
















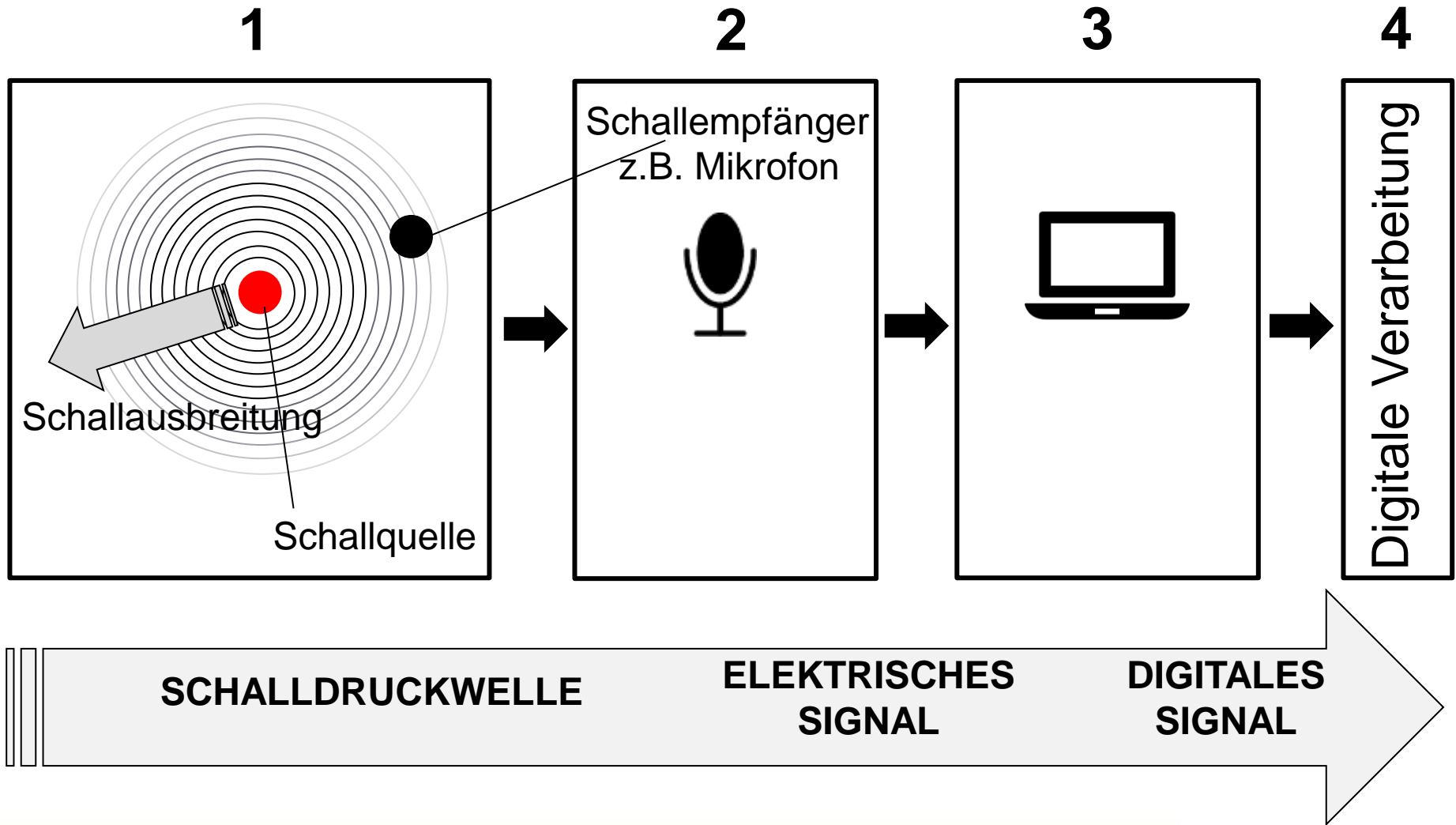
Sensordatenverarbeitung

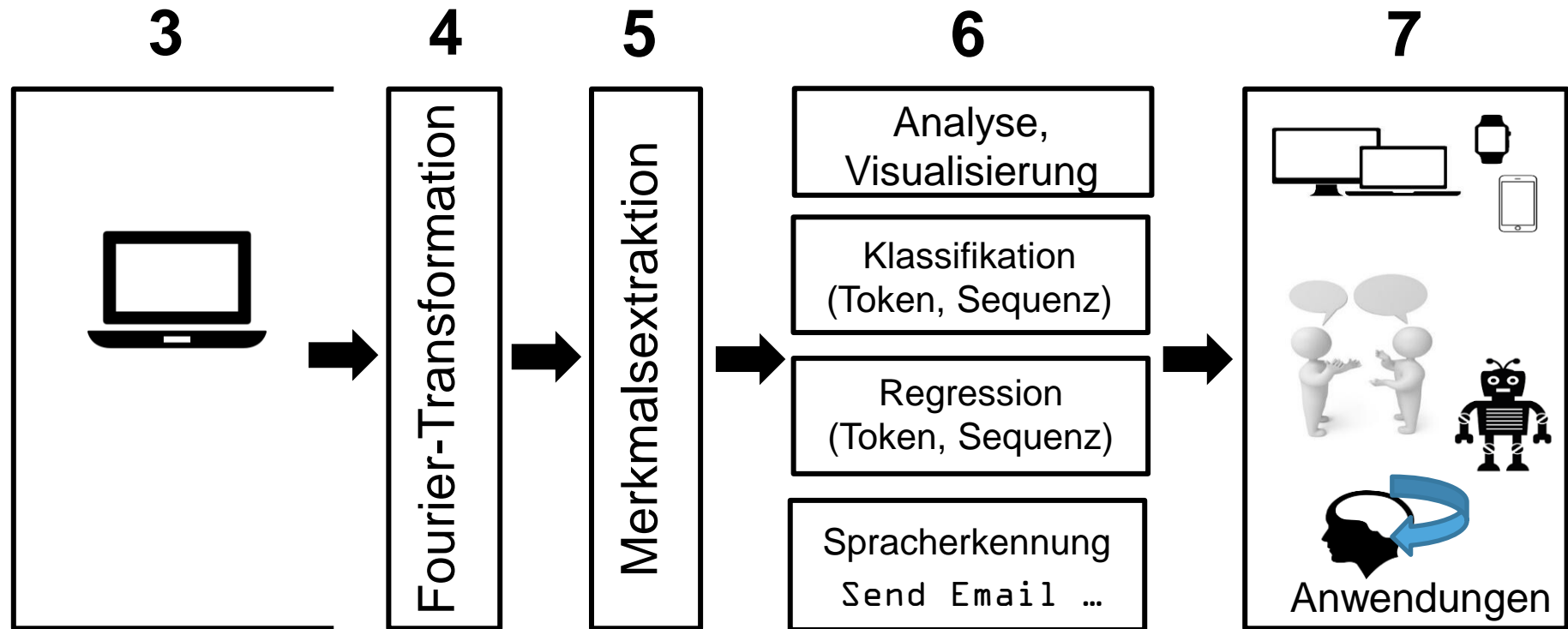
MERKMALSEXTRAKTION (10)

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	





DIGITALES SIGNAL

Zeit Frequenz

5

Merkmalsextraktion

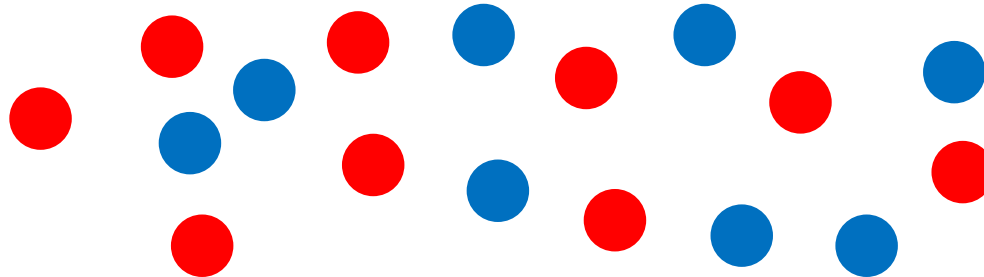
DIGITALES SIGNAL

Zeit Frequenz

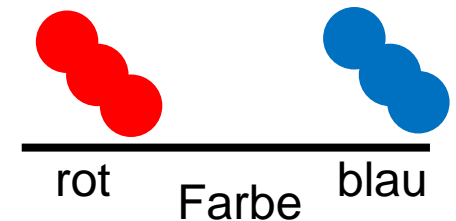
- Was sind Merkmale
 - Definition
- Wozu braucht man die
 - Klassifikation, Beispiele
- Welche Merkmale sind gute Merkmale
 - Was sind gute Merkmale
 - Signal, Anwendung
 - Unterscheidend, Kompakt, Robust
 - Herausforderungen: Fluch der Dimensionen
- Wie extrahiert man Merkmale
 - Short-time Fourier: zeitlicher Verlauf
 - Merkmalsextraktion für Sprache
 - Quelle-Filter-Modell
 - Melkala, 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:

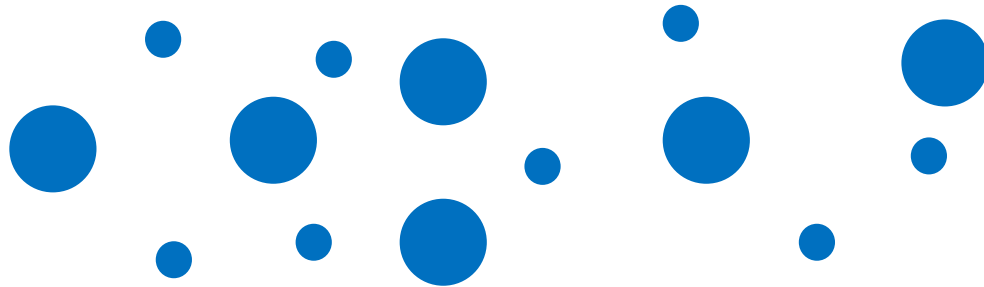
- Was ist ein Merkmal – Definition:
 - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – *English: **feature***
 - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiel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



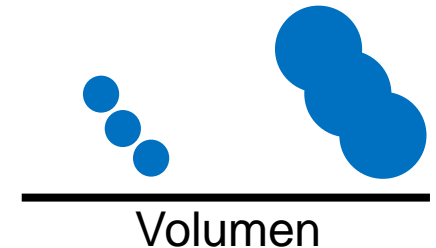
- **Frage: Welches Merkmal wäre hier geeignet?**
- **Antwort: Farbe**



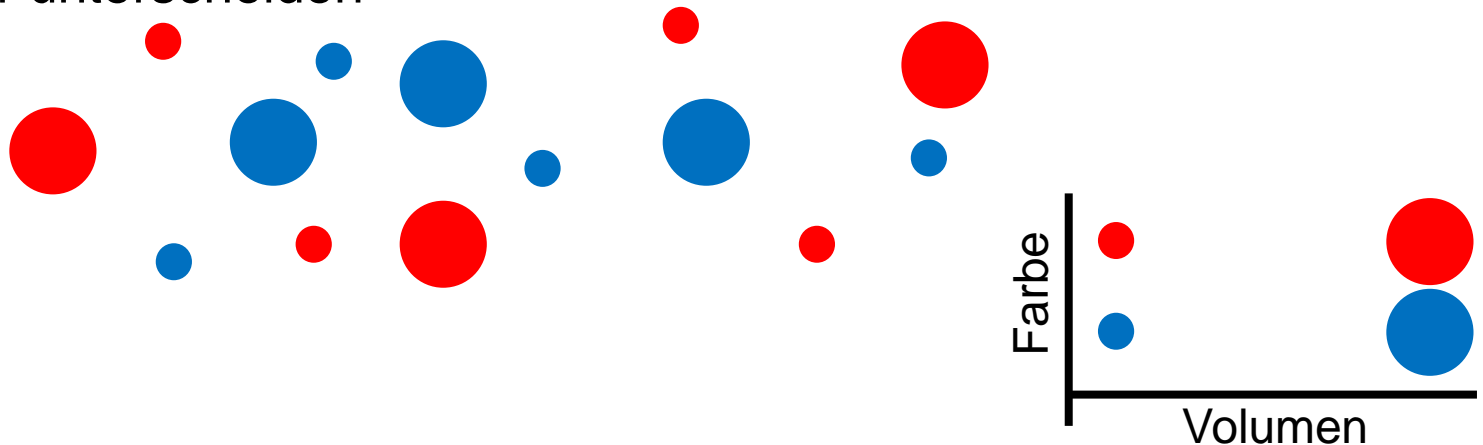
- Was ist ein Merkmal – Definition:
 - Ein **Merkmal** ist eine **erkennbare Eigenschaft**, die eine Person, eine Sache oder einen abstrakten Zusammenhang **von anderen unterscheidet** (wikipedia) – *English: feature*
 - **Merkmale** spielen eine besondere Rolle beim **Klassifizieren**
- Beispiel 2: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



- **Frage: Welches Merkmal wäre hier geeignet?**
- **Antwort: 3D Volumen / 2D Fläche oder Umfang, ...**







- 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**

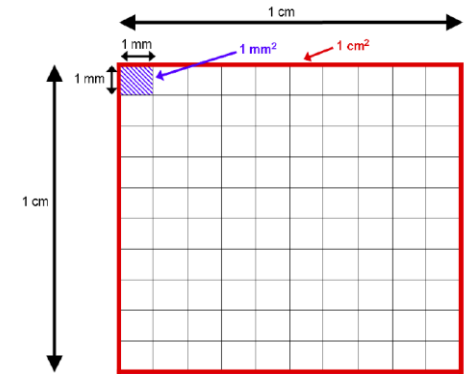
- Merkmale benötigt man zur Klassifikation
- Welche Merkmale sind gute Merkmale?
- Das hängt von den Eigenschaften der zu klassifizierenden Objekte / Personen / abstrakten Zusammenhängen ab ...
- ... und von den der Klassifikation nachfolgenden Anwendungen!

x-Position
y-Position
RGB-R
RGB-G
RGB-B
Radius (cm)
Umfang (cm)
Fläche (cm ²)

					
	1	2	3	4	
	1	1	1	1	
	0	0	255	255	Rote versus blaue Kugeln (Farbe in RGB Raum)
	112	112	0	0	
	192	192	0	0	
	1	0,3	1	0,3	Kleine versus große Kugeln
	6,3	1,9	6,3	1,9	
	3,1	0,9	3,1	0,9	

Merkmalsvektor

- 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 (cm²)

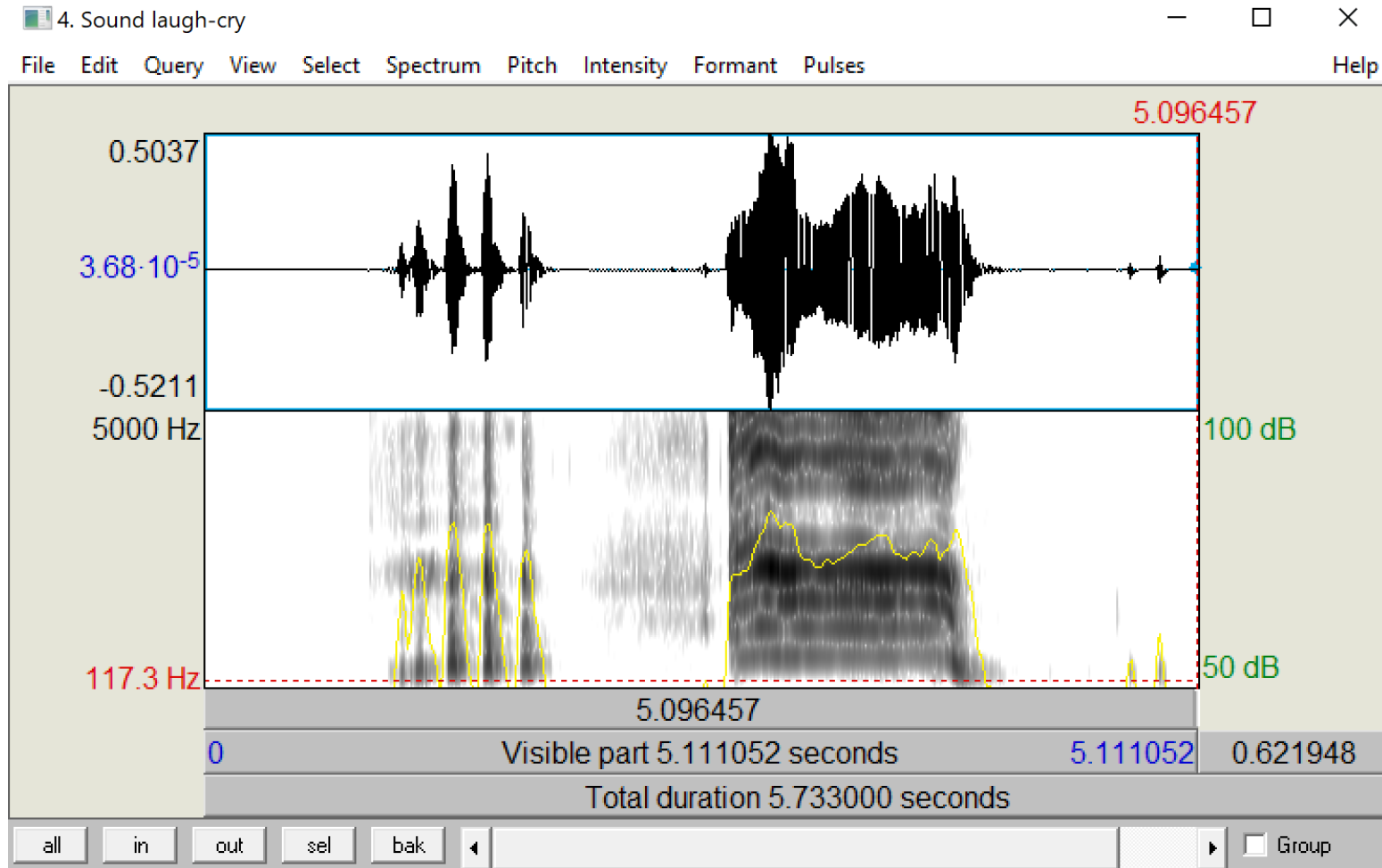
Merkmalsvektor

- 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 \Rightarrow Puppe lächelt
 - Kind schreit \Rightarrow 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)



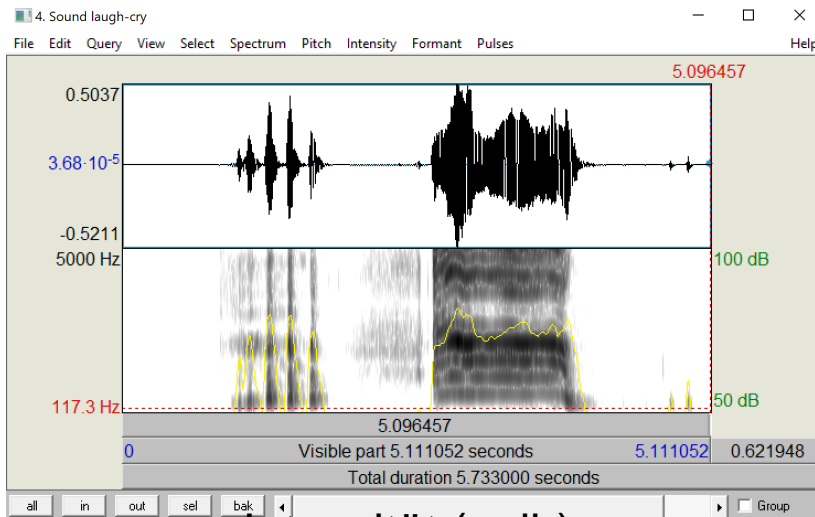
\Rightarrow Wenige (**kompakte**), zugleich **unterscheidende** und **robuste** Merkmale (wenig Speicher, schnelle/effiziente Berechnung, zuverlässige Interpretation relevanter Audiosignale, **generalisieren** über viele Stimmen)

Lachen versus Schreien

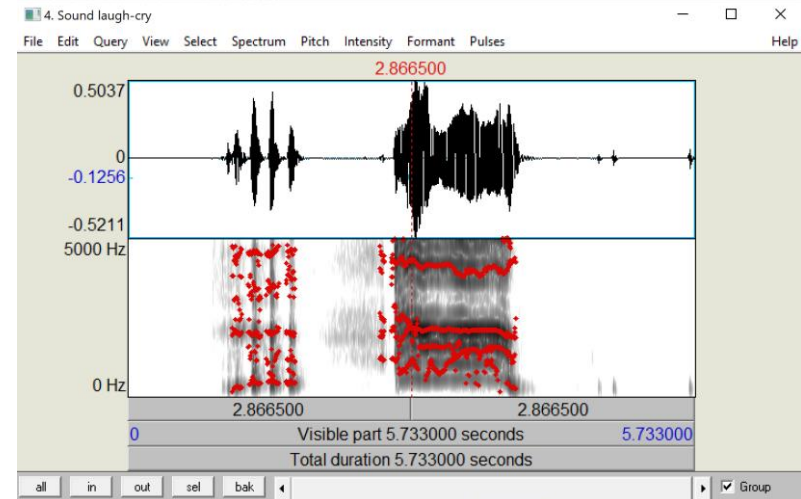


Praat, free download siehe <http://www.fon.hum.uva.nl/praat>

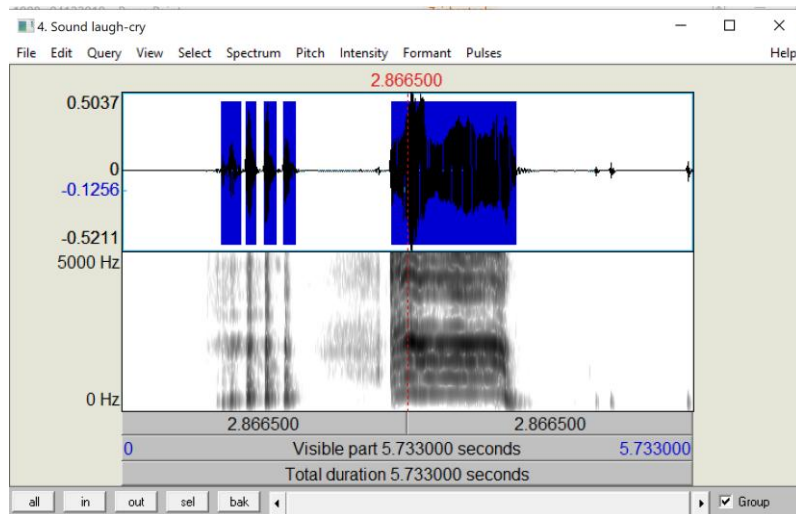
Praat – Auswahl Merkmale



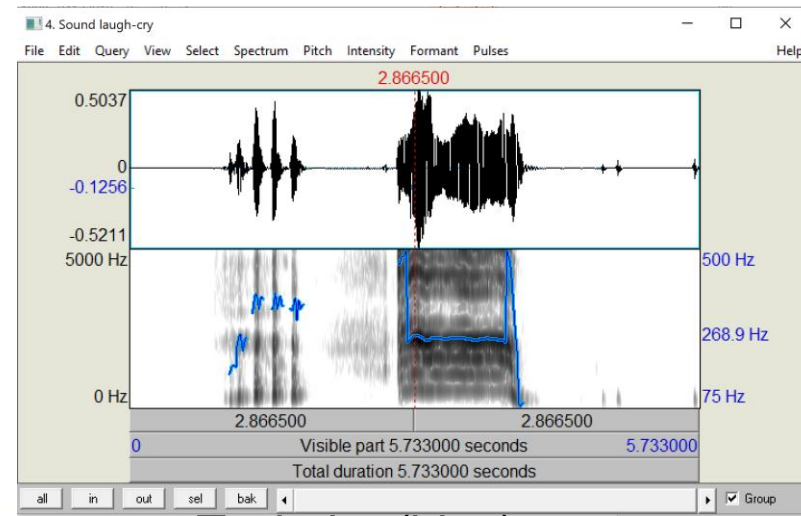
Intensität (gelb)



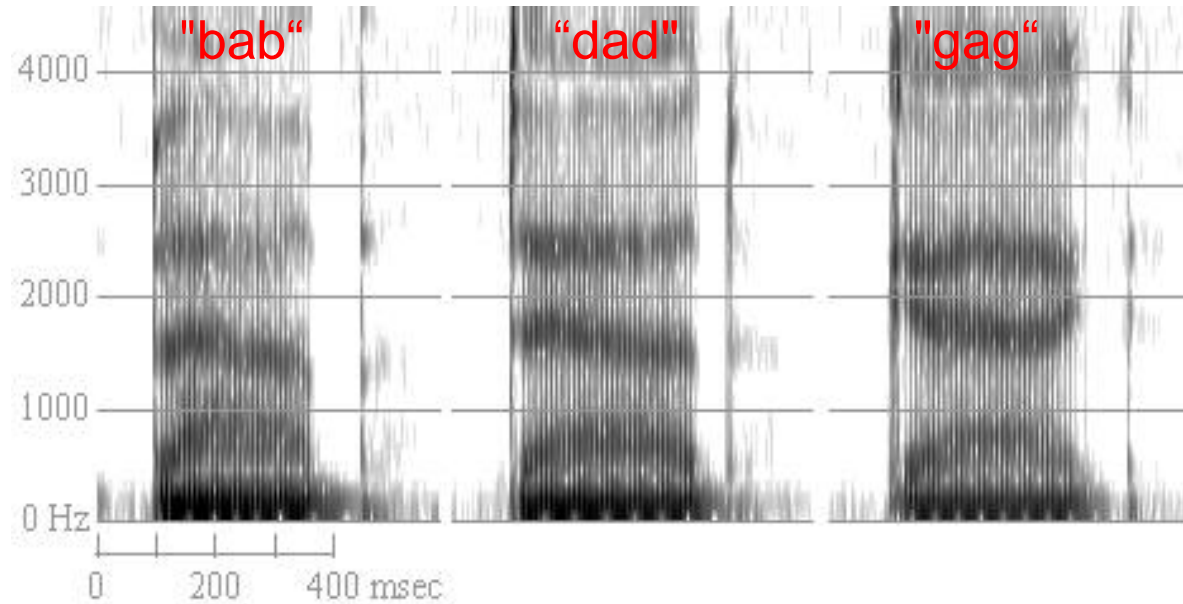
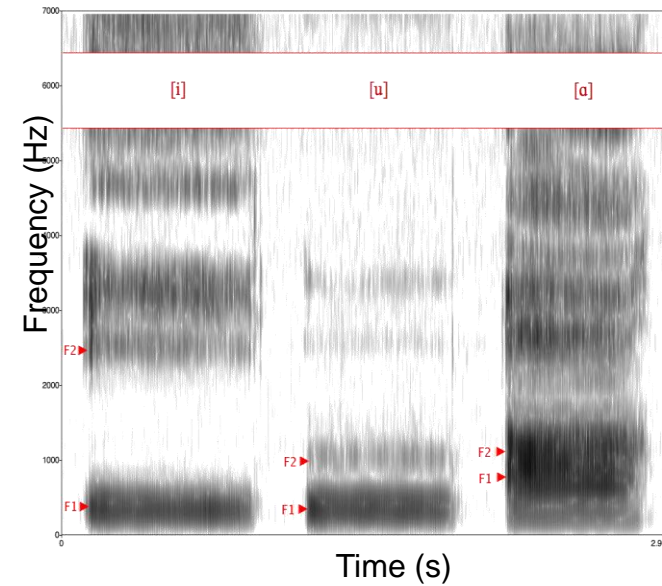
Formanten (rot)



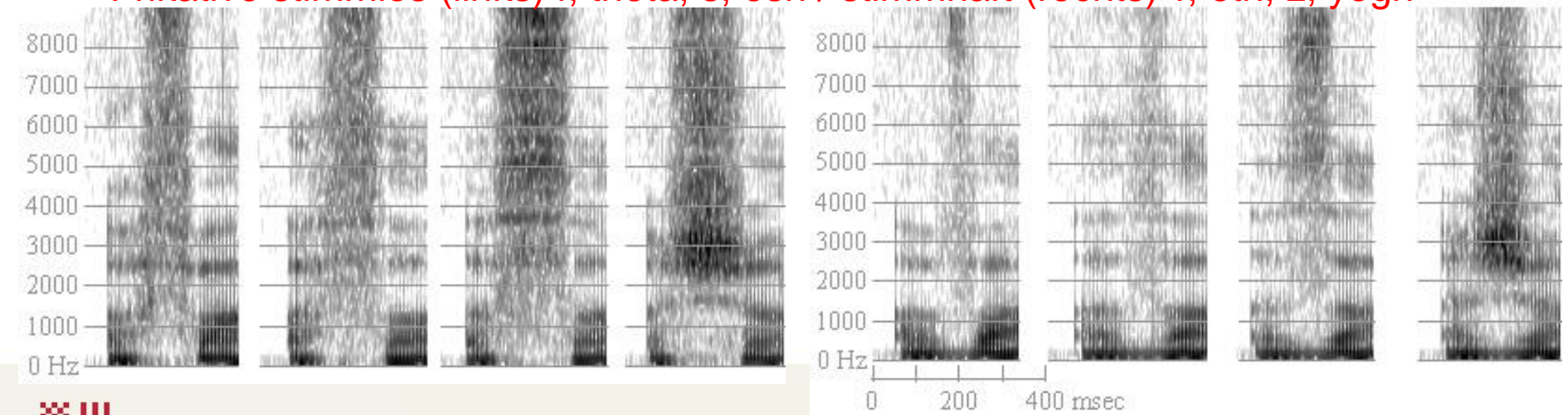
Impulse (blau - Zeit)



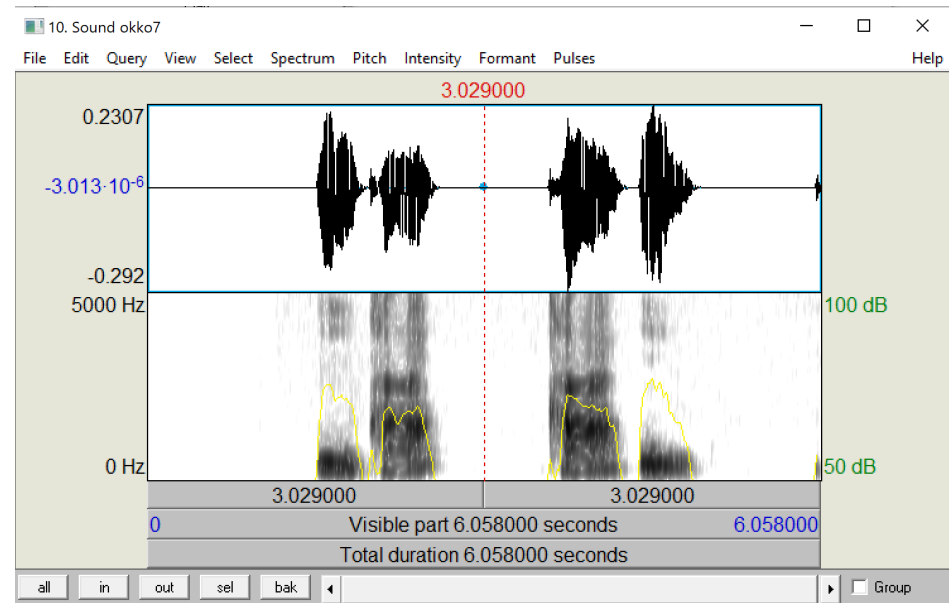
Tonhöhe (blau)



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?

