Hilfseinheit
  - Faustregel: +10 dB entspricht ungefähr der doppelten Lautstärke

$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{\tilde{p}}{p_0} \right) \text{ dB}$$

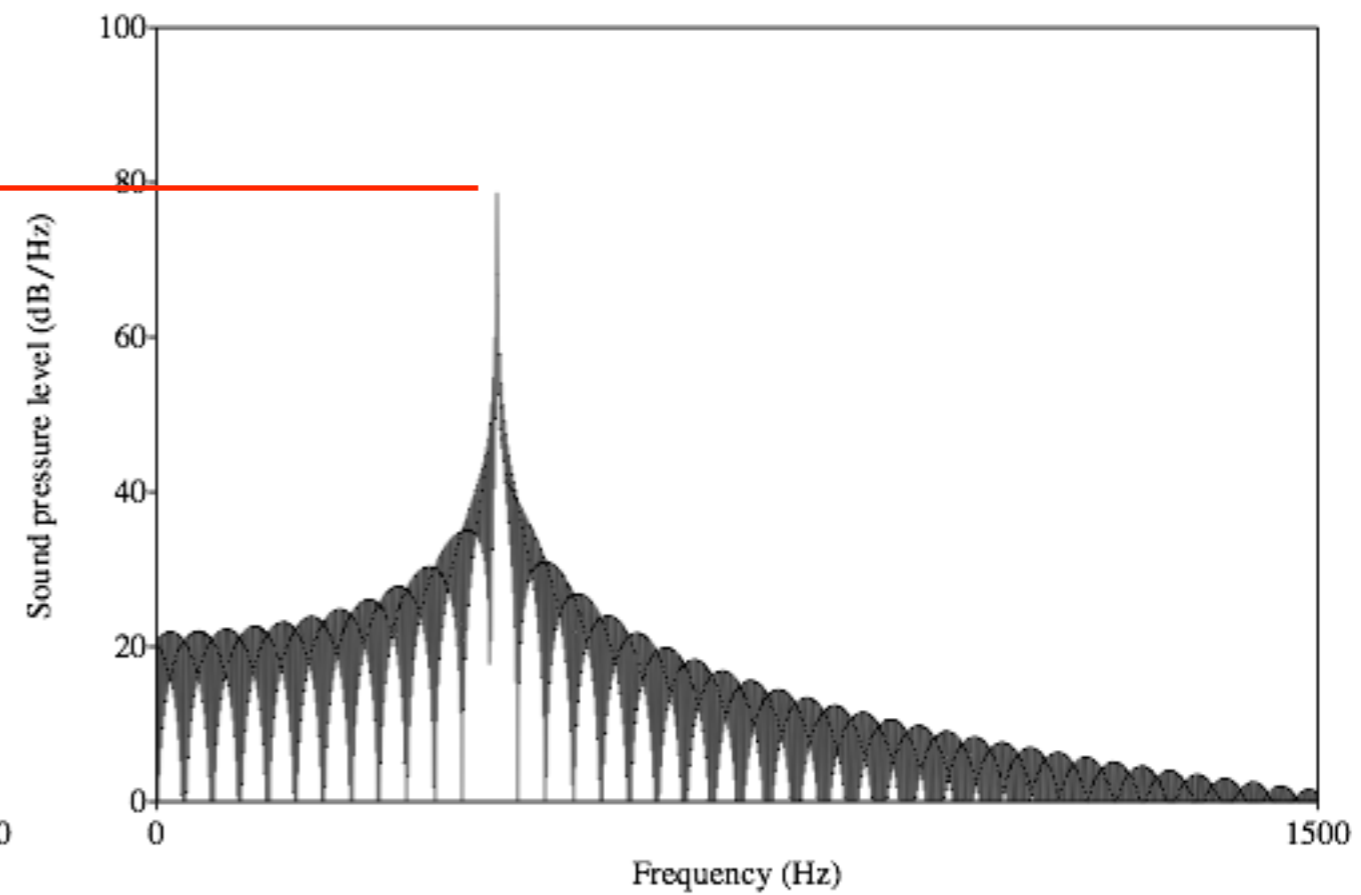
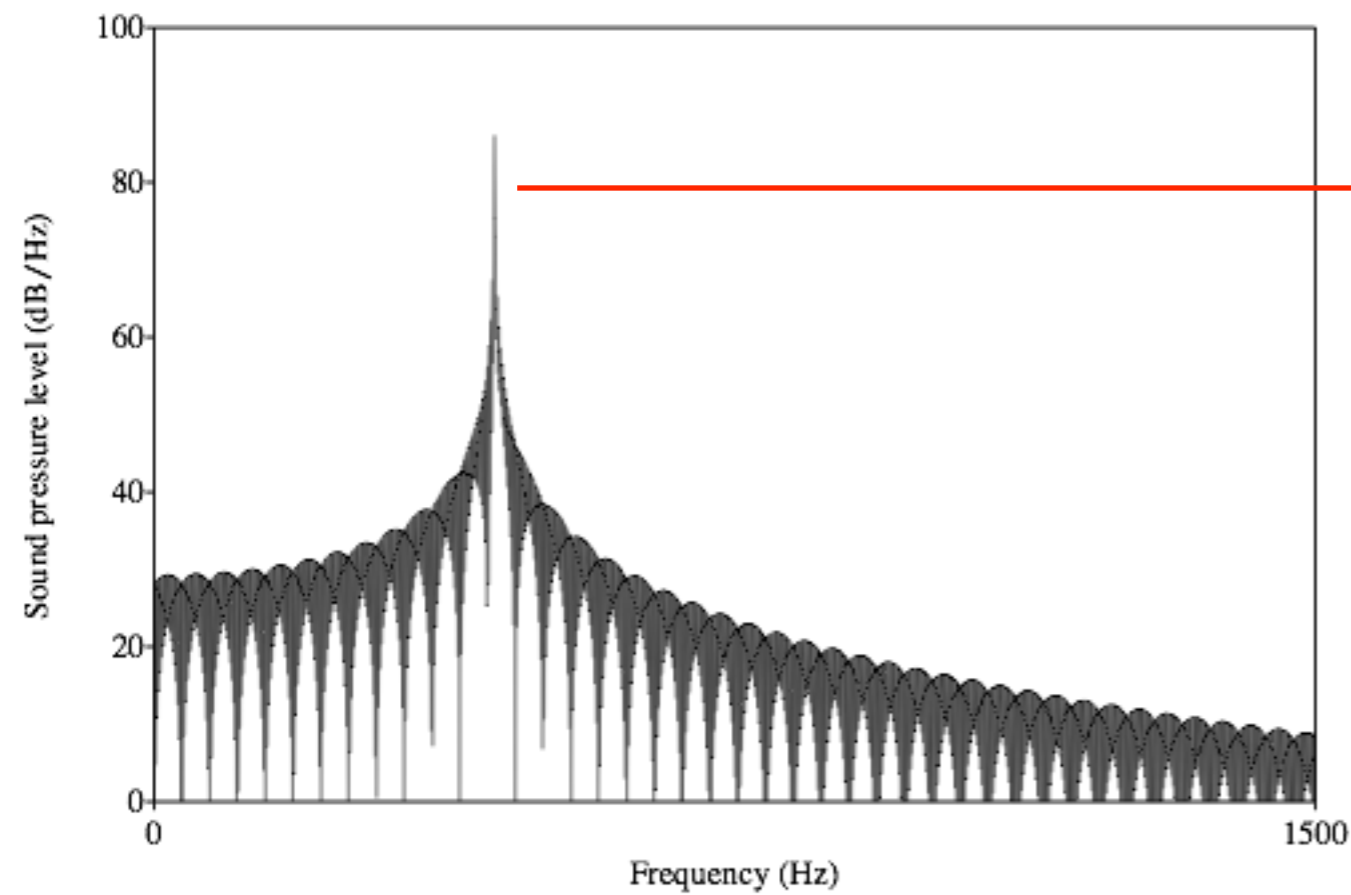
Schallereignis (Pa)

Referenzdruck (Pa)

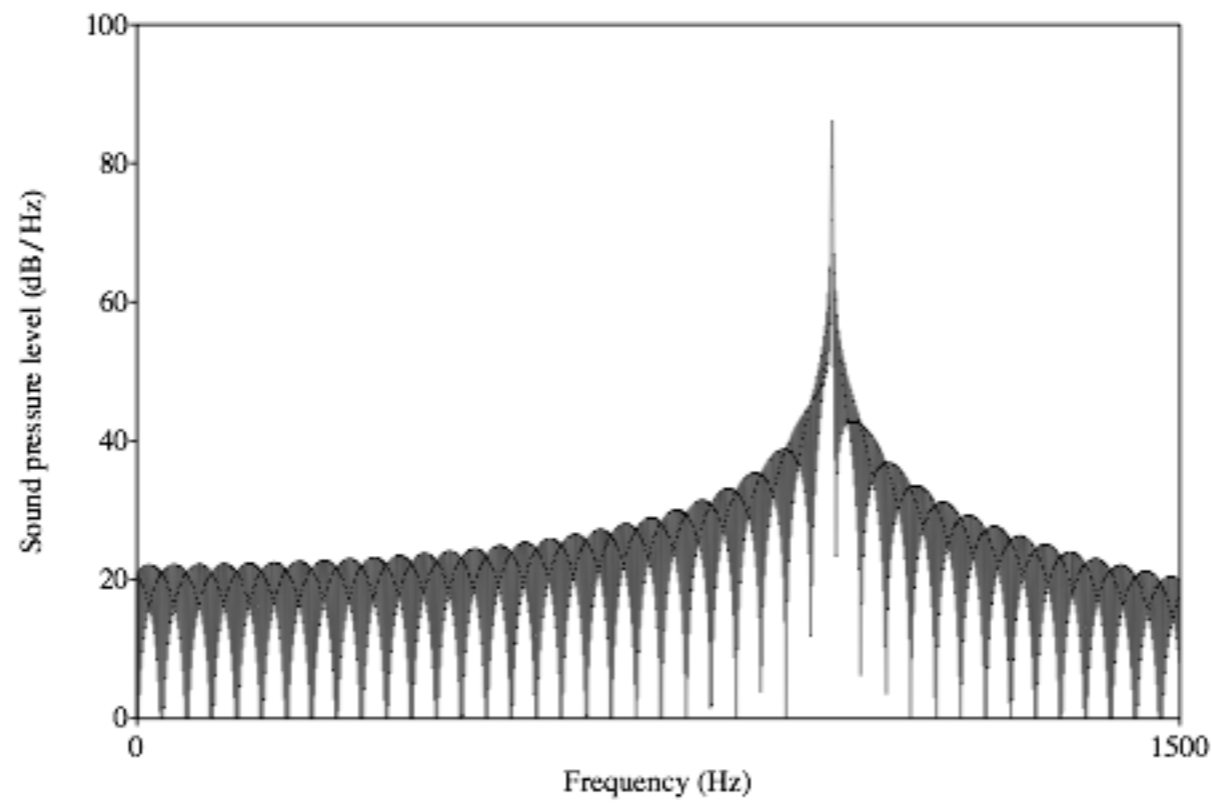
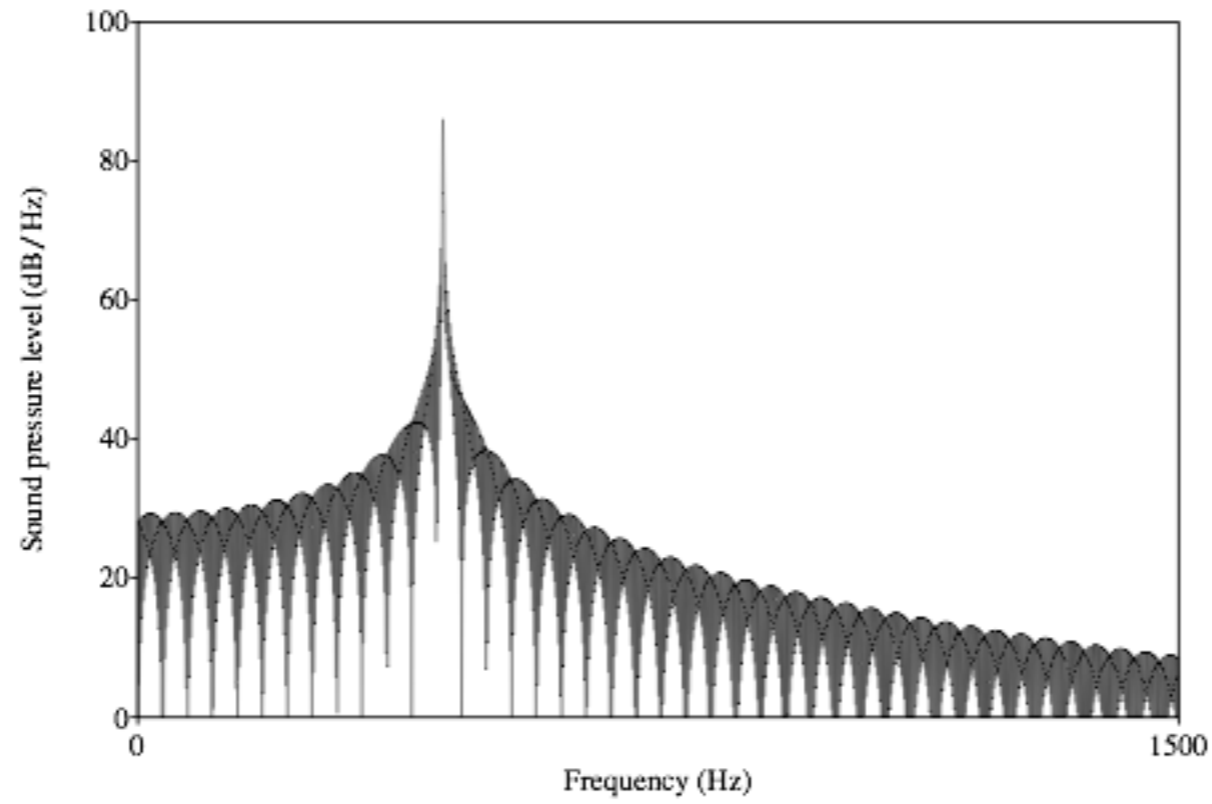
# Spektrum

---

- Welches Signal ist lauter, höher?

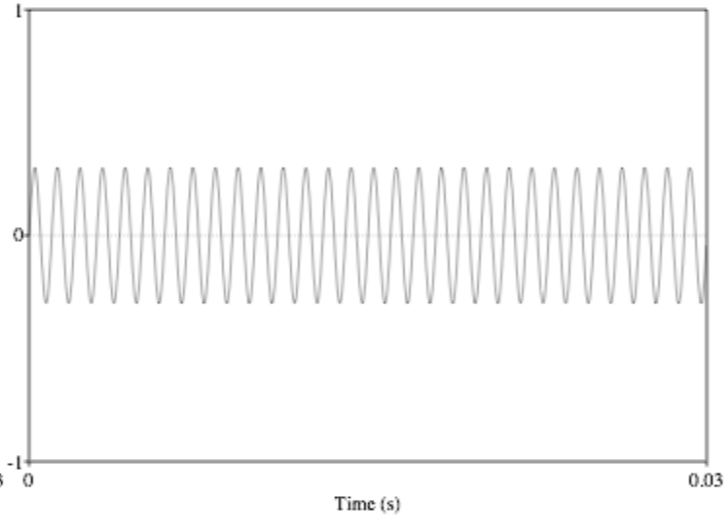
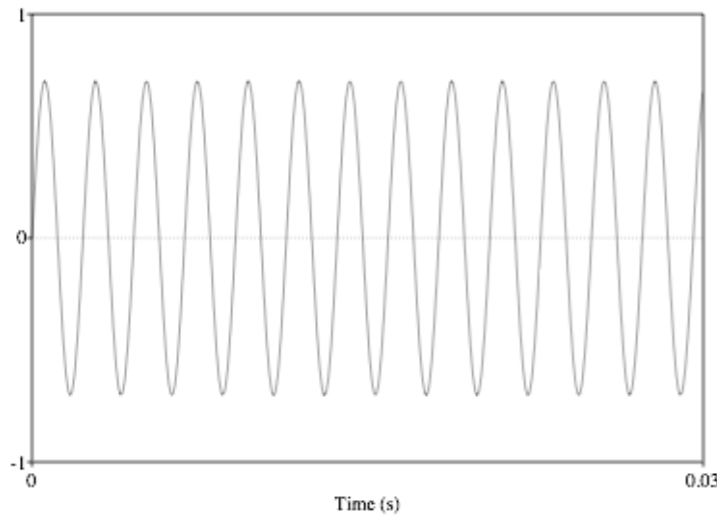


# Spektrum

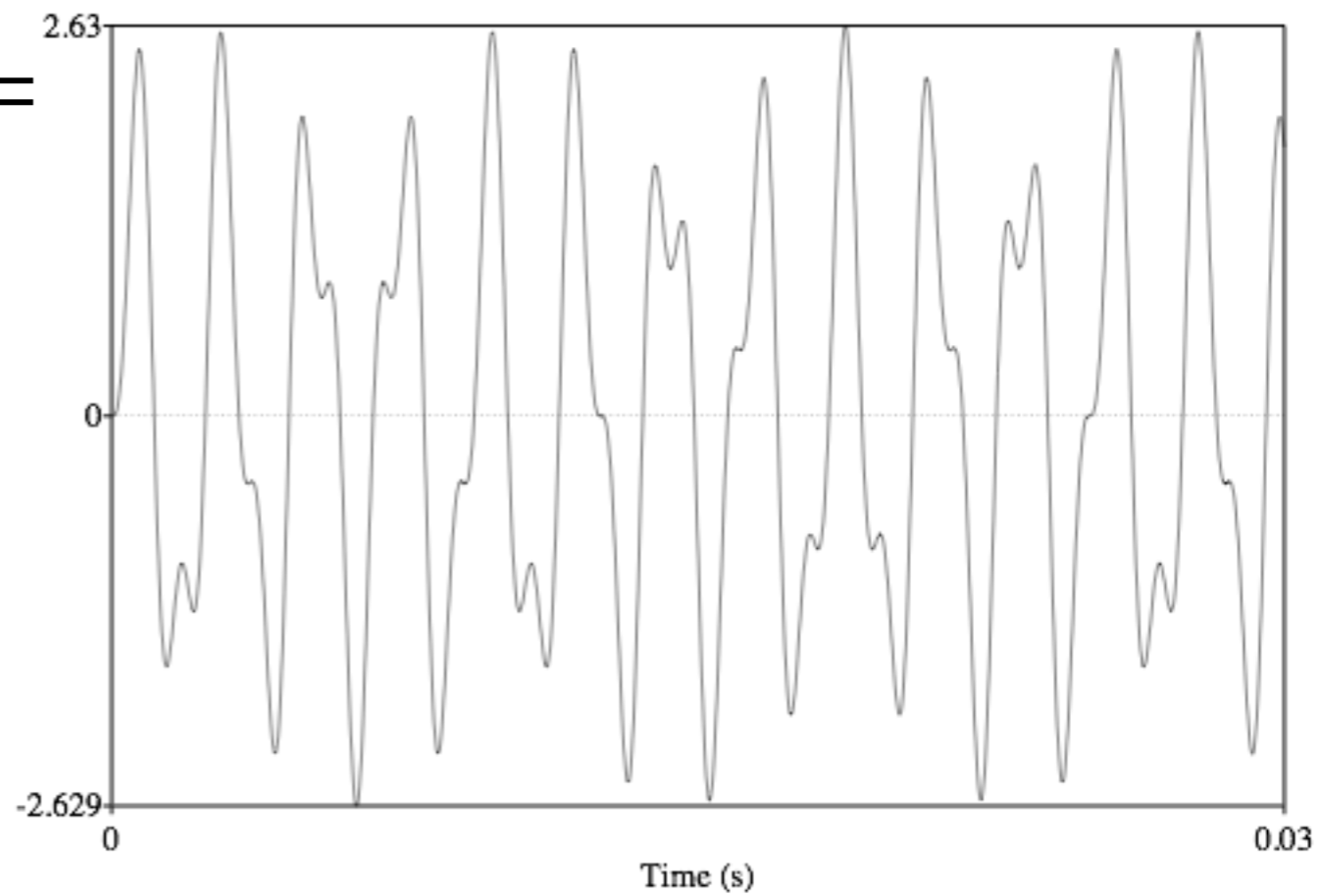


# Spektrum

---



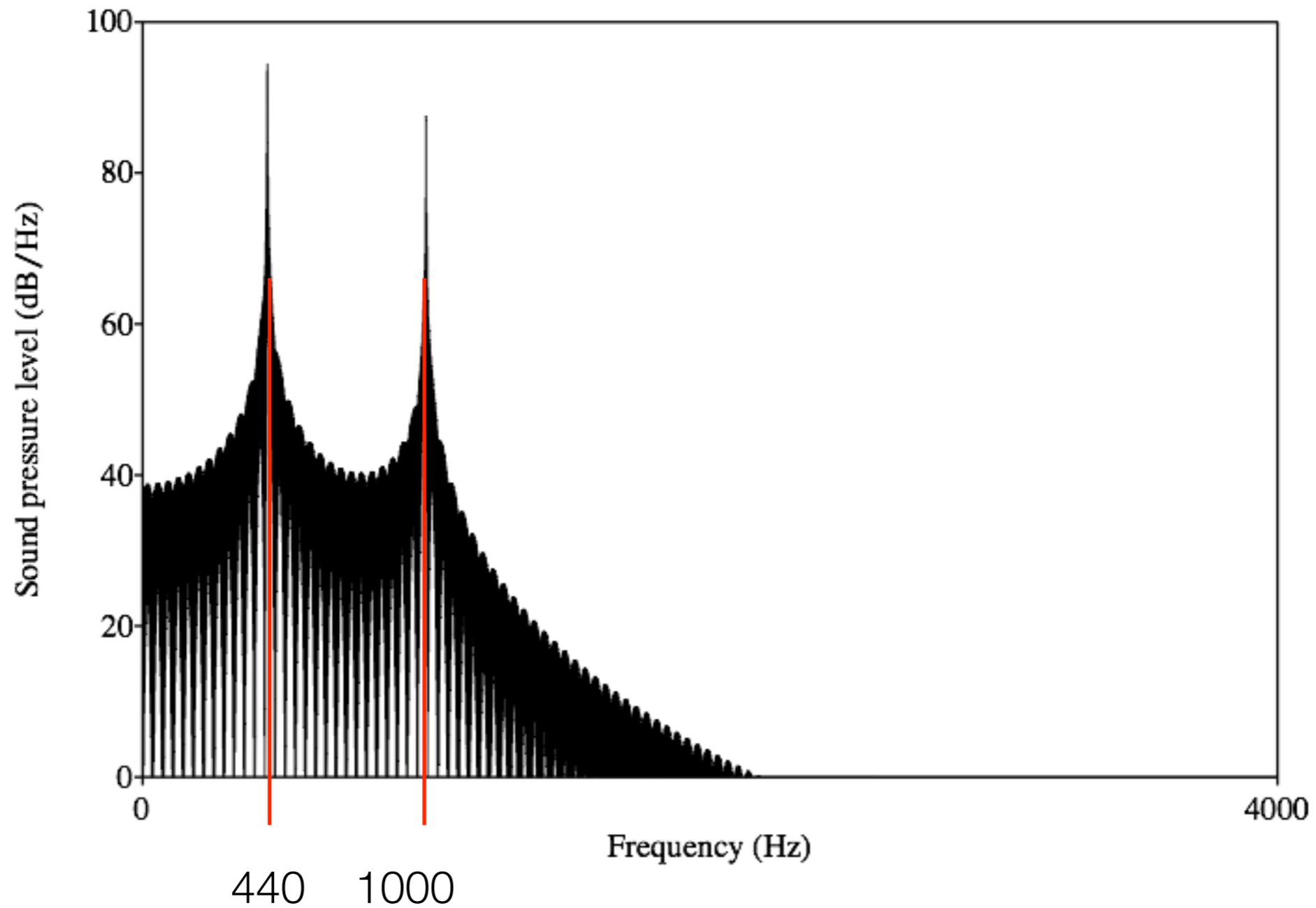
440 Hz + 1000 Hz =



# Spektrum

---

- Wie sieht das Spektrum aus?

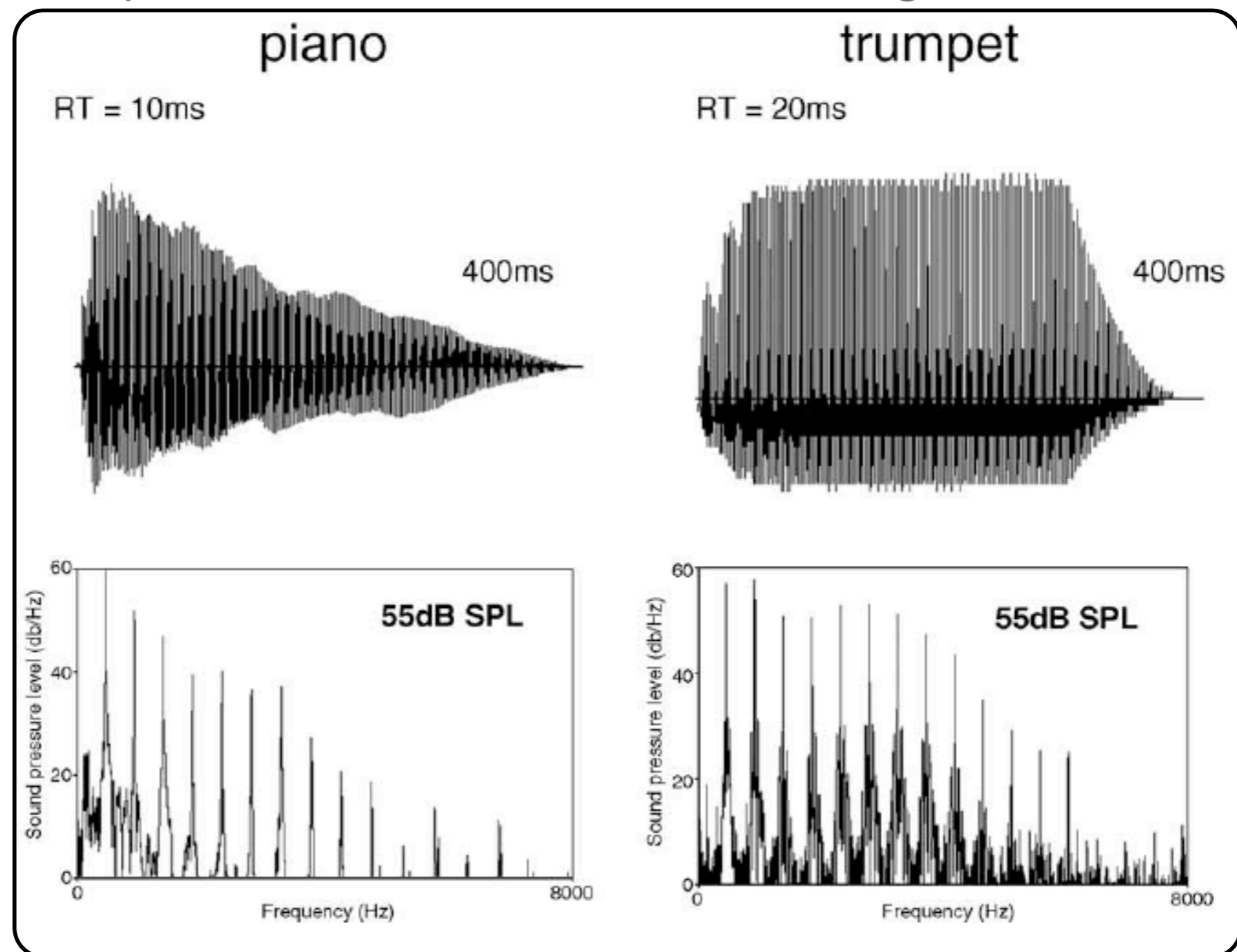


# Spektrum

- Was kann aus einem Spektrum ablesen?
  - Verteilung der Frequenzen und ihre Intensität → Klangfarbe

Klangfarbe

Im Zeitbereich



Im Frequenzbereich

# Spektrum

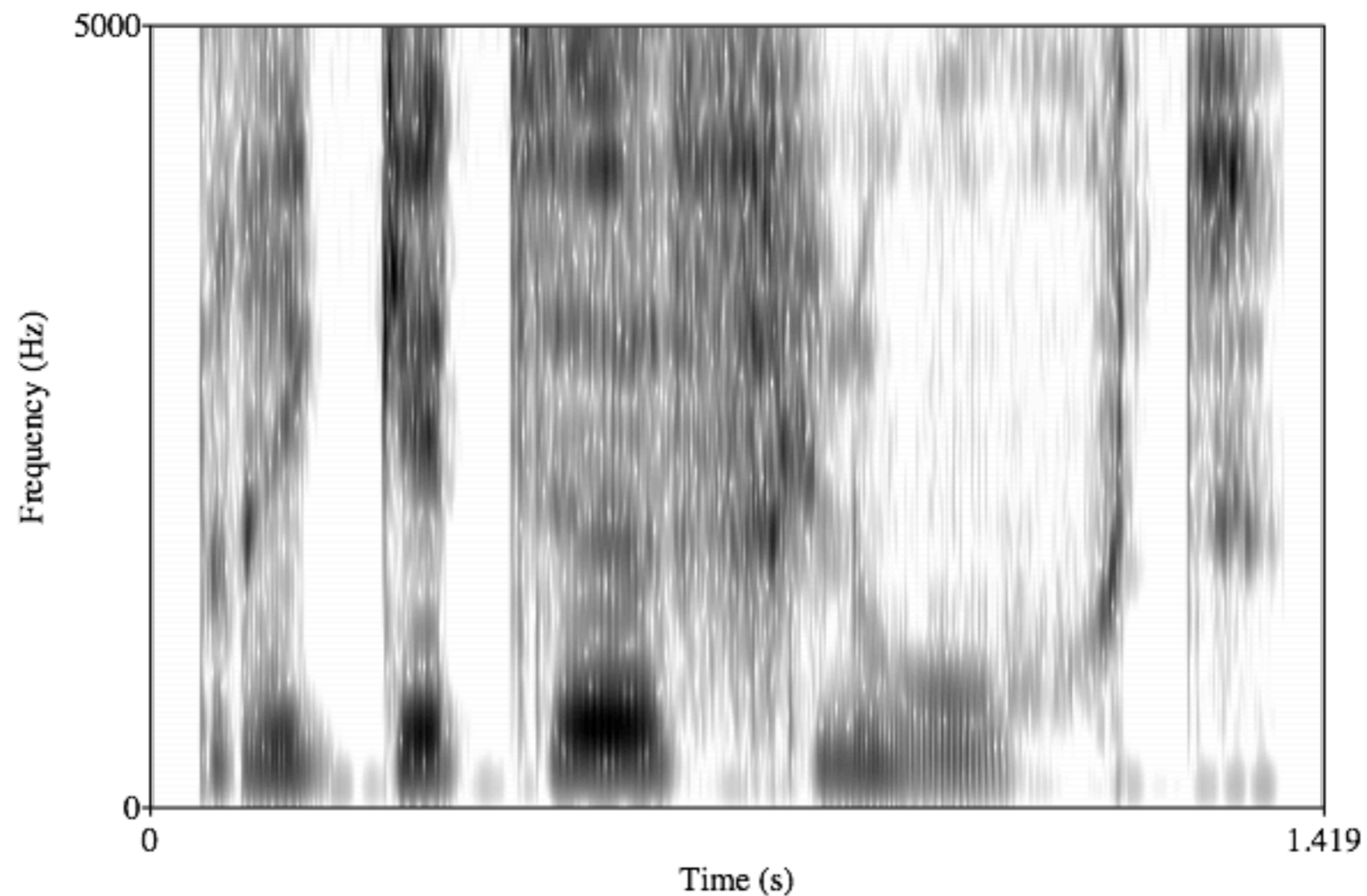
---

- Keine Aussage über Veränderungen, Trends über die Zeit
- → gut geeignet, um durchschnittliche Charakteristik eines Signals bzw. eingeschwungene Signale darzustellen
  
- Sprache, Musik... sind zeitlich sehr komplexe Signale
- → Darstellung im Spektrogramm

# Spektrogramm (=Sonagramm, Sonogramm)

---

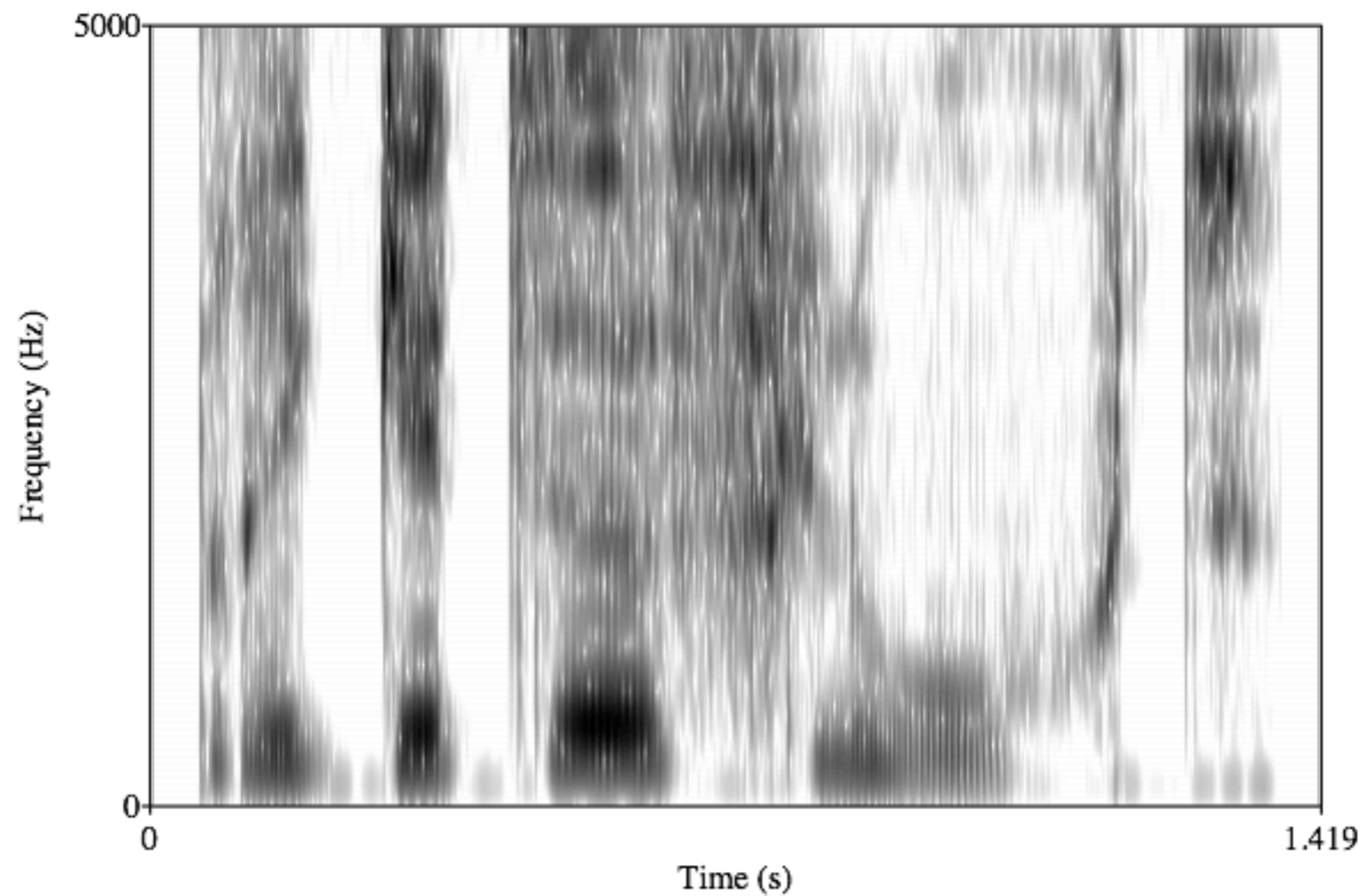
- 3 Dimensionen
  - x: Zeit
  - y: Frequenz
  - z (hier: Schwärzung): Energie (Intensität)



# Spektrogramm

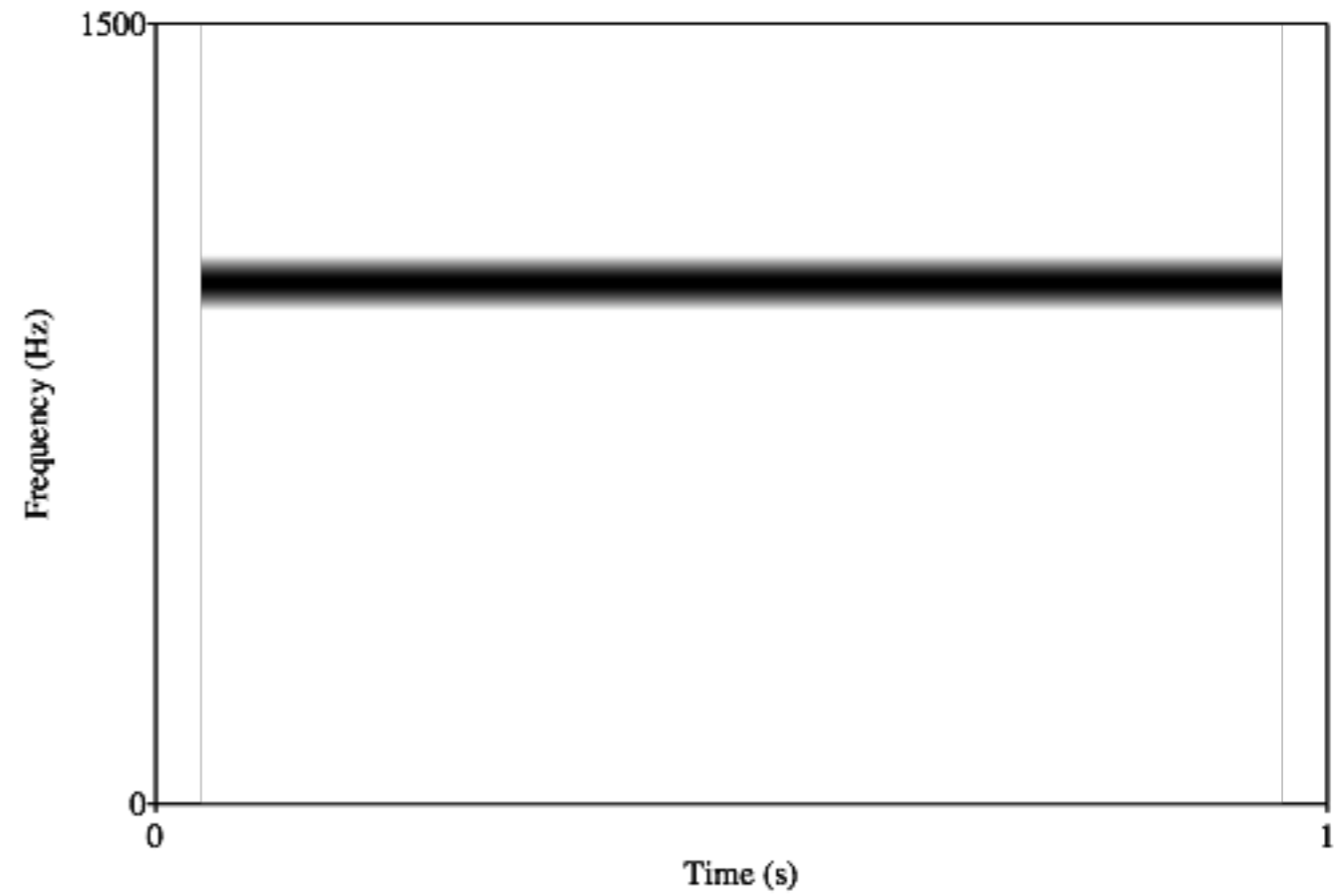
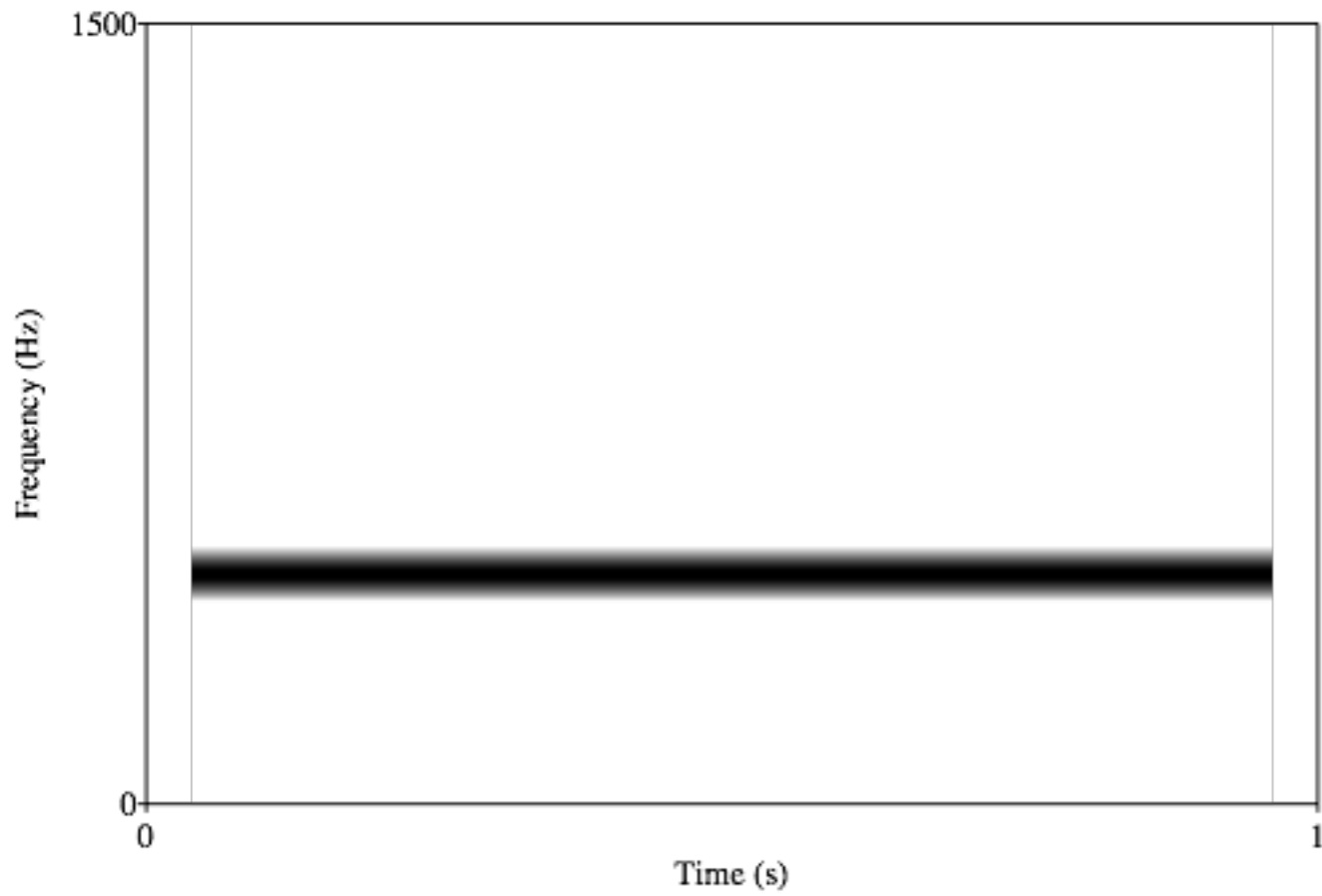
---

- Was kann man daraus ablesen?
  - Verteilung der Frequenzen und ihre Intensität
  - Verlauf über die Zeit



# Spektrogramm

---



# Zusammenfassung

---

	<b>Achsen</b>	<b>Gut Ablesbar</b>
<b>Oszillogramm</b>	Zeit Auslenkung	Lautstärke, Pausen/Segmente
<b>Spektrum</b>	Frequenz Intensität	Gesamtcharakteristik der Frequenz/Intensität, Klangfarbe
<b>Spektrogramm</b>	Zeit Frequenz Intensität	Frequenz- & Intensitätsverlauf über die Zeit

# Übersicht

---

- **I Theorie**

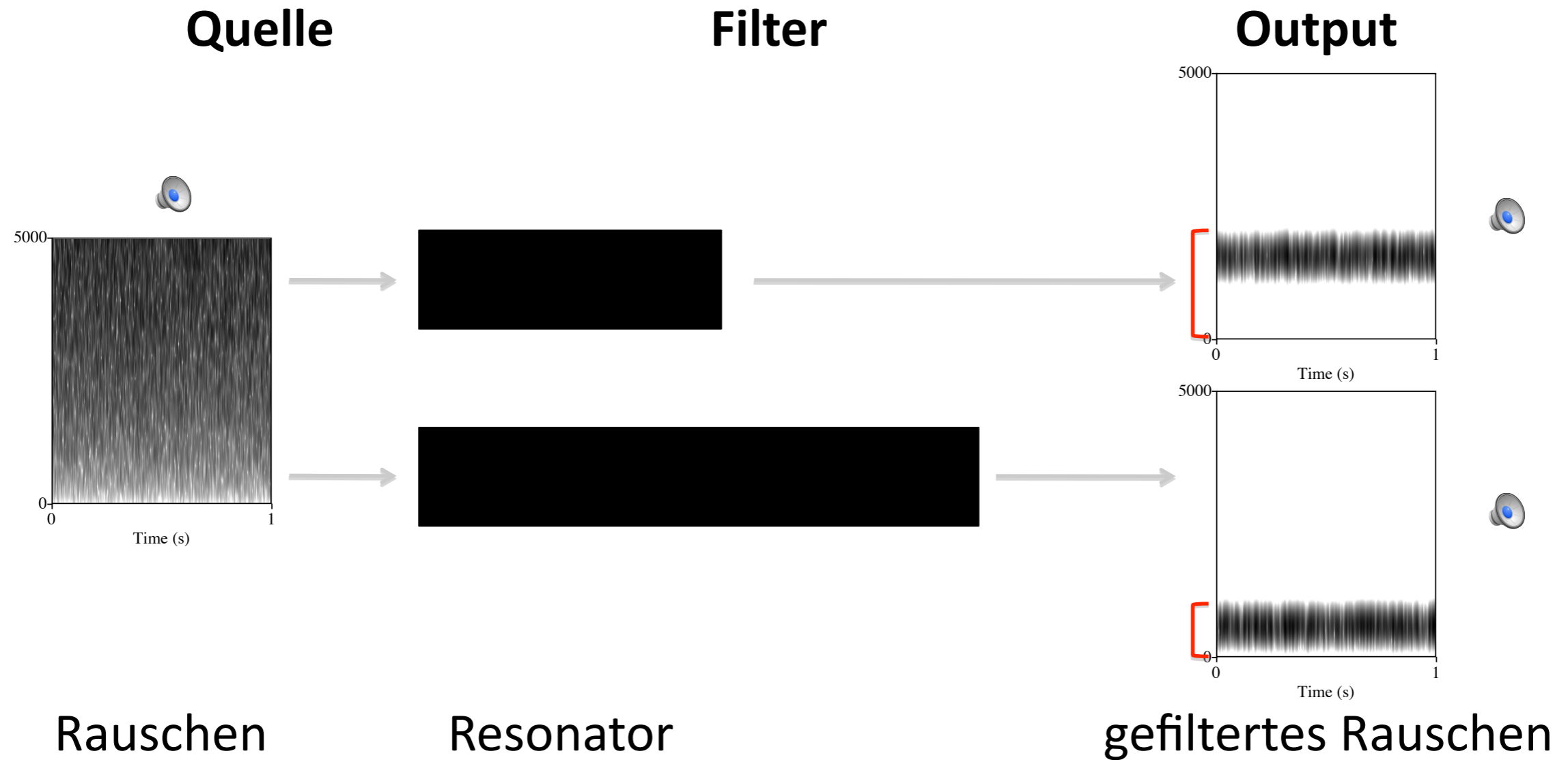
- Das Oszillogramm
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- **Formanten**

- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- Overtone Analyzer
- Voce Vista
- Divas
- Anwendungsbeispiele

- Resonanzfrequenz

- je grösser das Objekt desto tiefer  $f_{\text{res}}$



- Vokaltrakt als Resonator

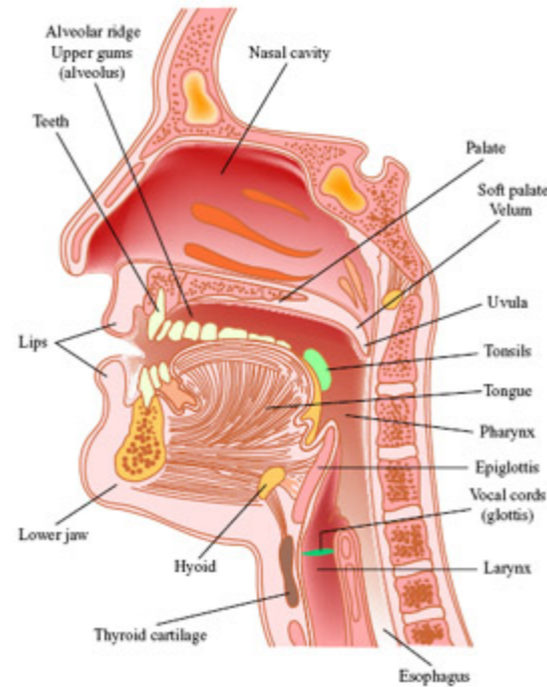
- Vokalproduktion

## Quelle



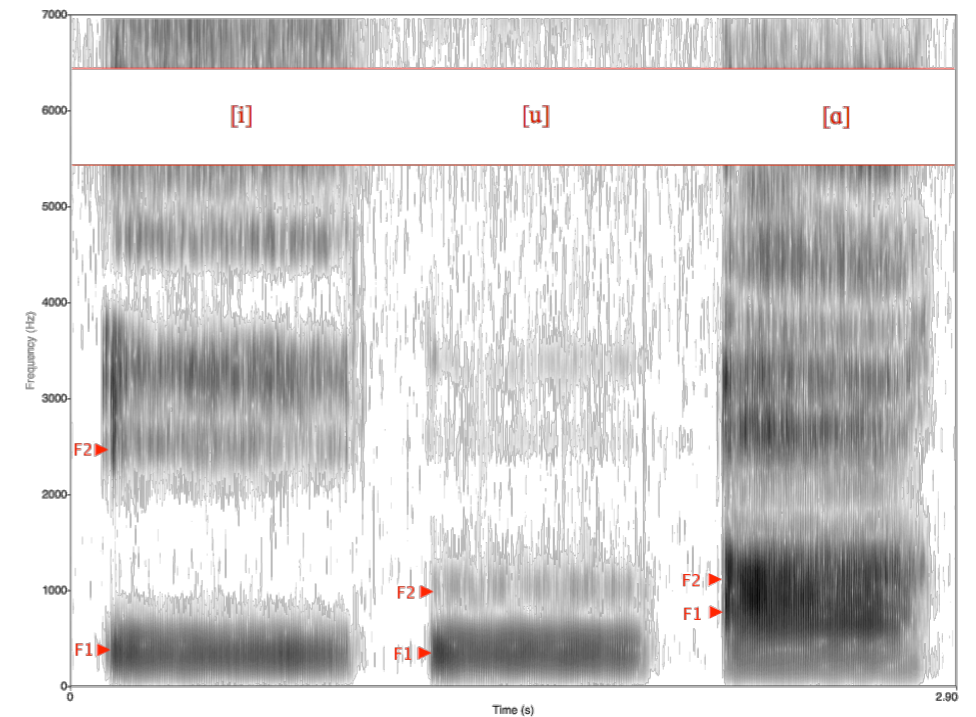
Stimmklappen

## Filter



Vokaltrakt

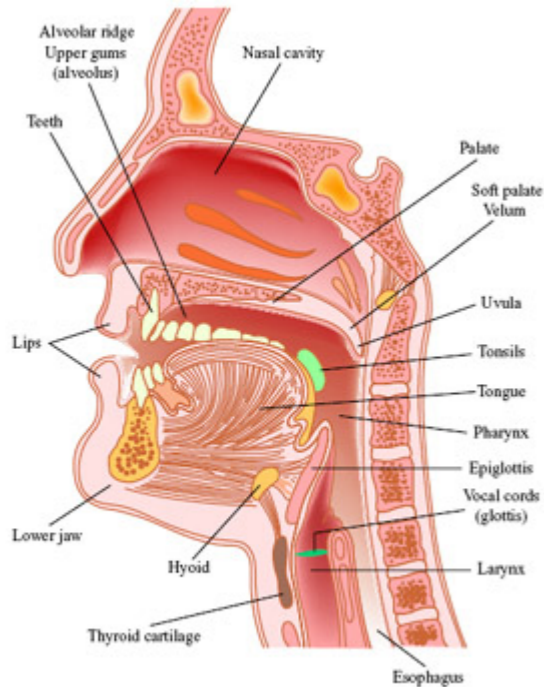
## Output



Sprache

# Formanten

## Entstehung einer Lautäusserung - Quelle/Filter-Theorie



supralaryngal

**Ansatzrohr** (Mund-, Nasen-, Rachenraum (Pharynx)):  
Artikulation = Modulation / Filterung des Quellsignals  
→ Ausdifferenzierung der Phoneme → Formanten

**Larynx** (Kehlkopf):

Phonation = Erzeugung eines akustischen Signals  
(Schwingung der Stimmbänder mit Grundfrequenz  $f_0$ ) -  
Quellsignal

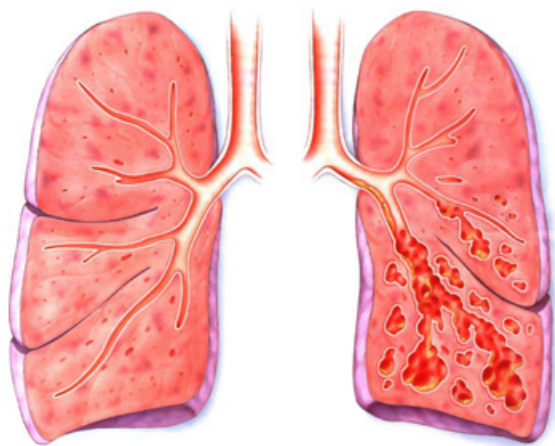
laryngal

→ Tonhöhe ( $f_0$ ), Stimmqualität (zB gepresst)

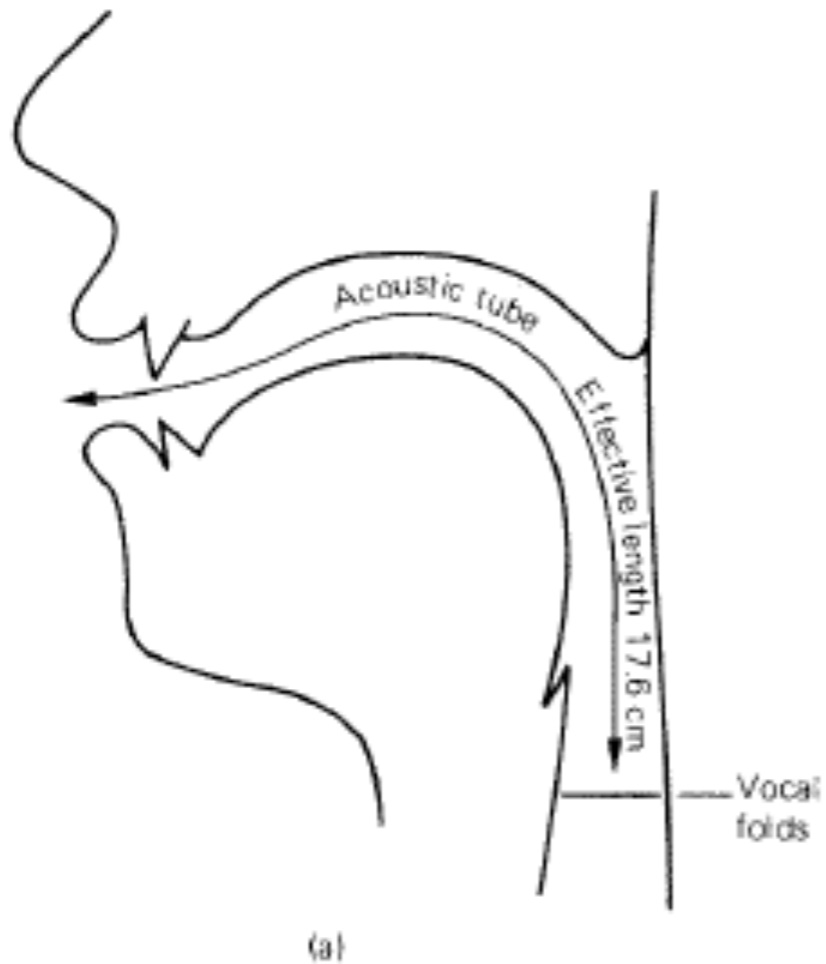
**Lunge:** Luftdruck

→ Lautstärke

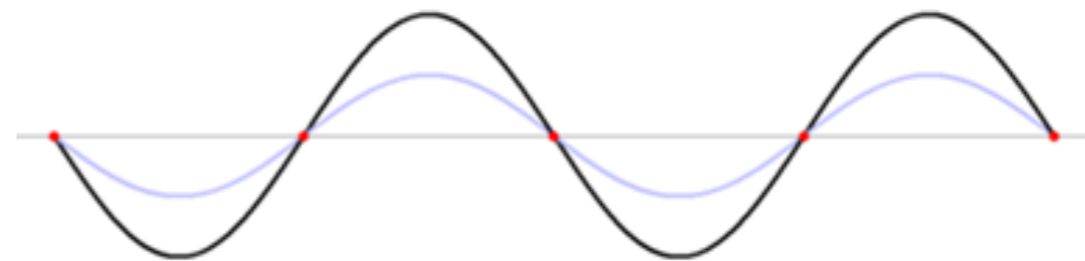
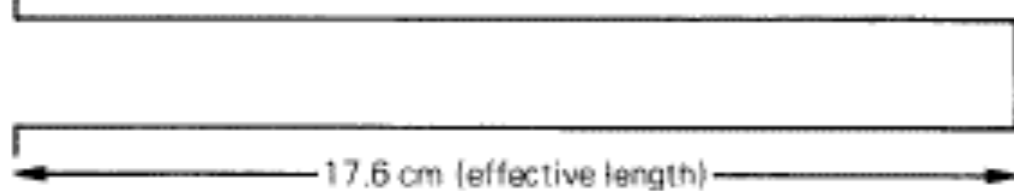
sublaryngal



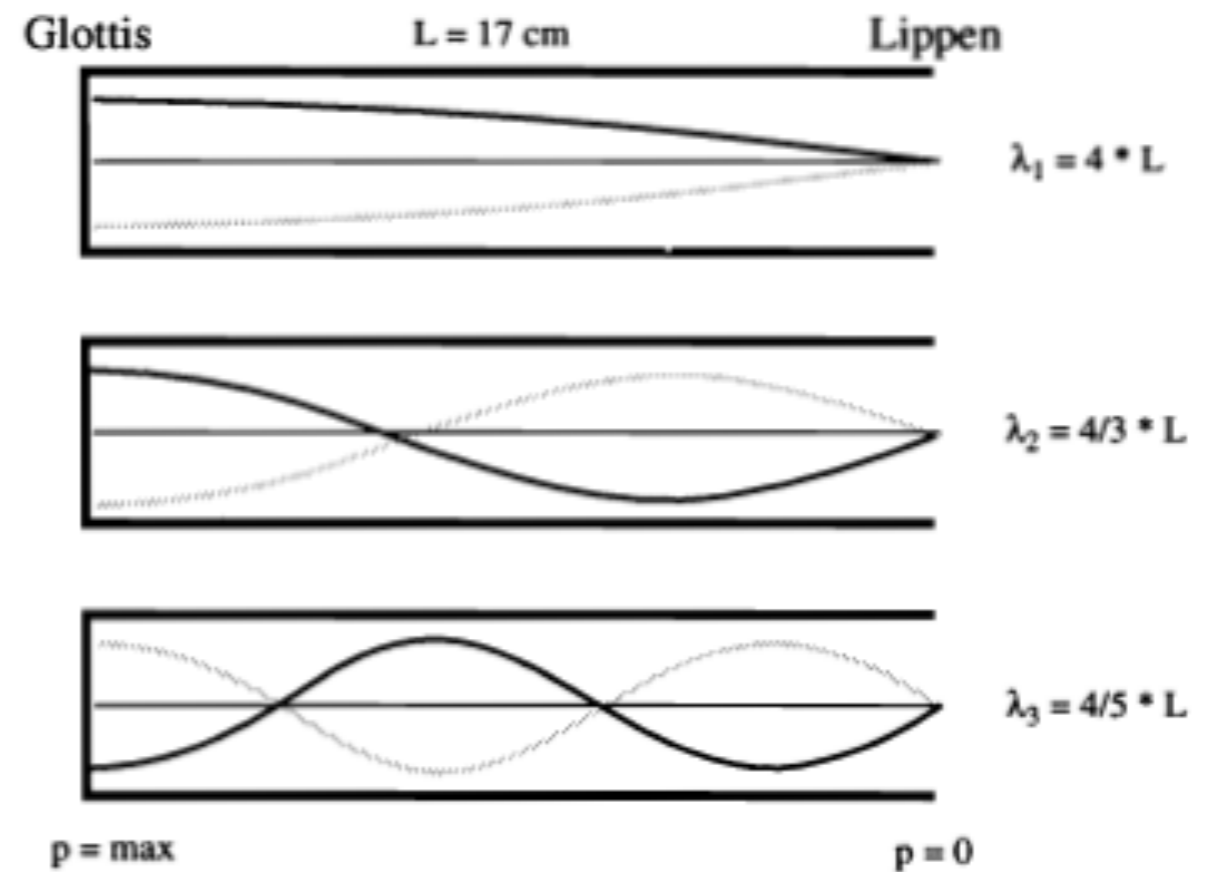
# Formanten



Ansatzrohr als einfaches Röhrenmodell



„stehende Wellen“ überlagern sich



# Formanten

---

## Von der Wellenlänge zur Frequenz

Frequenz einer Welle:  $f = c/\lambda$

$c$ : Schallgeschwindigkeit (ca. 34000 cm/s);  $\lambda$ : Wellenlänge  
für  $L=17$  cm:

$$\lambda_1 = 4 \cdot L = 68 \text{ cm}$$

$$f_1 = c/\lambda_1 = 34000/68 = 500 \text{ Hz}$$

$$\lambda_2 = (4/3) \cdot L = 22.667 \text{ cm}$$

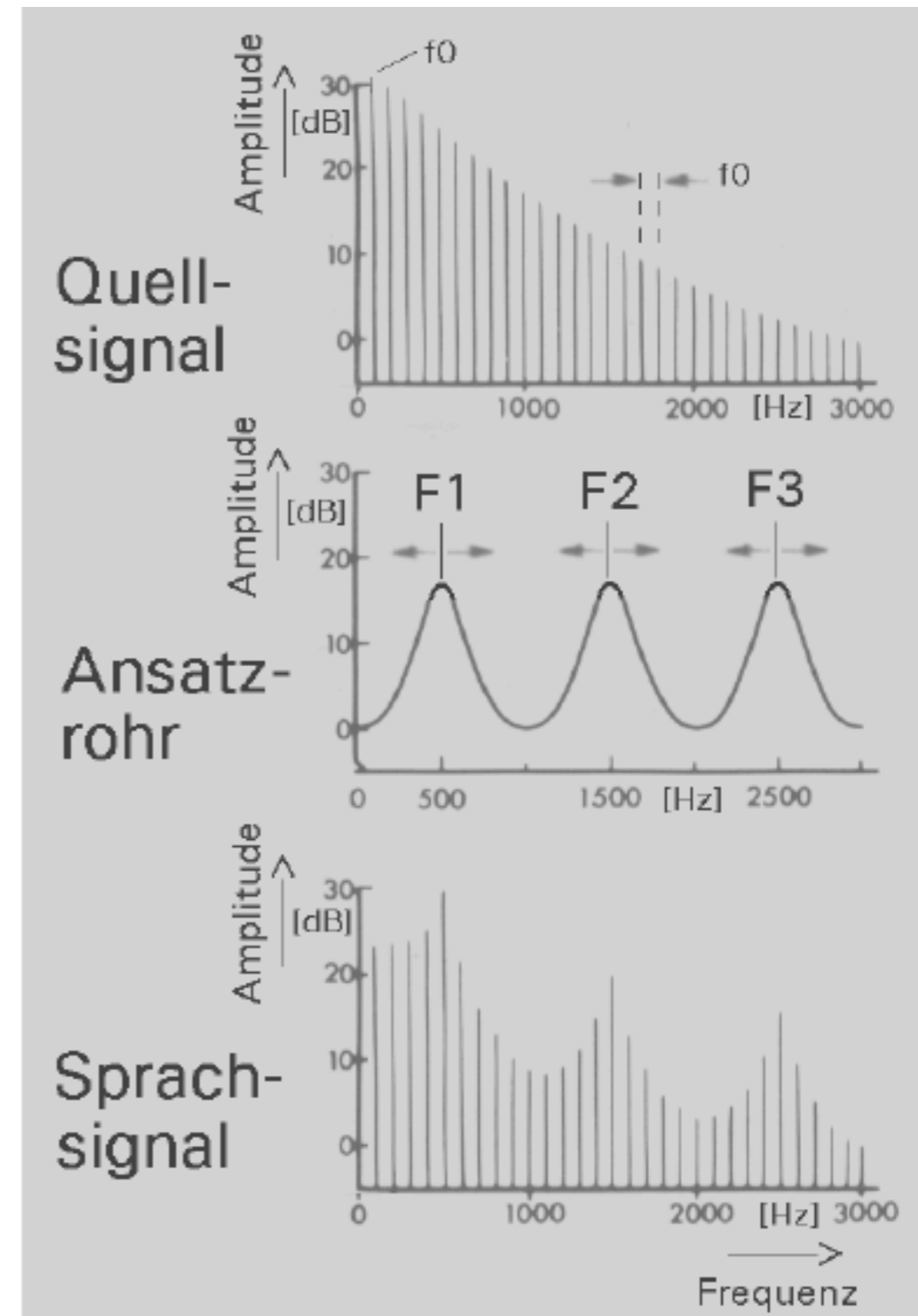
$$f_2 = c/\lambda_2 = 34000/22.6667 = 1500 \text{ Hz}$$

$$\lambda_3 = (4/5) \cdot L = 13.6 \text{ cm}$$

$$f_3 = c/\lambda_3 = 34000/13.6 = 2500 \text{ Hz}$$

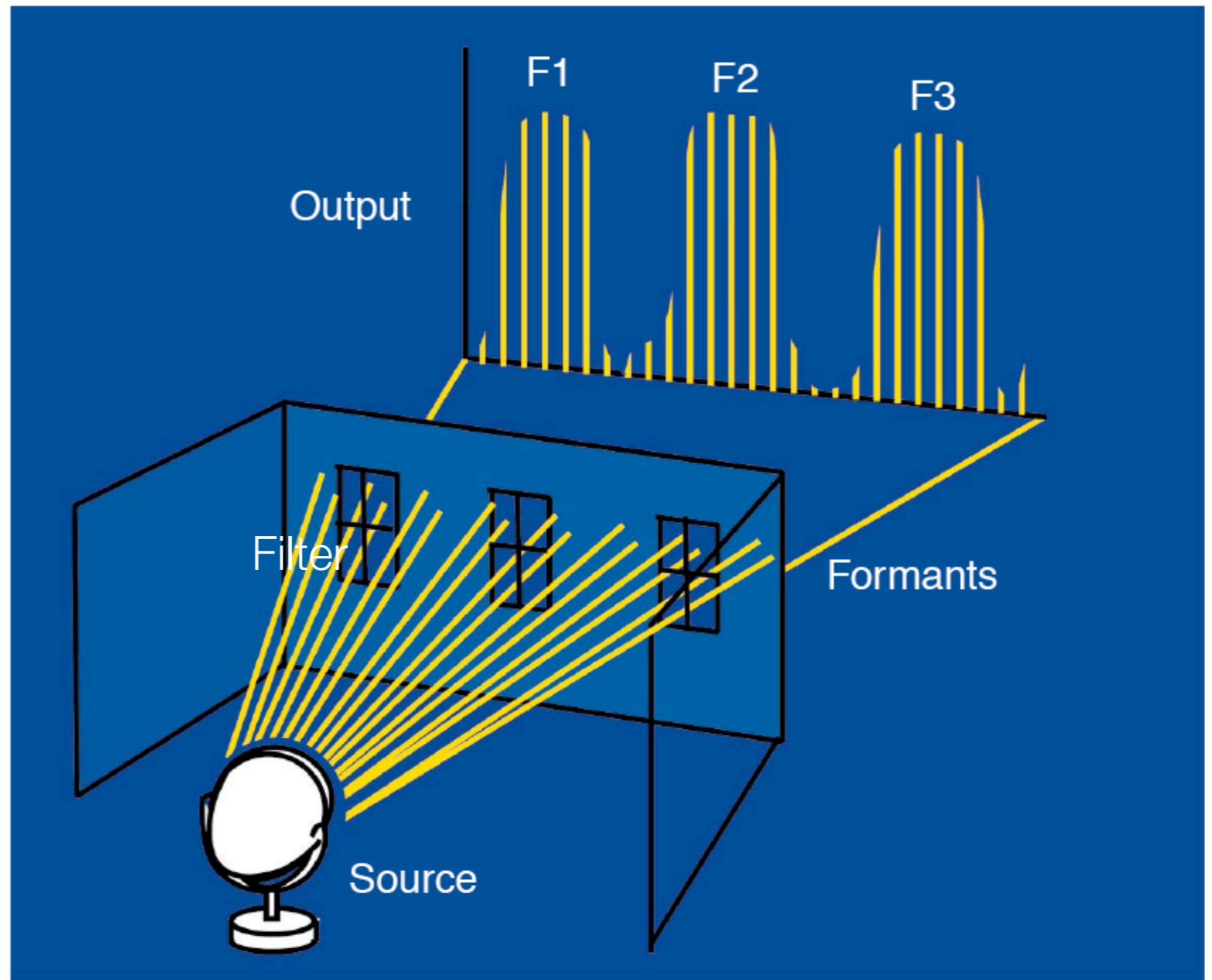
# Formanten

- Quellsignal:  $f_0$  & Harmonische (ganzzahlige Vielfache von  $f_0$ )
- Je nach Geometrie und Stellung der Artikulatoren können bestimmte Frequenzen in Resonanz schwingen.
- Es ergeben sich Amplitudenmaxima
- → **Formanten**: Konzentration akustischer Energie in einem Frequenzband

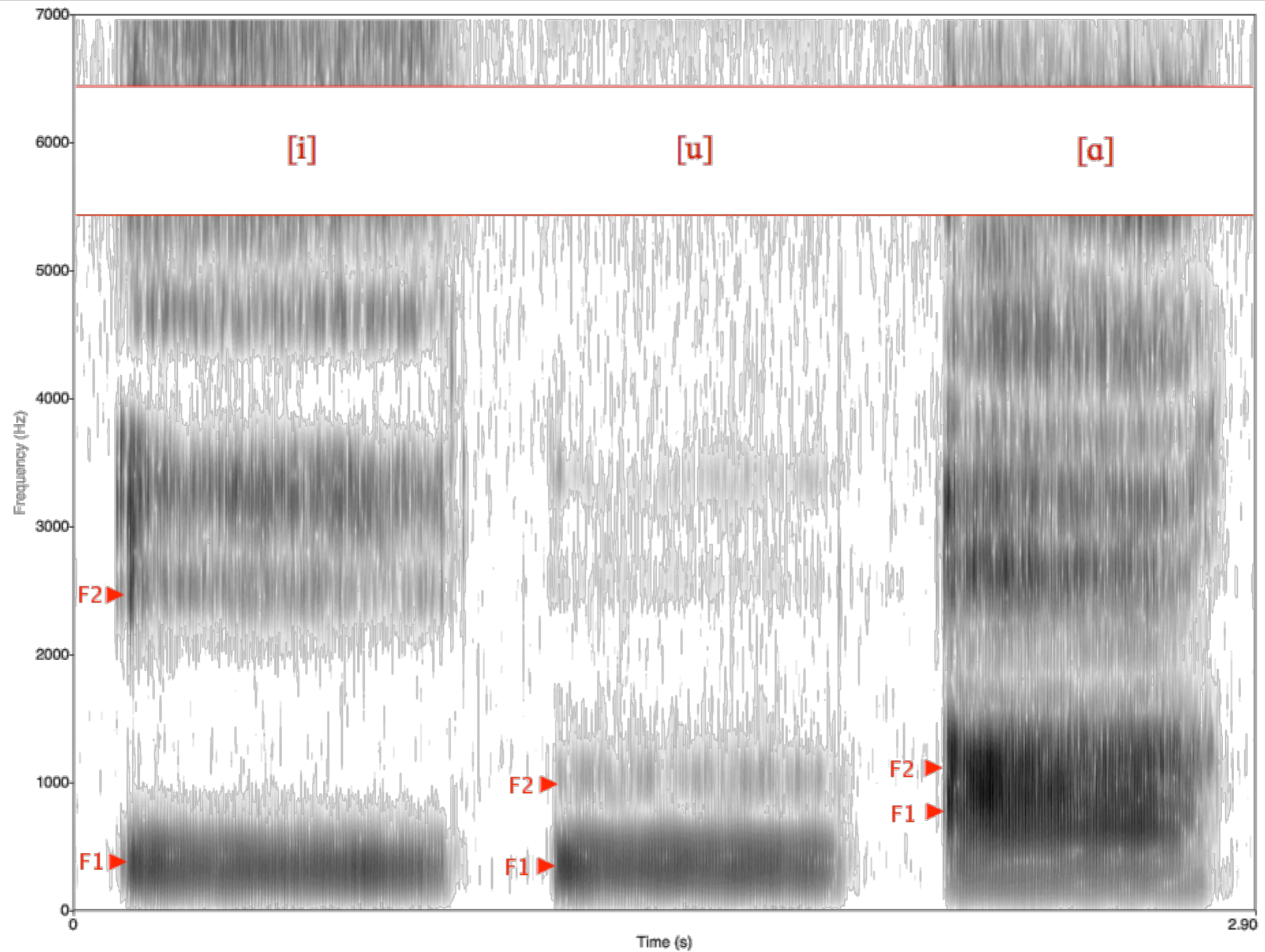


# Formanten

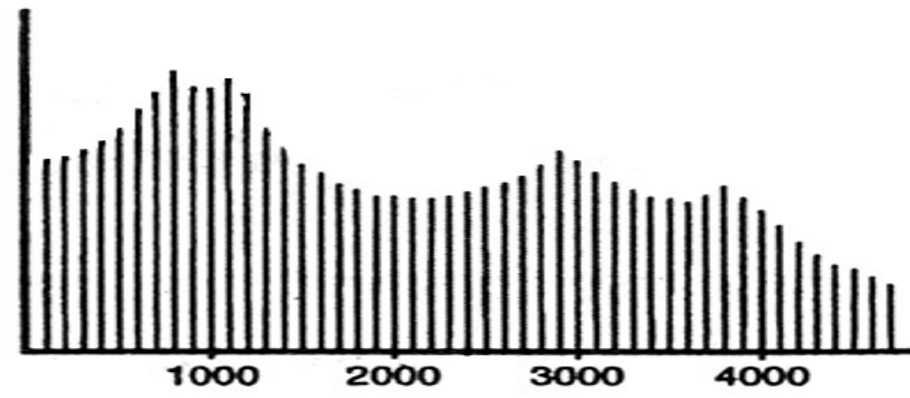
- Konzentration akustischer Energie in einem Frequenzband
- Im Spektrogramm sichtbar



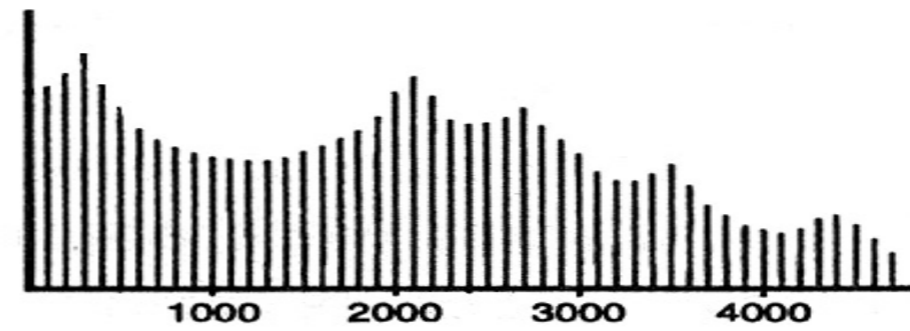
# Formanten Im Spektrogramm



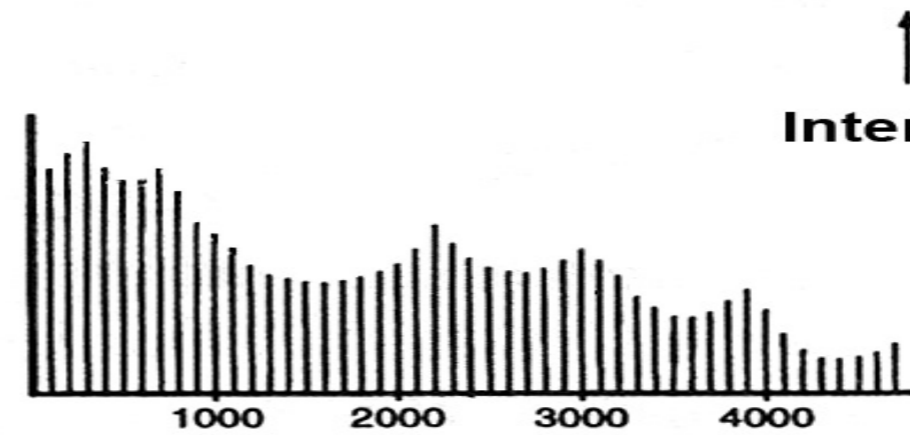
*/a/*



*/i/*



*/u/*



↑  
Intensität

Frequenz (Hz)

# Übersicht

---

- **I Theorie**

- Das Oszillogramm
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- Formanten

- **II Praxis**

- **Übersicht der Stimmanalyseprogramme**
- Overtone Analyzer
- Voce Vista
- Divas
- Anwendungsbeispiele

# Übersicht der Softwareprogramme zur Stimmanalyse

---

Software	Anbieter	Homepage	Freeware	Vollversion
<b>Overtone Analyzer</b>	Sygyt Software	<a href="http://www.sygyt.com">www.sygyt.com</a>	ja	99 € bis 249 €
<b>Praat</b>	Institute of Phonetic Sciences	<a href="http://www.praat.org">www.praat.org</a>	ja	nein
<b>Estill Voice Print</b>	Estill Voice Training	<a href="http://www.trainmyvoice.com">www.trainmyvoice.com</a>	nein	45 €
<b>VoceVista-Pro</b>	VoceVista	<a href="http://www.vocevista.com">www.vocevista.com</a>	nein	300 € bis 600 €
<b>WaveSurfer</b>	KTH Royal Institute of Technology	<a href="http://www.speech.kth.se/wavesurfer">www.speech.kth.se/wavesurfer</a>	ja	nein
<b>Audacity</b>	AudacityStore.com	<a href="http://www.audacity.sourceforge.net">www.audacity.sourceforge.net</a>	ja	nein
<b>DiVAS Stimmdiagnostik</b>	XION medical	<a href="http://www.xion-medical.com">www.xion-medical.com</a>	nein, Demoversion	980 €
<b>lingWAVES</b>	WEVOSYS	<a href="http://www.wevosys.com">www.wevosys.com</a>	nein	ab 990 €
<b>CSL- MDVP / Visi-Pitch IV</b>	Kay Elemetrics Corp.	<a href="http://www.heinemann-ent.de">www.heinemann-ent.de</a>	nein	2 344 € bis 3 148 €

# Übersicht

---

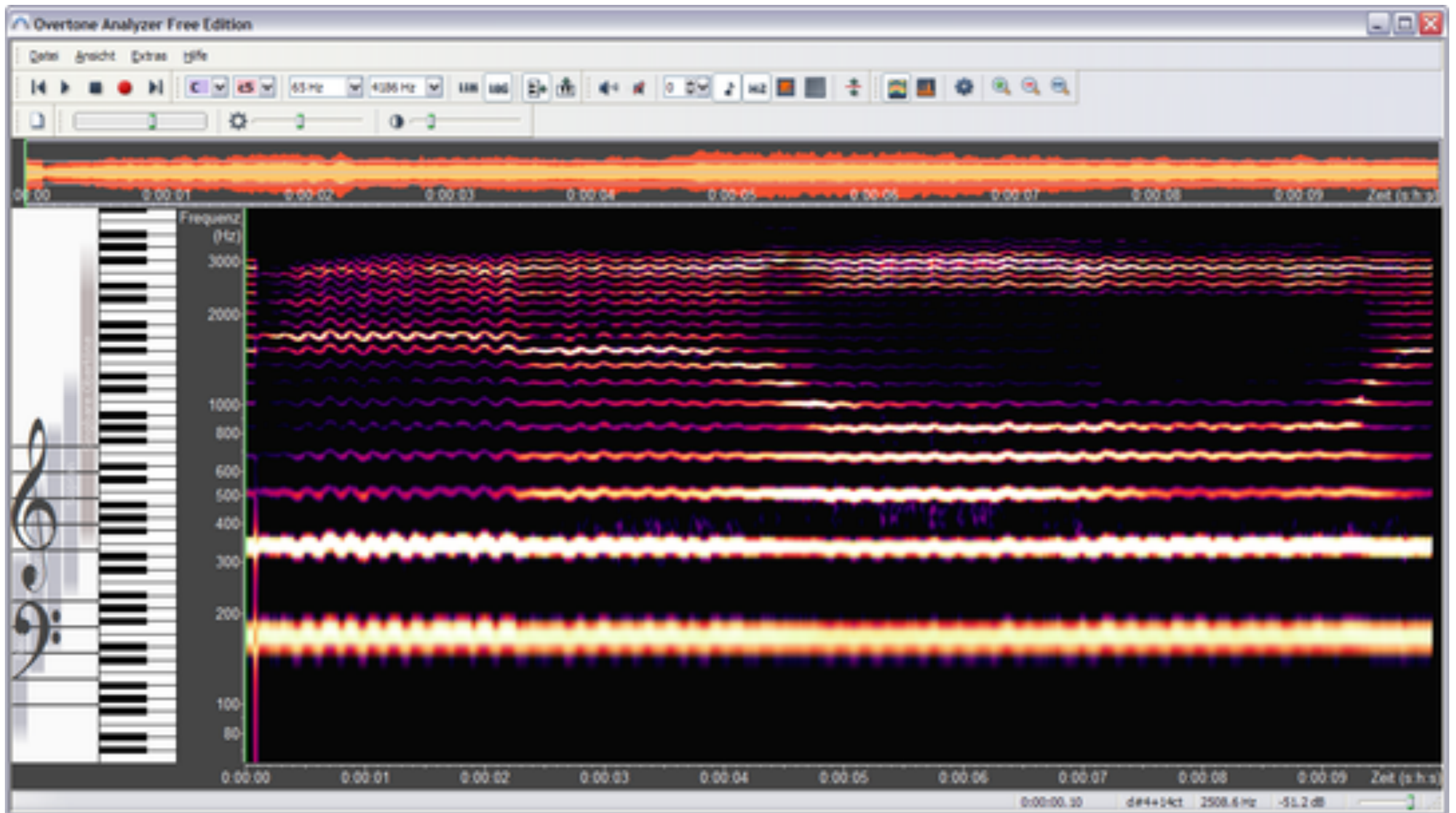
- **I Theorie**

- Das Oszillogramm
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- Formanten

- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- **Overtone Analyzer**
- Voce Vista
- Divas
- Anwendungsbeispiele

# Overtone Analyzer



# Übersicht

---

- **I Theorie**

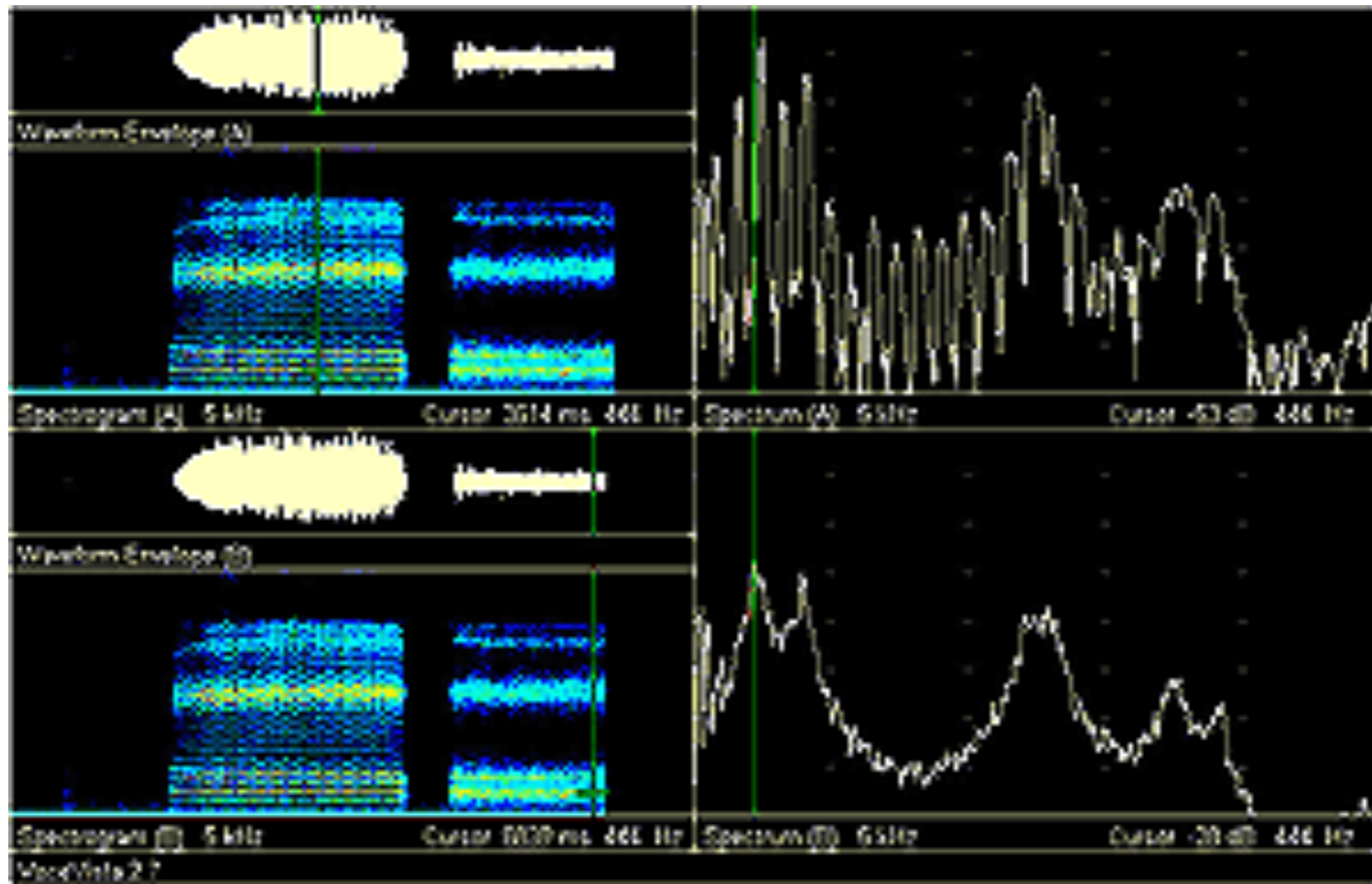
- Das Oszillogramm
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- Formanten

- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- Overtone Analyzer
- **Voce Vista**
- Divas
- Anwendungsbeispiele

# Voce Vista

---



# Übersicht

---

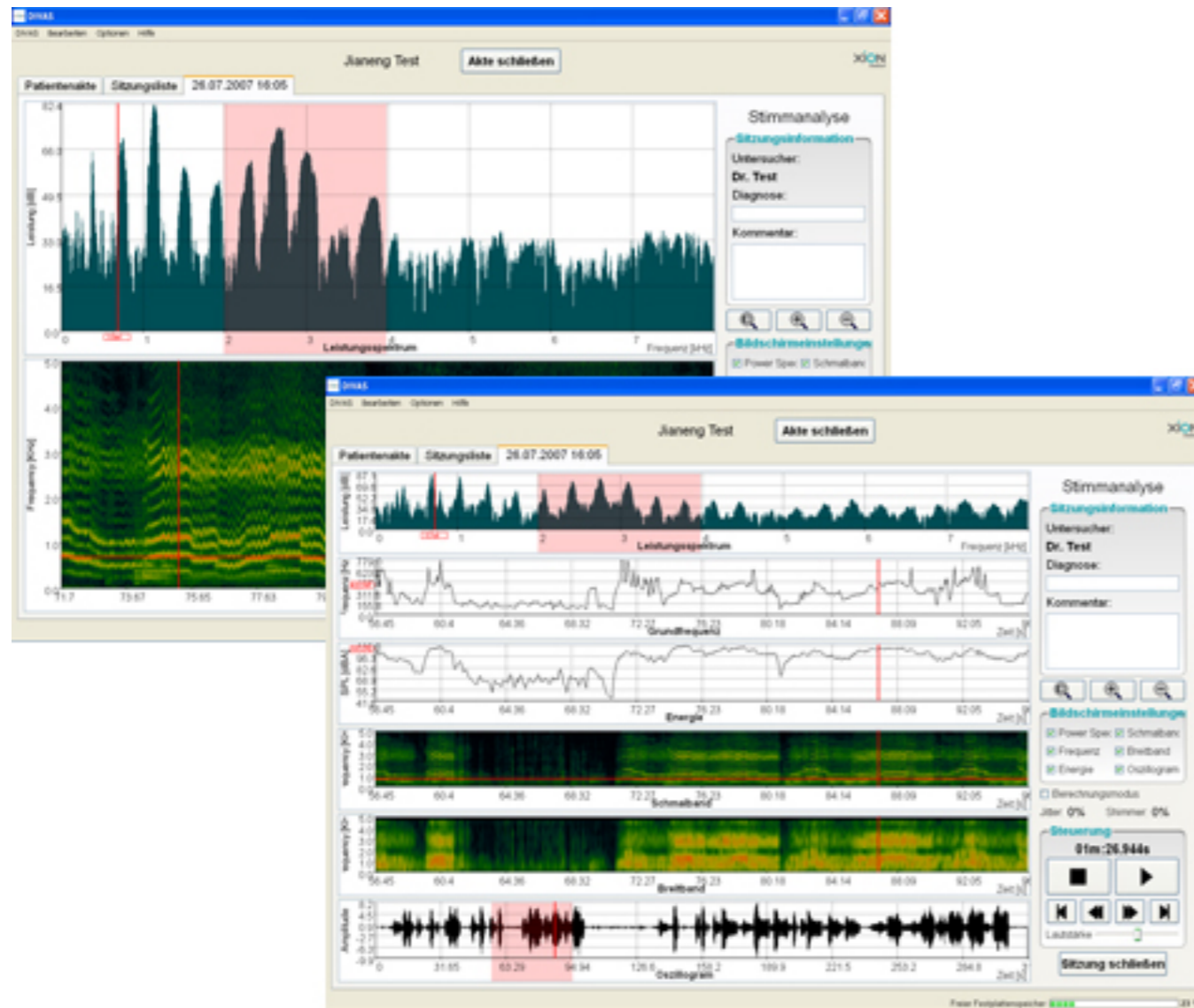
- **I Theorie**

- Das Oszillogramm
- Fourier Transformation, Spektrum und Spektrogramme
- Formanten

- **II Praxis**

- Übersicht der Stimmanalyseprogramme
- Overtone Analyzer
- Voce Vista
- **Divas**

# DIVAS Software



# Anwendungsbeispiele

---

## **Nada Brahma Stimmanalyse**

<http://www.stimmanalyse-regensburg.de>

Finden Sie ihren **individuellen Grundton** und kommen Sie damit in Harmonie und in Ihre Mitte.

### **Wozu braucht man eine Stimmanalyse?**

Bei der Stimmanalyse wird der **individuelle Grundton** des Menschen festgestellt.

Dieser eigene Grundton wird mittels **Glissando** (*Ein Begriff aus der Musik - bedeutet: gleitende Veränderung der Tonhöhe*) geübt. Hierbei wird vom untersten Ton der Oktave bis zum obersten getönt.

Alle Energie zwischen Nabel und dem Stirnchakra wird so in Resonanz gebracht.

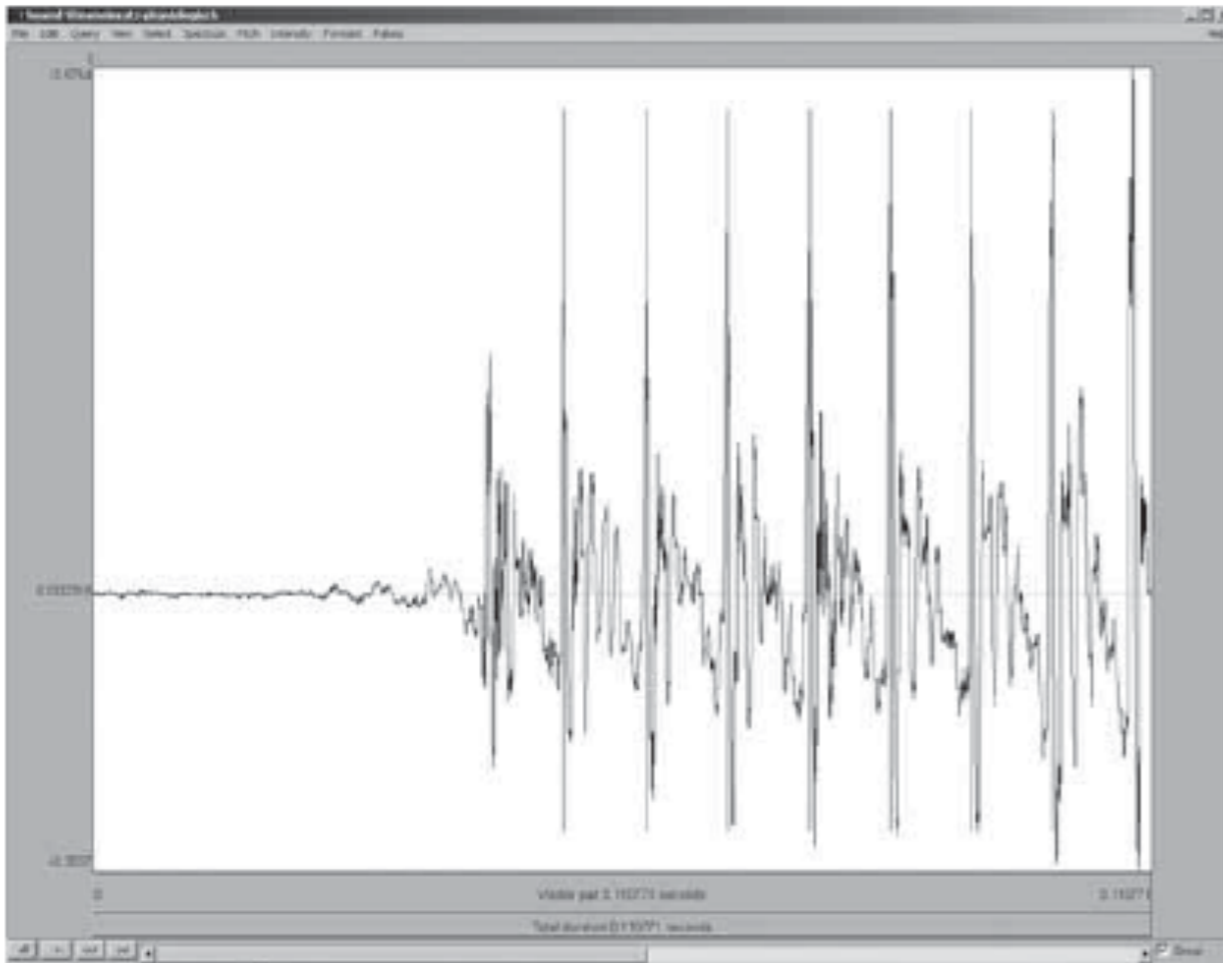
**Dabei können sich emotionale Blockaden und alte Denkmuster auflösen.**

Blockaden werden bei der Stimmanalyse sichtbar gemacht. Bereits nach 4 Wochen regelmäßiger Übung zeigen sich bei der Kontrollstimmanalyse in der Regel eine Abnahme der Blockaden und eine Stärkung des Grundtons.

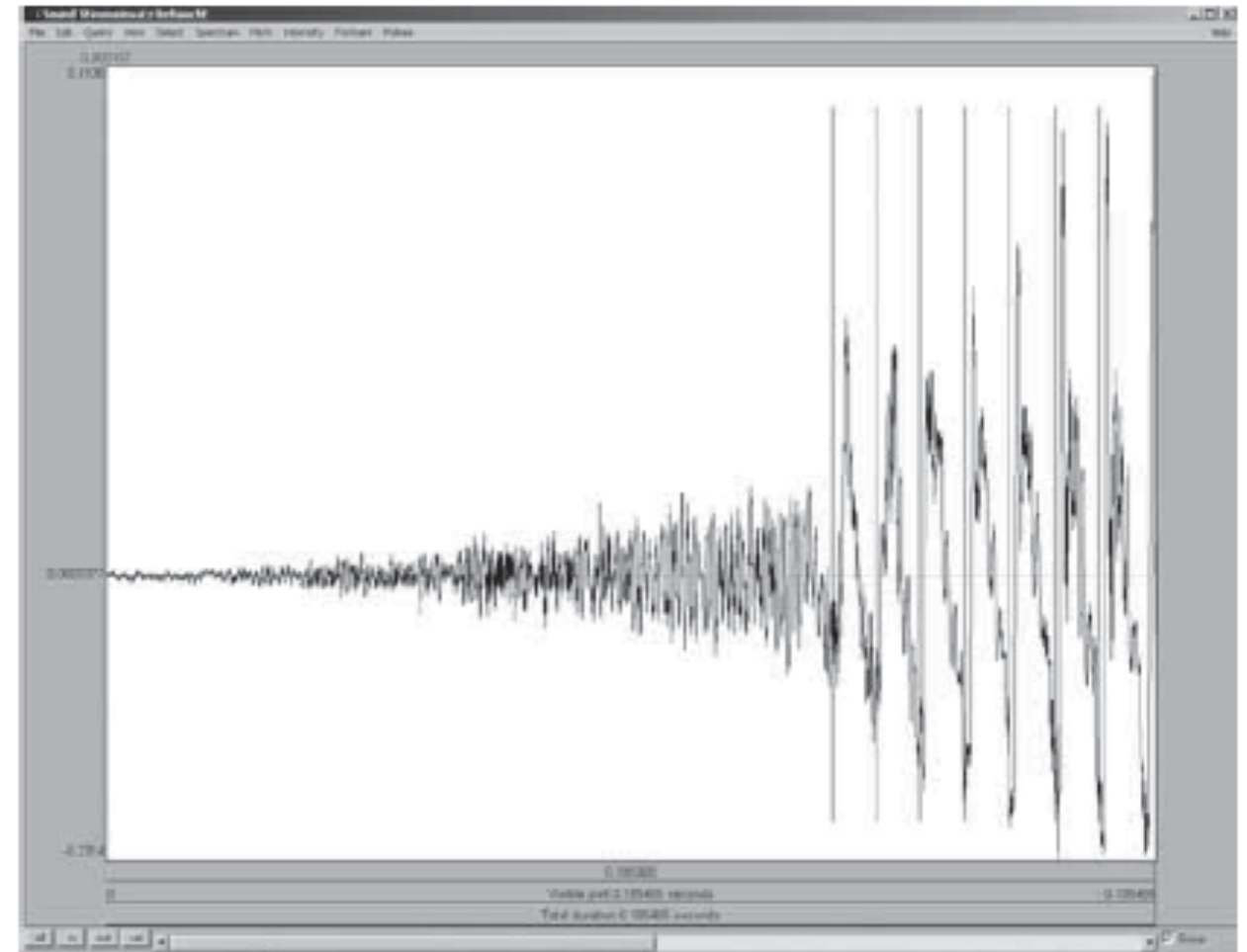
Abbau der Blockaden und Zugang zum eigenen Potential sind der Erfolg des Übens.

# Anwendungsbeispiele

■ **Abb. 6: Präziser Stimmeinsatz.** Man sieht einen schnellen Intensitätsanstieg



■ **Abb. 7: Behauchter Stimmeinsatz.** Man sieht unperiodische Schwingungen vor dem eigentlichen Stimmeinsatz



Beispiel logopädischer Arbeit mit „Praat“

# Grundlagen der Stimmanalyse

---

Einführung anhand der Praxis in:

Voce Vista

Madde

RtSect