

Sensordatenverarbeitung

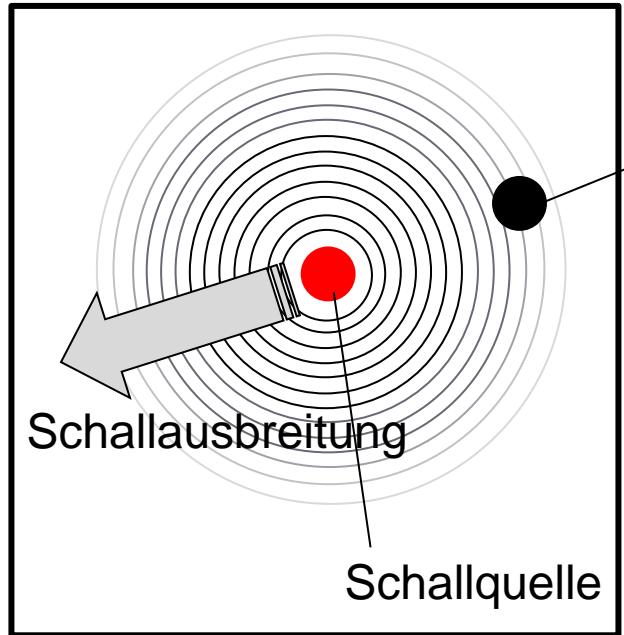
# MERKMALSEXTRAKTION (10)

16.-20.12.2024

# Teila

Nr.	Thema	
1	Einleitung; einführende Beispiele	
2	Datenaufnahme; Audio-Datenaufnahme	
3	Bild-Datenaufnahme	
4	Farbe, Segmentierung, Segmentierungsgetriebene BV	
5	Audiosignal, 1D Frequenzraum, Fouriertransformation	
6	Koordinatensysteme; Bewegungs-Datenaufnahme	
7	2D Frequenzraum, 2D Filter	
8	Kanten, SdV-Paradigmen, direkte Bildmerkmale	
9	Houghtransformation, Bewegungsmerkmale	
10	Audiomerkmale	
11	Klassifizierungsalgorithmen	
12	Entwicklung und Evaluation sensorbasierter Systeme	
13	Bayes-Schätzung & Bayes-Filter	
14	Anwendungsbeispiele	

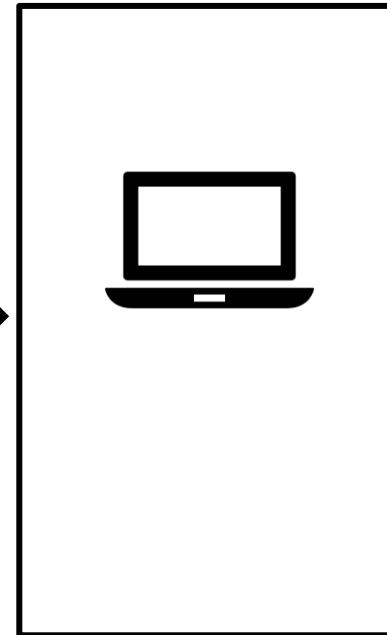
1



2



3



4



SCHALDRUCKWELLE

ELEKTRISCHES  
SIGNAL

DIGITALES  
SIGNAL

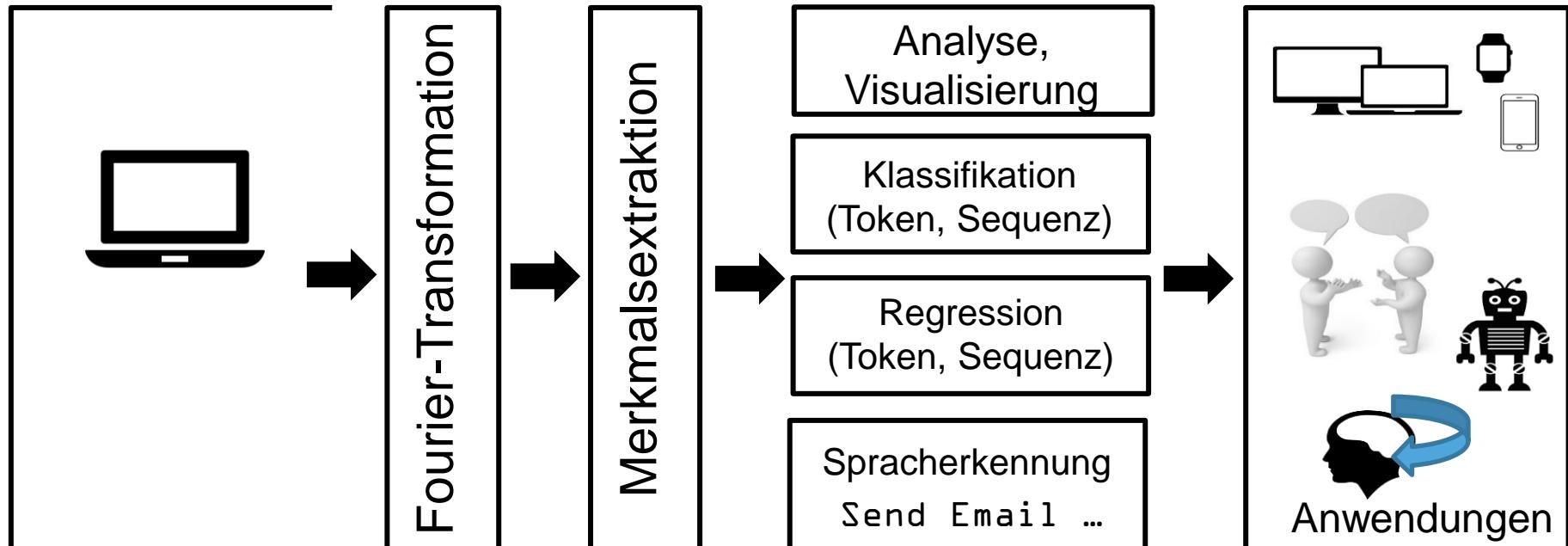
3

4

5

6

7



DIGITALES SIGNAL

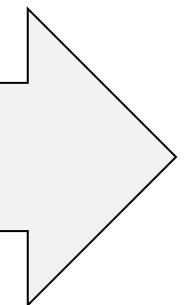
Zeit .... Frequenz

5

Merkmalsextraktion

DIGITALES SIGNAL

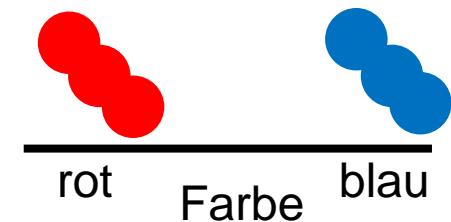
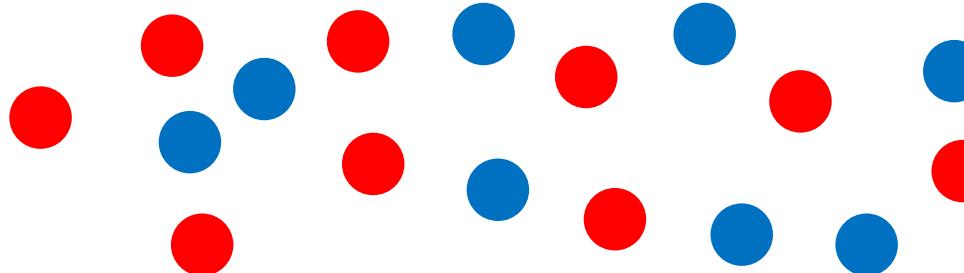
Zeit .... Frequenz



- Was sind Merkmale
  - Definition
- Wozu braucht man die
  - Klassifikation, Beispiele
- Welche Merkmale sind gute Merkmale
  - Was sind gute Merkmale
    - Signal, Anwendung
    - Unterscheidend, Kompakt, Robust
    - Herausforderungen: Fluch der Dimensionen
- Wie extrahiert man Merkmale
  - Short-time Fourier: zeitlicher Verlauf
  - Merkmalsextraktion für Sprache
    - Quelle-Filter-Modell
    - Mel-Skala, Cepstral Koeffizienten
  - Bottle-Neck Merkmale, Autoencoder
  - Tiefe Neuronale Netze
- Merkmalsselektion und Merkmalsreduktion

- Was ist ein Merkmal – Definition:
  - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – *English: feature*
  - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiele:

- Was ist ein Merkmal – Definition:
  - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – English: **feature**
  - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiel 1: Wir möchten rote von blauen Kugeln/Scheiben unterscheiden

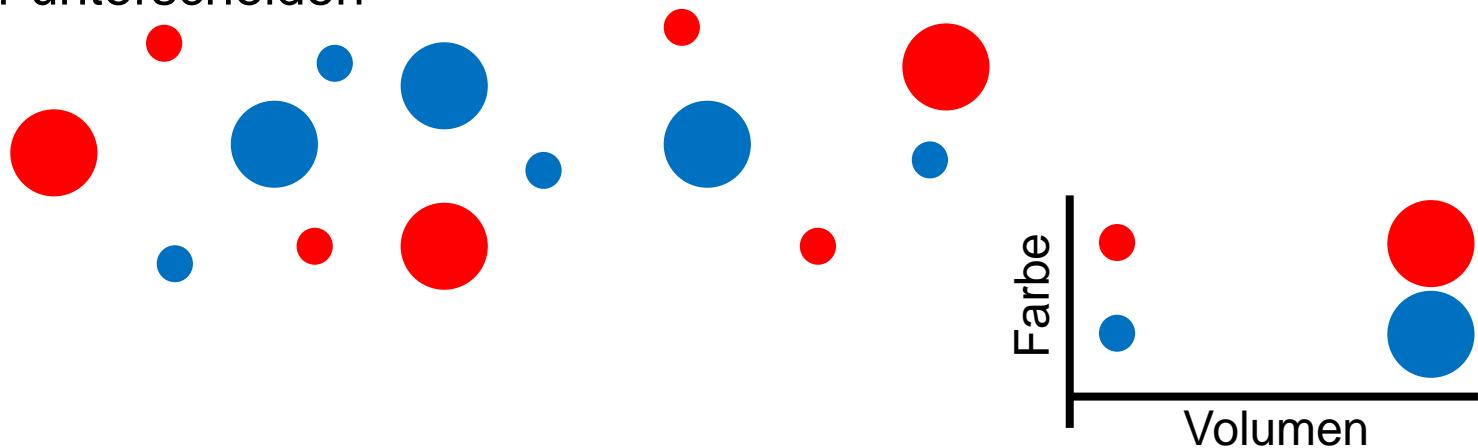


- **Frage: Welches Merkmal wäre hier geeignet?**
- **Antwort: Farbe**

- Was ist ein Merkmal – Definition:
  - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – English: **feature**
  - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiel 2: Wir möchten kleine Kugeln von großen Kugeln unterscheiden



- Was ist ein Merkmal – Definition:
  - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – English: **feature**
  - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiel 3: Wir möchten Kugeln verschiedener Größe und Farbe voneinander unterscheiden



- **Frage: Welches Merkmal wäre hier geeignet?**
- **Antwort: Wir benötigen 2 Merkmale: Farbe und Volumen**

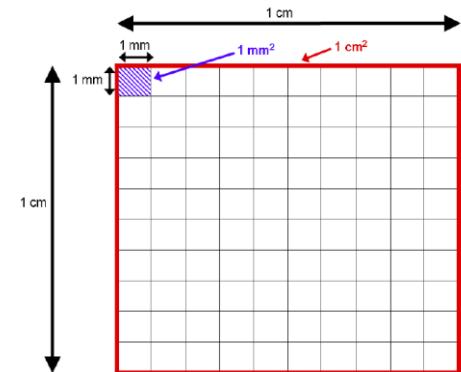
- Merkmale benötigt man zur Klassifikation
- Welche Merkmale sind gute Merkmale?
- Das hängt von den Eigenschaften der zu klassifizierenden Objekte / Personen / abstrakten Zusammenhängen ab ...
- ... und von den der Klassifikation nachfolgenden Anwendungen!

x-Position	1	2	3	4
y-Position	1	1	1	1
RGB-R	0	0	255	255
RGB-G	112	112	0	0
RGB-B	192	192	0	0
Radius (cm)	1	0,3	1	0,3
Umfang (cm)	6,3	1,9	6,3	1,9
Fläche (cm <sup>2</sup> )	3,1	0,9	3,1	0,9

			
1	2	3	4
1	1	1	1
Rote versus blaue Kugeln (Farbe in RGB Raum)			
Kleine versus große Kugeln			
6,3	1,9	6,3	1,9
3,1	0,9	3,1	0,9

Merkalsvektor

- Anzahl der Merkmale minimieren: Fluch der Dimension
  - Beim Hinzufügen von Dimensionen (Anzahl Merkmale) im math. Raum wächst das Volumen rapide an
  - Damit wächst die Anzahl benötigter Trainingsdaten



- Anzahl Merkmale minimal halten
  - Schritt 1: Relevante Merkmale identifizieren (was soll klassifiziert werden)  
Beispiel: bei Farbklassifikation genügt EINE Dimension (Farbe)
  - Schritt 2: Redundanzen vermeiden,  
Beispiel hier: Fläche  $A = \pi \cdot r^2$ , Umfang  $U = 2\pi \cdot r$   
es genügt also EINE (Radius  $r$ ) statt DREI Dimensionen
  - Allgemein: automatische Verfahren zur Selektion und Reduktion von Merkmalen: kommt später

x-Position
y-Position
RGB-R
RGB-G
RGB-B
Radius (cm)
Umfang (cm)
Fläche (cm <sup>2</sup> )

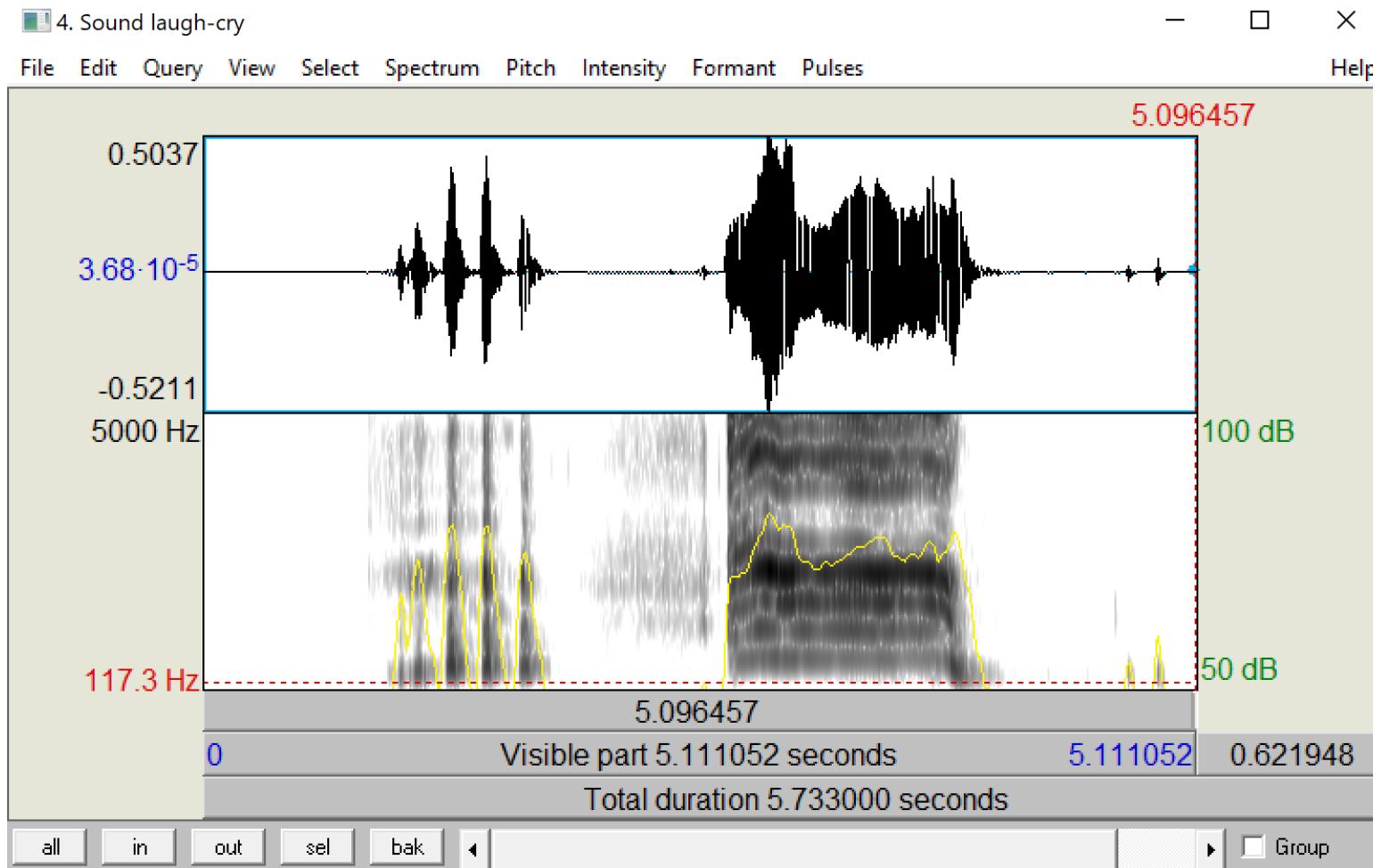
**Merkmalsvektor**

- Auswahl von Merkmalen hängt auch von der nachfolgenden Anwendung ab (was passiert NACH der Klassifikation)
- Anwendungsbeispiel Puppe für Kinder (Massenartikel ca. 20€)
- Hört auf Stimmen und reagiert entsprechend
  - Kind lacht ⇒ Puppe lächelt
  - Kind schreit ⇒ Puppe weint
- Anforderungen:
  - Günstige, robuste Sensorik (Mikro)
  - Geringer Stromverbrauch (lange Betriebsdauer),
  - Billiger Chip mit geringer Rechenleistung, wenig Speicher (siehe oben),
  - Zuverlässige Interpretation der Stimme (Lachen, Schreien) und unmittelbare Reaktion (niedrige Latenz)



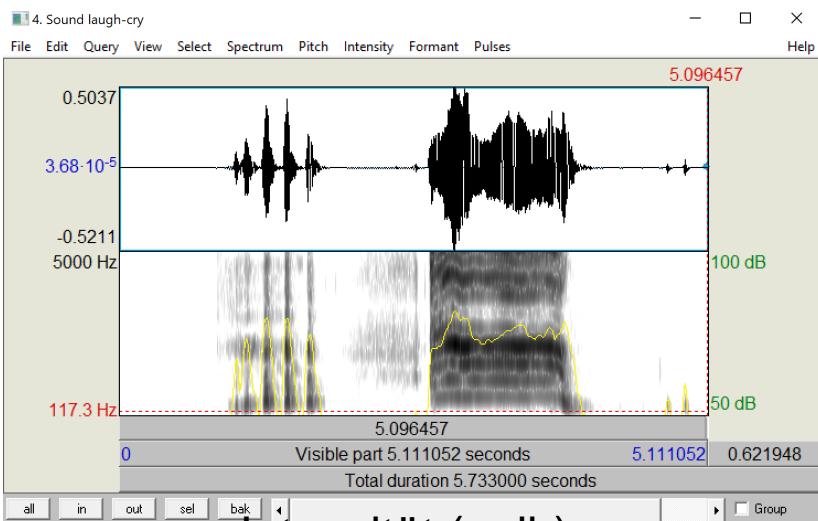
⇒ Wenige (**kompakte**), zugleich **unterscheidende** und **robuste** Merkmale (wenig Speicher, schnelle/effiziente Berechnung, zuverlässige Interpretation relevanter Audiosignale, **generalisieren** über viele Stimmen)

# Lachen versus Schreien

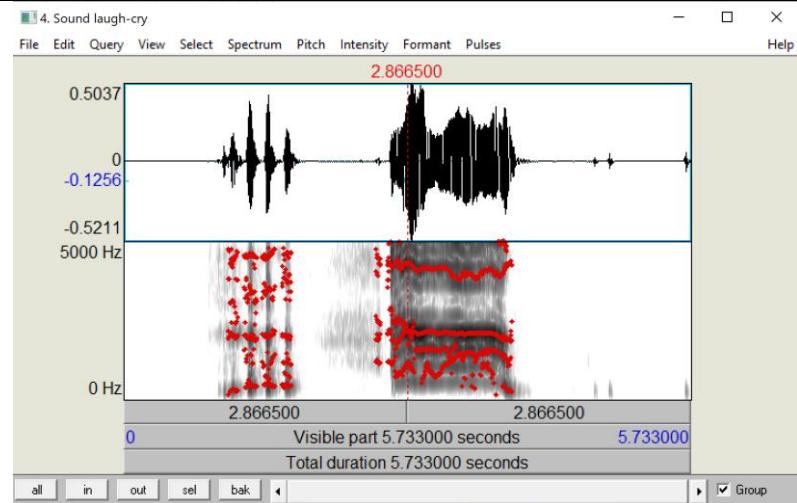


Praat, free download siehe <http://www.fon.hum.uva.nl/praat>

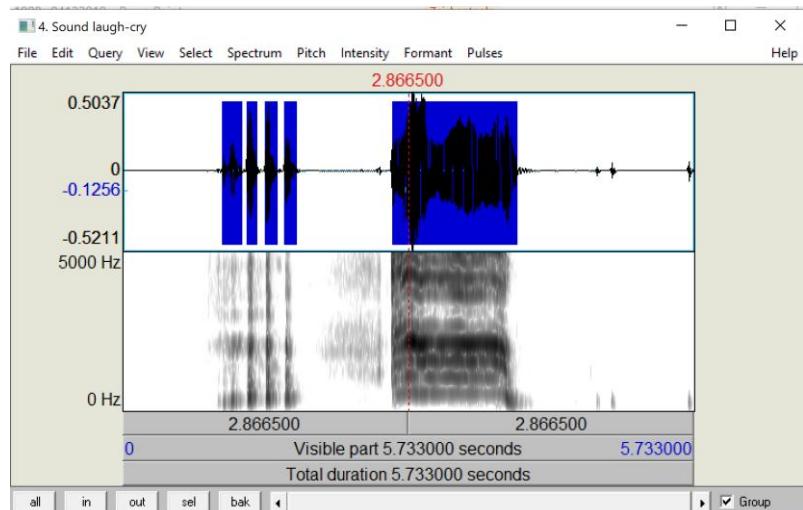
# Praat – Auswahl Merkmale



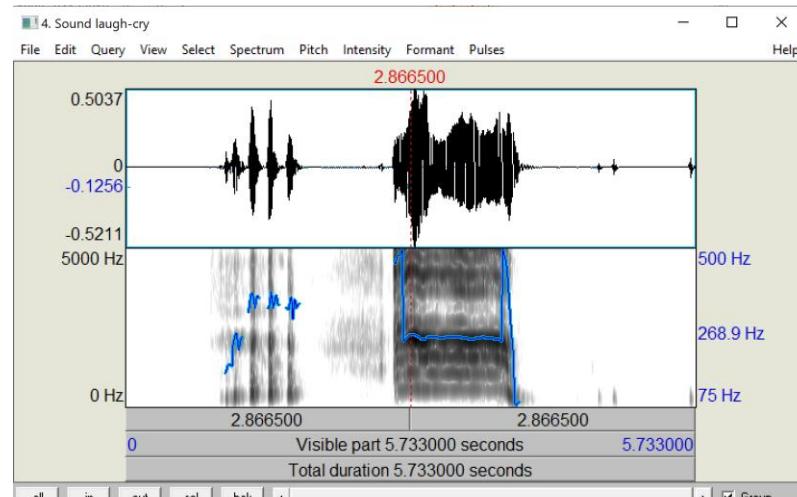
Intensität (gelb)



Formanten (rot)

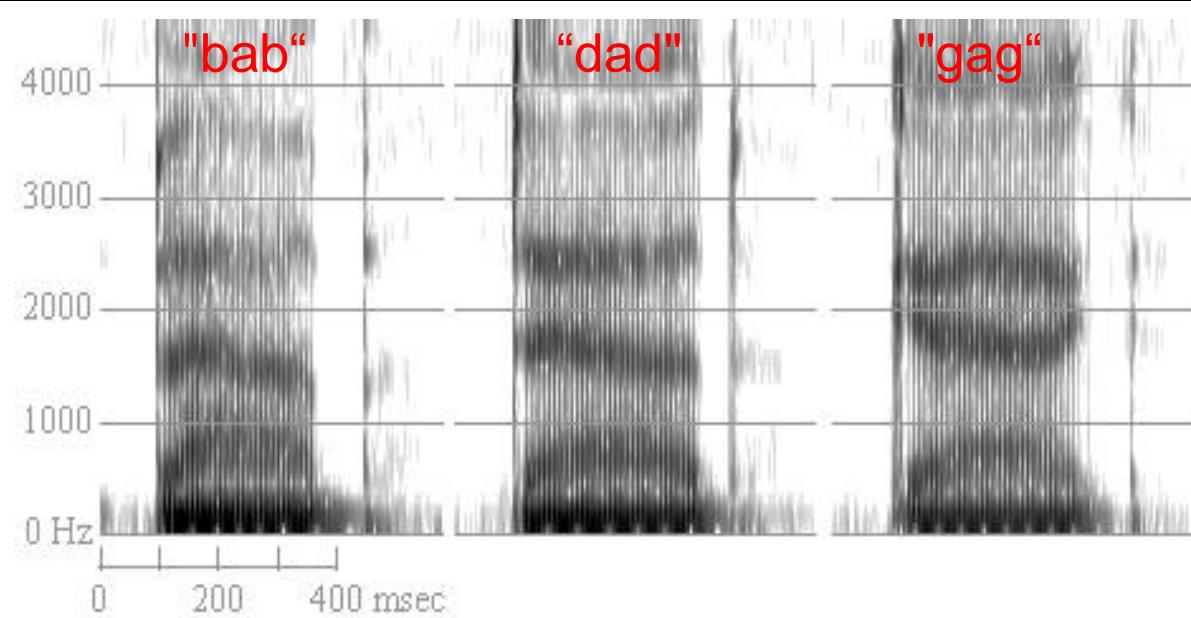
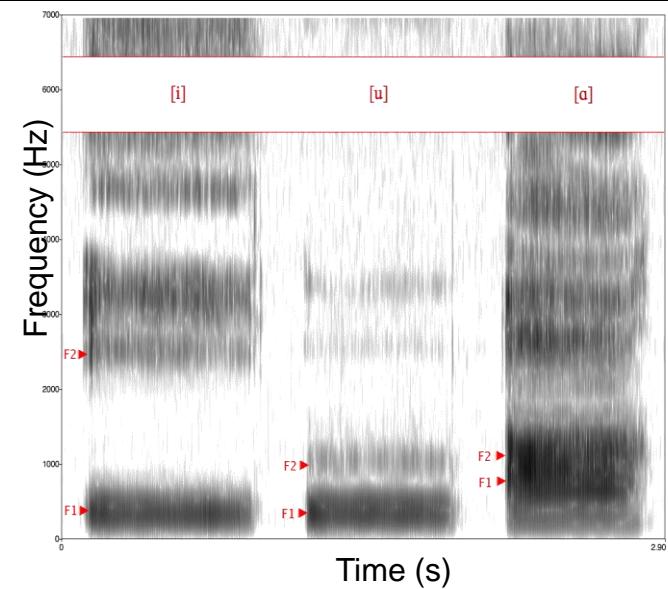


Impulse (blau - Zeit)

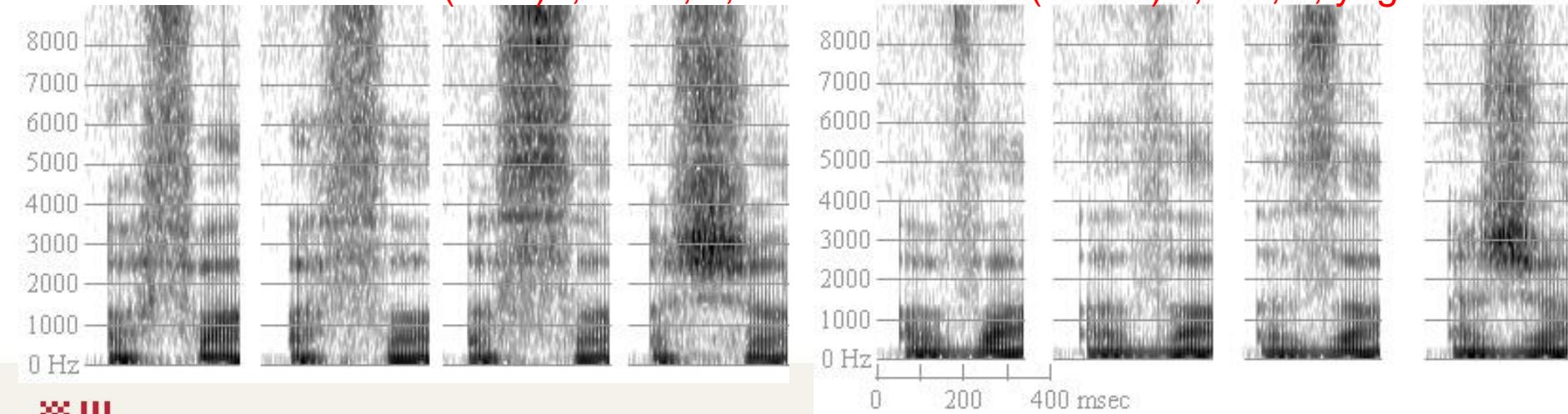


Tonhöhe (blau)

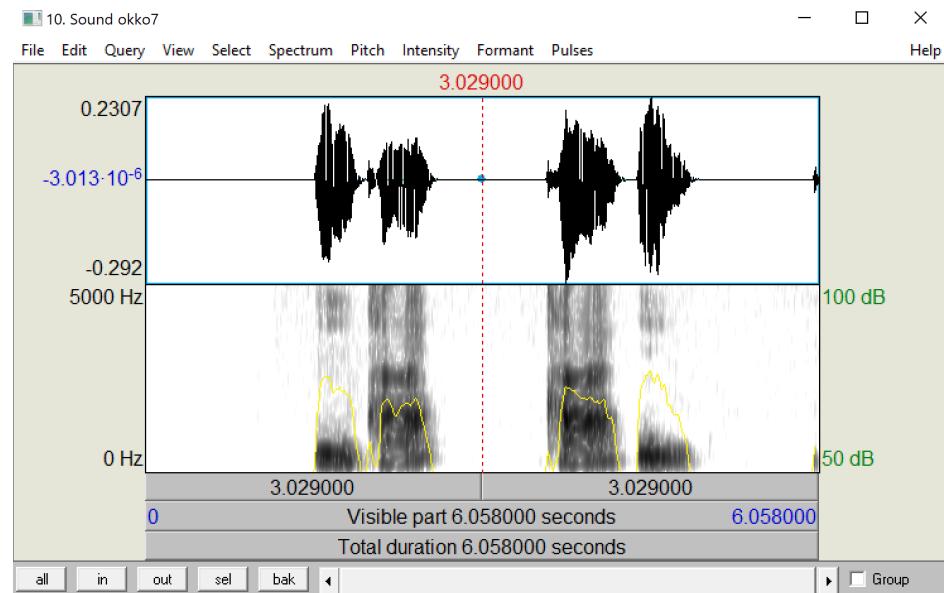
# Sprachlaute im Frequenzbereich



Frikative stimmlos (links) f, theta, s, esh / stimmhaft (rechts) v, eth, z, yogh



- Sowohl in Zeit- als auch Frequenzbereich recht große Unterschiede
  - Schallintensität (gelbe Konturlinie) bei Schreien deutlich höher
  - Typische Pulse beim Lachen, Achtung: Insbesondere Lachen ist sehr personenspezifisch Generalisierungsfähigkeit?
- Weitere Möglichkeiten der Interaktion mit Puppe:
  - Man spricht das Wort „ok“  
⇒ Puppe lächelt
  - Man spricht das Wort „ko“  
⇒ Puppe fällt um
  - Im Zeitbereich schwierig
  - Im Spektrogramm sieht man deutliche Unterschiede, **nämlich?**



- 1) **/k/ von /o/ deutlich zu unterscheiden (Vokal vs Plosiv)**
- 2) **Zeitliche Abfolge (links „ok“ = /o/ /k/; rechts „ko“ = /k/ /o/)**

- Könnten wir mit unseren bisherigen Kenntnissen aus der Frequenzanalyse (SdV 6) bereits die unterschiedliche Reihung der Laute erkennen?

