

**Sensordatenverarbeitung**

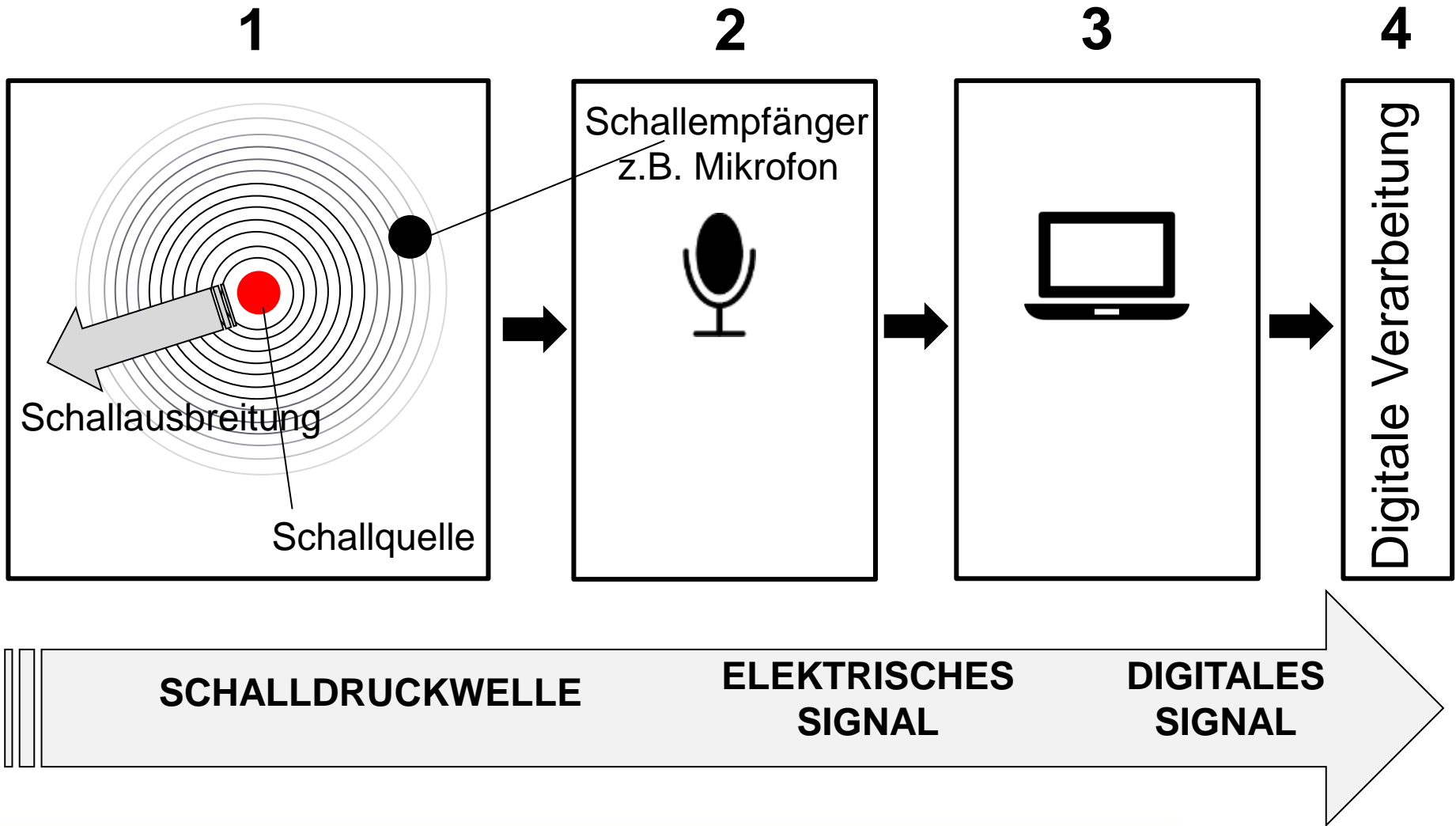
# 1D-FREQUENZRAUM (6)

18.-22.11.24

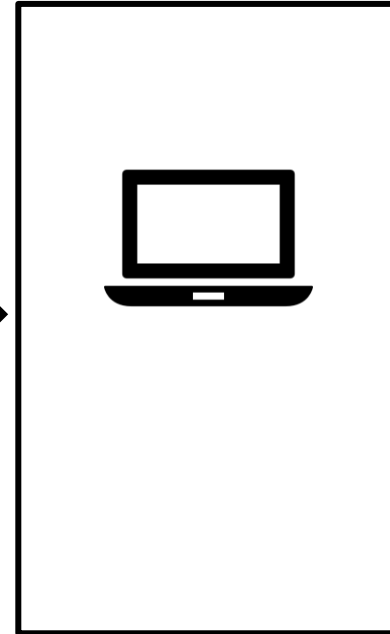
# Teil a



Nr.	Thema	Icons
1	Einleitung; einführende Beispiele	
2	Datenaufnahme; Audio-Datenaufnahme	
3	Bild-Datenaufnahme	
4	Farbe, Segmentierung, Segmentierungsgetriebene BV	
5	Koordinatensysteme; Bewegungs-Datenaufnahme	
6	Audiosignal, 1D Frequenzraum, Fouriertransformation	
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	

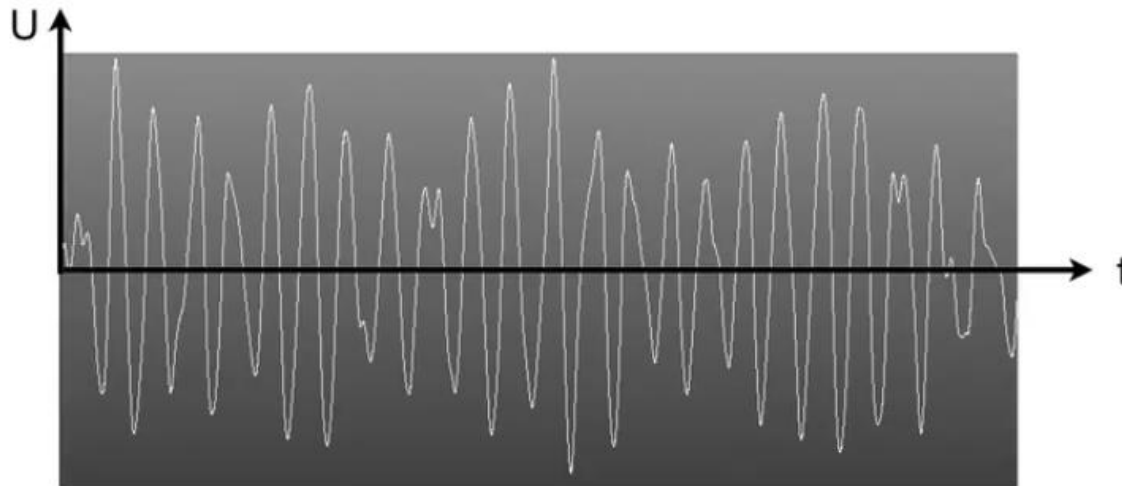


Kurze Wiederholung  
von VL02



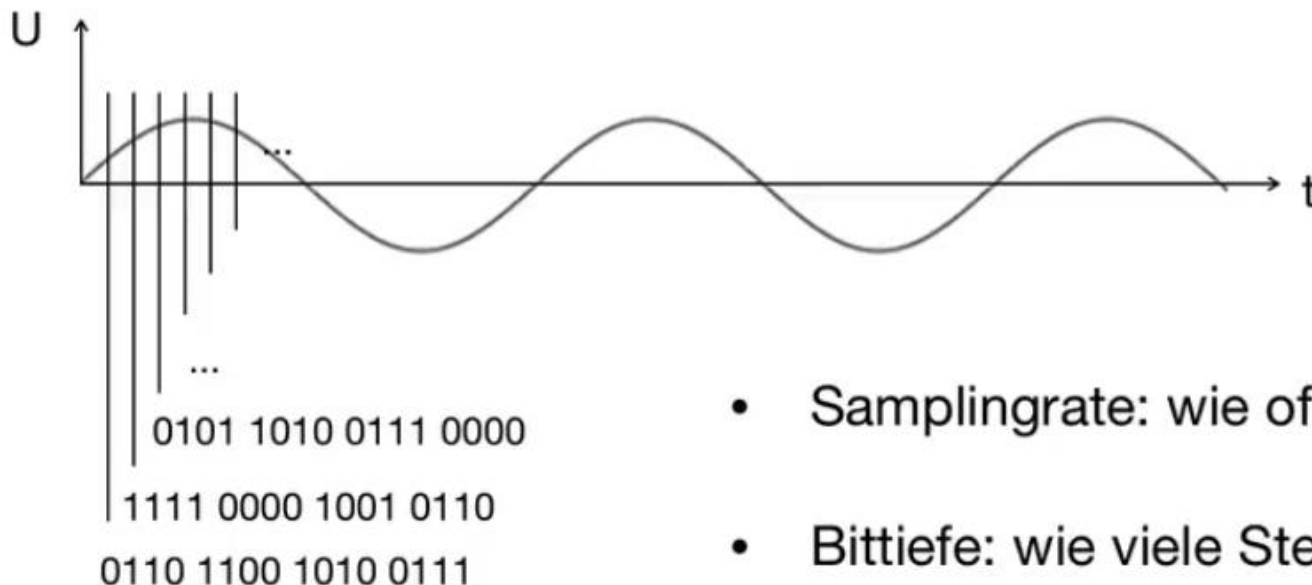
Vom elektrischen zum digitalen Signal

- Ergebnis der **Messung von Luftschall durch ein Mikrofon**: das Schallereignis wurde in ein **elektrisches Signal** gewandelt = **analoges Signal** (Spannung verändert sich ähnlich zur Luftdruckänderung)
- I.d.R. handelt es sich dabei um ein hörbares Schallereignis, dann spricht man von **analogen Audiosignalen**



- analoges Audiosignal
- Spannung analog zu Luftdruckänderung

Youtube: [sonic-vision.tv](https://www.youtube.com/sonic-vision.tv)



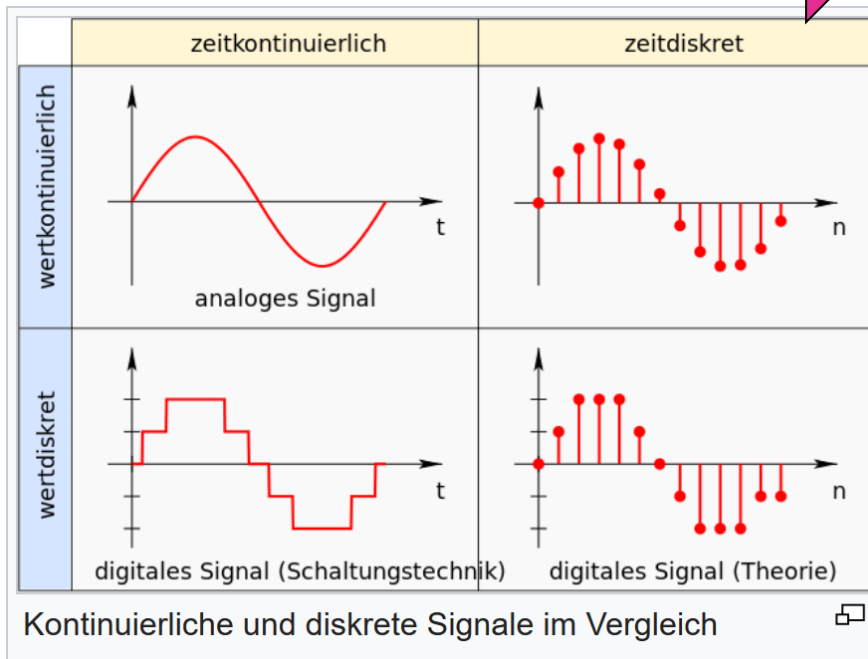
- Samplingrate: wie oft pro Sekunde
- Bittiefe: wie viele Stellen

Youtube: [sonic-vision.tv](https://www.youtube.com/sonic-vision.tv)

Wir nehmen an, dass das Signal in analoger Form vorliegt. **Analog** = stufenloser und unterbrechungsfreier Verlauf, beschreibbar als **glatte Funktion** (wir erinnern uns: unendlich oft differenzierbar und stetig)

Analoges Audiosignal: zeitkontinuierliche Verlauf des wertekontinuierlichen Schalldrucks

Schritt 1: Abtastung



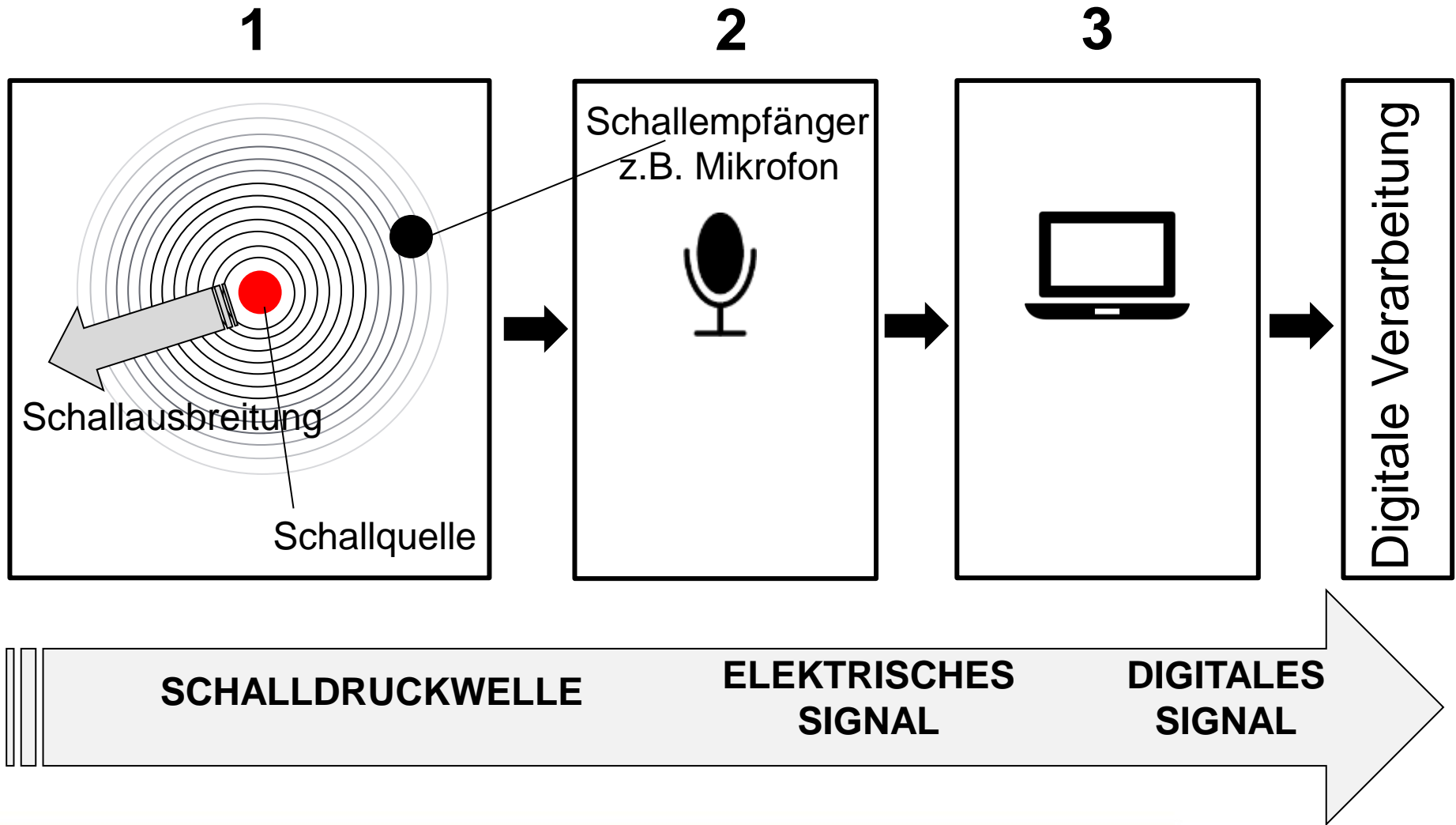
Schritt 2: Quantisierung

Digitales Signal =  
zeit- und wertediskret

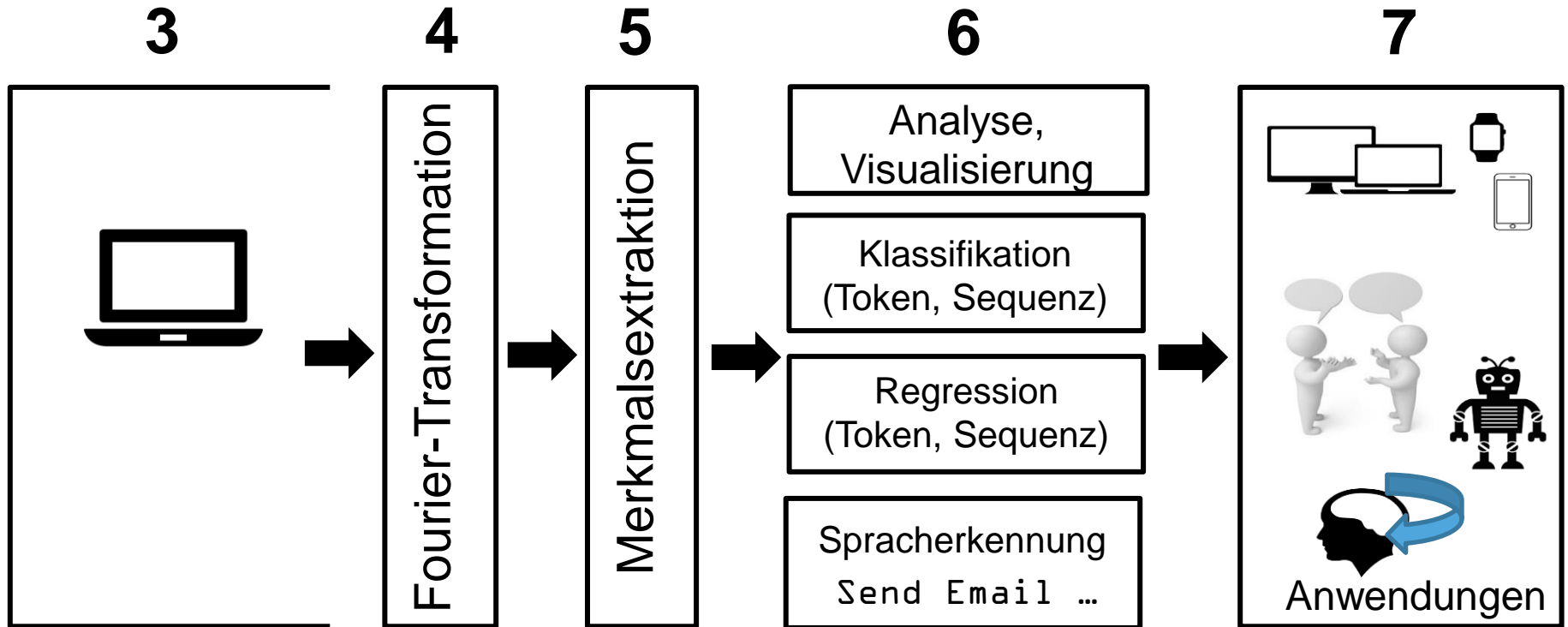
<https://de.wikipedia.org/wiki/Analogsignal>



- Schritt 1: Eigenschaften des gemessenen Signals klarmachen!
  - In welchem Frequenzbereich liegen die Nutzsignale
  - In Sprache sind das 150 Hz bis 8.000 Hz
- Schritt 2: Randbedingungen (zukünftiger) Anwendungen?
  - Analoge Telefone (Festnetz) übertragen bspw. nur 300 Hz bis 3.400 kHz um die Bandbreite einzuschränken
  - Bandpassfilterung
- Schritt 3: Abtastfrequenz bestimmen
  - Mittels Nyquist die Abtastfrequenz bestimmen, die Aliasing vermeidet
- Schritt 4: Quantisierungstiefe und -kennlinie festlegen
  - Quantisierungstiefe (Anzahl bits festlegen, mit der Werte dargestellt werden)
  - Neben der lin. Quantisierung gibt es auch nichtlineare Quantisierung, dabei wird eine Kennlinie festgelegt, z.B. bei  **$\mu$ -law** Kodierung für Audio und Video hat eine logarithmische Q-Kennlinie, um die SNR zu optimieren (G.711 Standard)



- Die klassische Verarbeitungskette zur Messung von Audiosignalen  
physikalisches Signal → elektrisches Signal → digitales Signal
- Was ist das Audiosignal: Schalldruckwelle in einem Medium
- Welche Mikrofone gibt es und wie funktionieren sie
  - Wandlerprinzip
  - Akustische Bauform: Richtcharakteristik
  - Sonderformen: Kabellose Mics, Arrays, Körperschall-Mics
- Was muss man bei der Erfassung von Audiosignalen beachten
  - Mikrofontyp
  - Raumakustik
  - Störquellen, Platzierung, Popschutz
- Vom elektrischen zum digitalen Signal: Analog-Digital Wandlung
  - Sampling,
  - Quantisierung,
  - Aliasing
- Lessons Learned – Take Home 1+2+3



DIGITALES SIGNAL

Zeit .... Frequenz

4

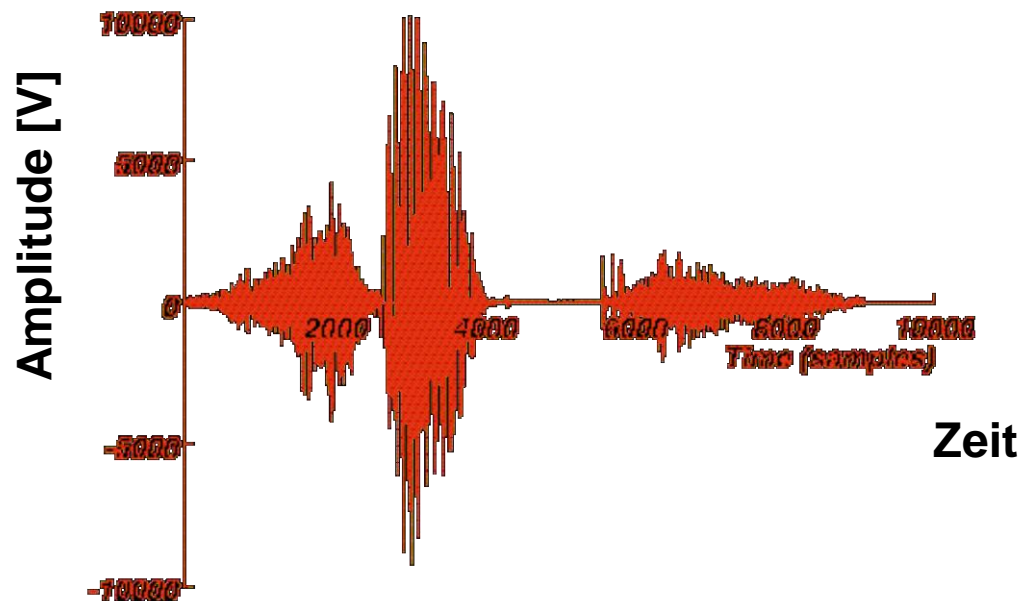
Fourier-Transformation

DIGITALES SIGNAL

Zeit .... Frequenz

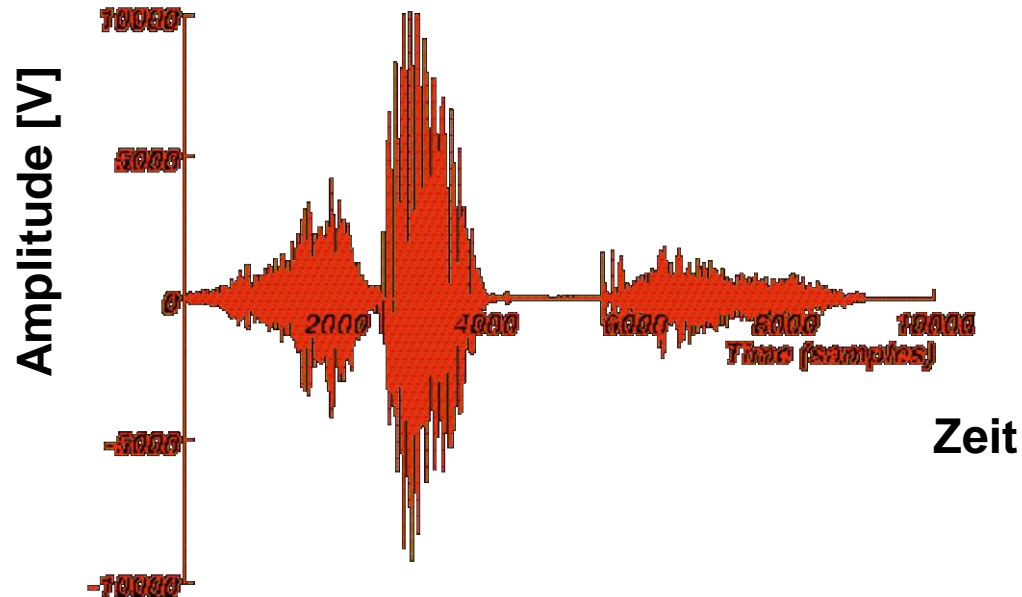
- Großteil der Analysen von Audiosignalen findet nicht im Zeitbereich sondern im **Frequenzbereich** statt
- Darum besprechen wir als erstes den Übergang von Zeit nach Frequenz und die Bedeutung von Frequenz
  - für Audio
- 1D Frequenzraum:
  - wie sieht der 1D Frequenzraum aus
  - wie kommt man dahin: Fouriertransformation
  - Algorithmus: Fast Fourier Transformation (FFT)
- Welche Vorteile hat der Frequenz- gegenüber dem Zeitraum
  - Audiosignale besser verstehen
  - Informationen aus Audiosignalen (besser) sichtbar machen
  - Vereinfachung der Verarbeitung von Audiosignalen
  - Filter verstehen/beschreiben: lineare, translationsinvariante Operation
  - Mit Filtern rechnen: Multiplikation im Frequenzraum

- Ein digitales Audiosignal nach dem Abtasten und Quantisieren



- **Frage 1: wer kann mir sagen, worum es sich bei diesem Audiosignal handelt?**

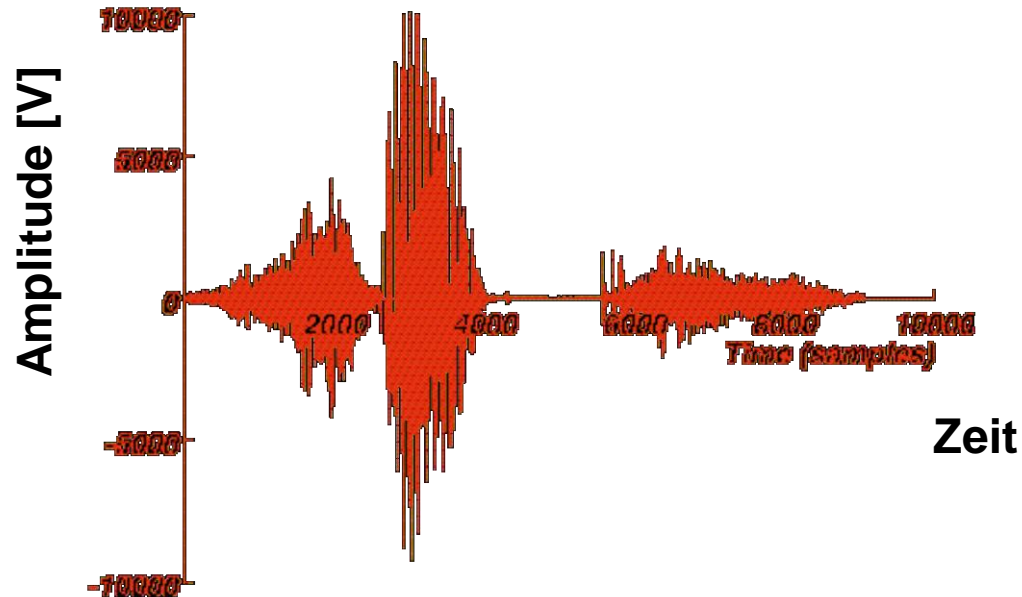
- Ein digitales Audiosignal nach dem Abtasten und Quantisieren



- **Antwort: Sprache**
- **Frage 2: wer kann mir sagen, welches Wort gesprochen wurde?**



- Ein digitales Audiosignal nach dem Abtasten und Quantisieren

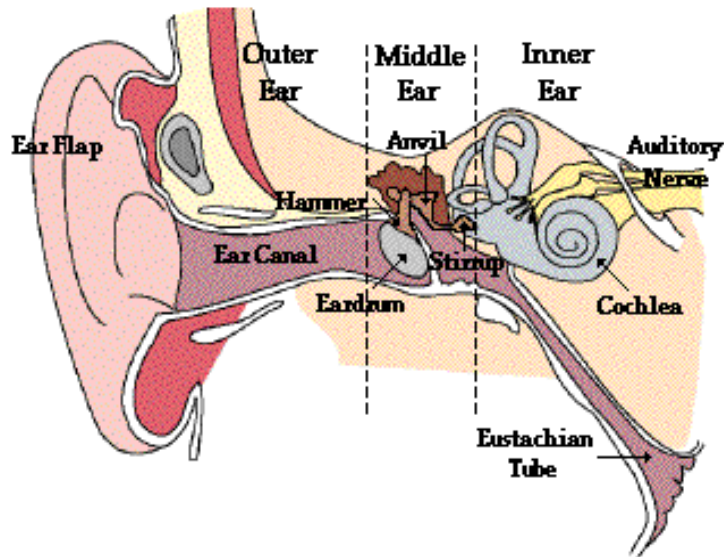


- **Antwort: “Six”**
- Beobachtung: Audiosignale im Zeitbereich (Amplitude über Zeit) sind schwierig zu interpretieren “man sieht nichts”

- Oft eine gute Idee, zu schauen wie die Natur solche Probleme löst
- Wie nimmt das menschliche Ohr Audiosignale wahr?

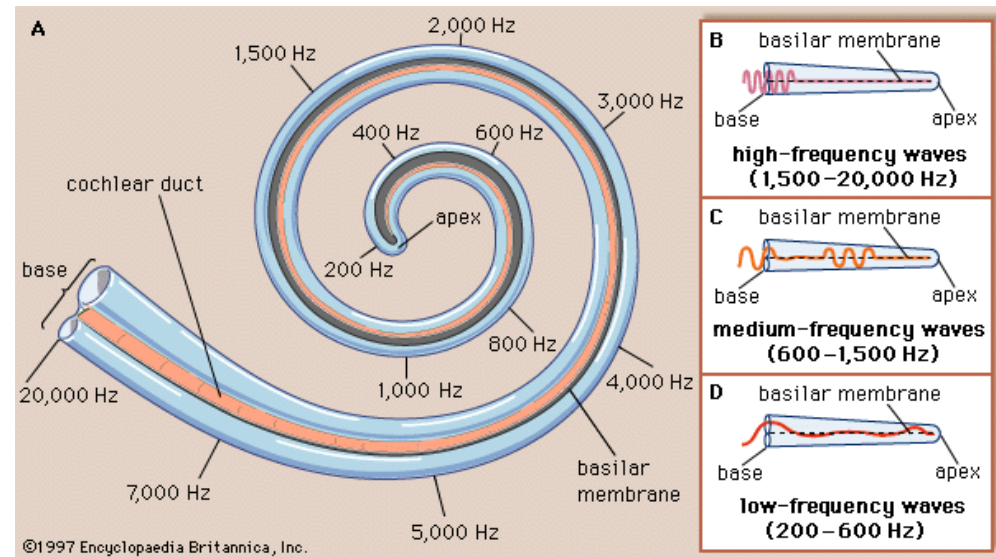
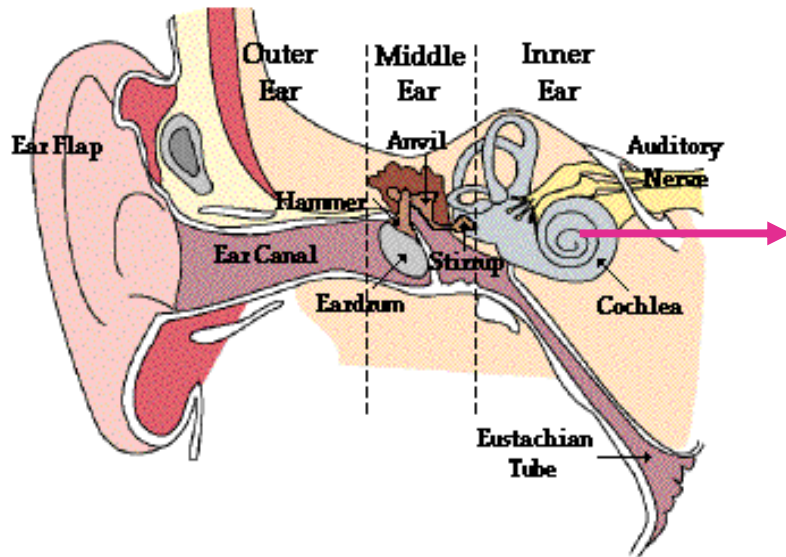
# Wie macht das unser Ohr?

- Oft eine gute Idee, zu schauen wie die Natur solche Probleme löst
- Wie nimmt das menschliche Ohr Audiosignale wahr?



# Wie macht das unser Ohr?

- Oft eine gute Idee, zu schauen wie die Natur solche Probleme löst
- Wie nimmt das menschliche Ohr Audiosignale wahr?



- Unser Ohr zerlegt Audiosignale in seine Frequenzanteile

- <https://vimeo.com/357573630>

