

Sensordatenverarbeitung

# 1D-FREQUENZRAUM (6C)

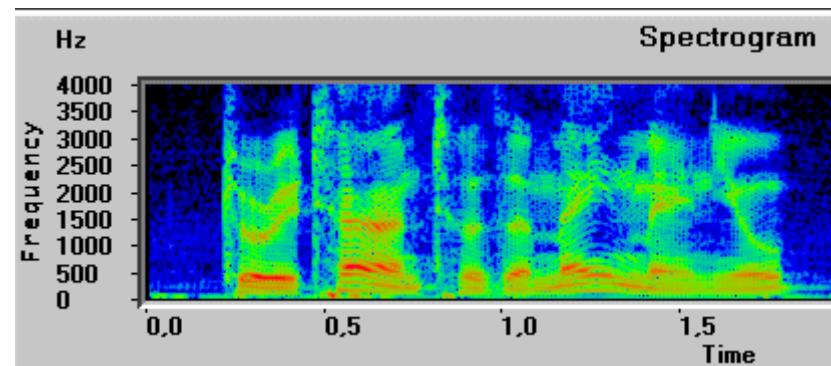
18.-22.11.2024

# Teil C

- Großteil der Analysen von Audiosignalen findet nicht im Zeitbereich sondern im Frequenzbereich statt
- 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

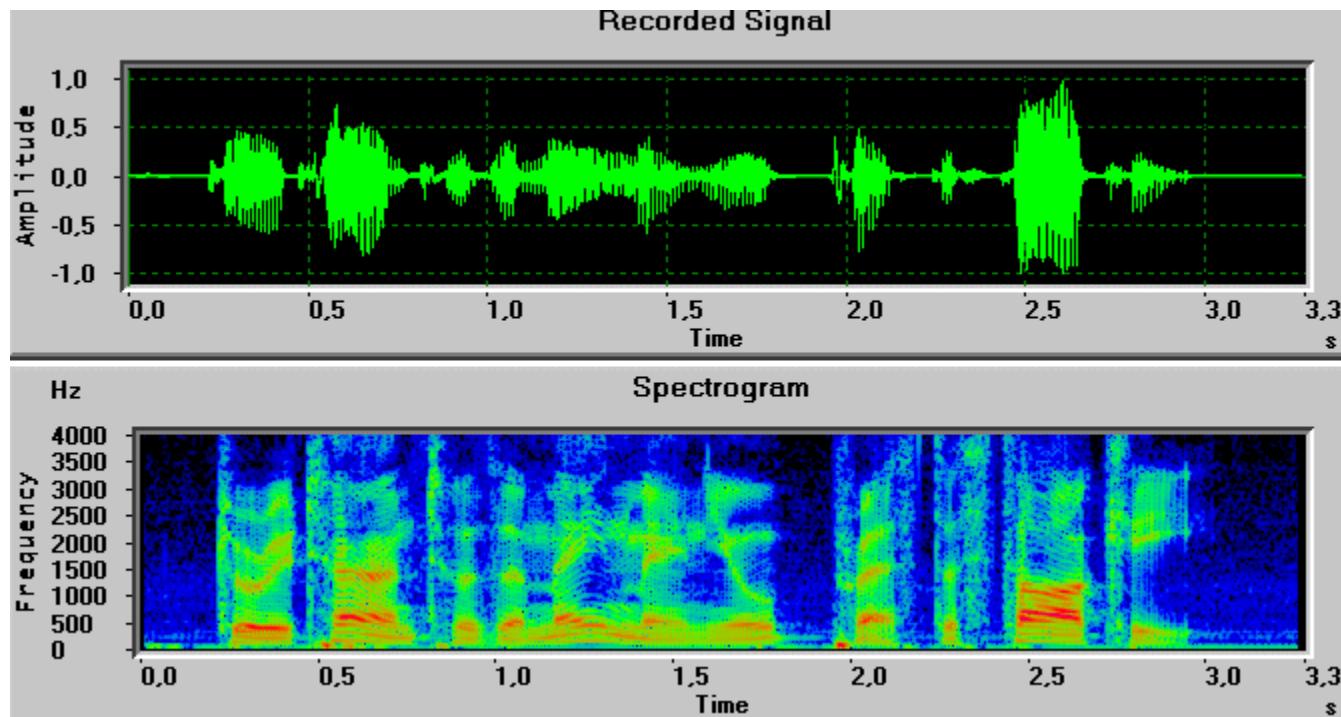
- Großteil der Analysen von Audiosignalen findet nicht im Zeitbereich sondern im Frequenzbereich statt
  - Welche Vorteile hat der Frequenz- gegenüber dem Zeitraum
    - Audiosignale besser verstehen
    - Informationen aus Audiosignalen (besser) sichtbar machen
- ⇒ Spektrogramme

- Ein **Spektrogramm** (Synonym Sonogramm) stellt die Zusammensetzung eines Signals aus einzelnen Frequenzen im zeitlichen Verlauf dar = zeitvariante Darstellung der Frequenzverteilung mit Hilfe der Kurzzeit-Fourier-Transformation (SDTFT)
- Diese ergibt eine komplexwertige Funktion  $f(t, \omega)$ , die vom Zeitpunkt  $t$  und der Frequenz  $\omega$  abhängt.
- Das Spektrogramm stellt die Werte  $|f(t, \omega)|^2$  in einem Zeit-Frequenz-Diagramm (zum Beispiel farbcodiert) dar
- Die Interpretation ist, dass  $|f(t, \omega)|^2$  den **Frequenzanteil des Signals zum Zeitpunkt  $t$**  angibt



# Beispiel Sprache

- Im Zeitbereich  
(Amplitude über die Zeit)

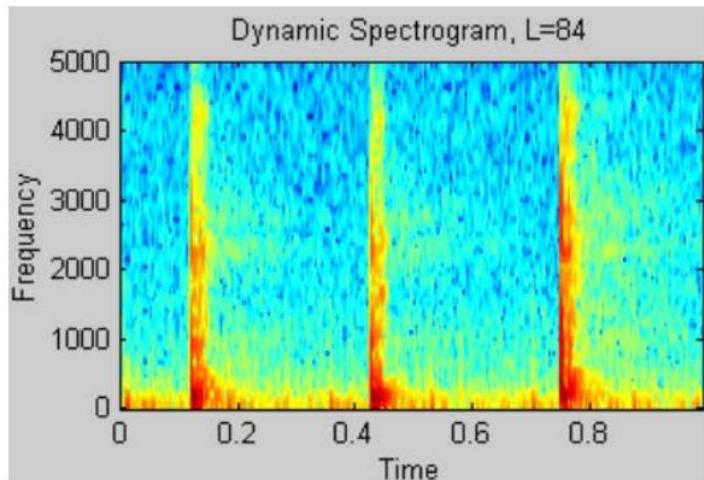


- Im Frequenzbereich  
(Frequenzanteile über die Zeit)

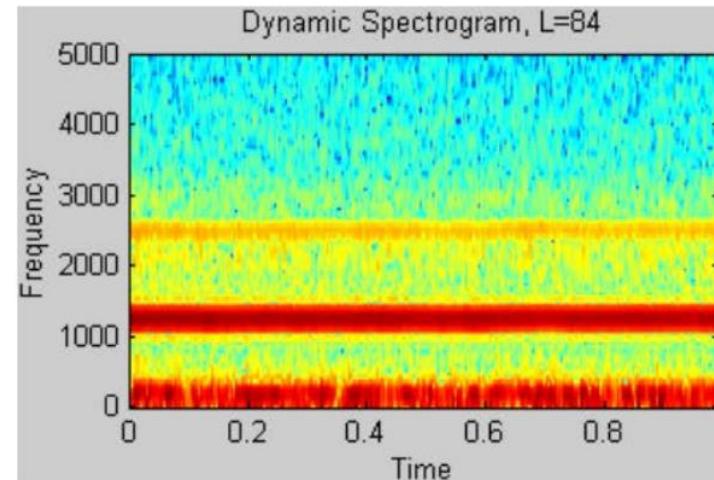
- Im Spektrogramm lassen sich Sprachlaute sehr gut unterscheiden
  - Stille (Pausen am Wortende bzw. Satzende): keine Frequenzen
  - Vokale mit dominanten Frequenzen im unteren Bereich (Resonanzen von  $F_0$ )
  - Reibelaute (Frikative) mit dominanten Frequenzen im oberen Bereich
- Mit etwas Übung kann man Laute/Wörter im Spektrogramm ablesen

# Beispiel Audioevents

- Diese Anzeigen kann beispielsweise sehr nützlich sein für Menschen mit Hörschädigungen



Türklopfen



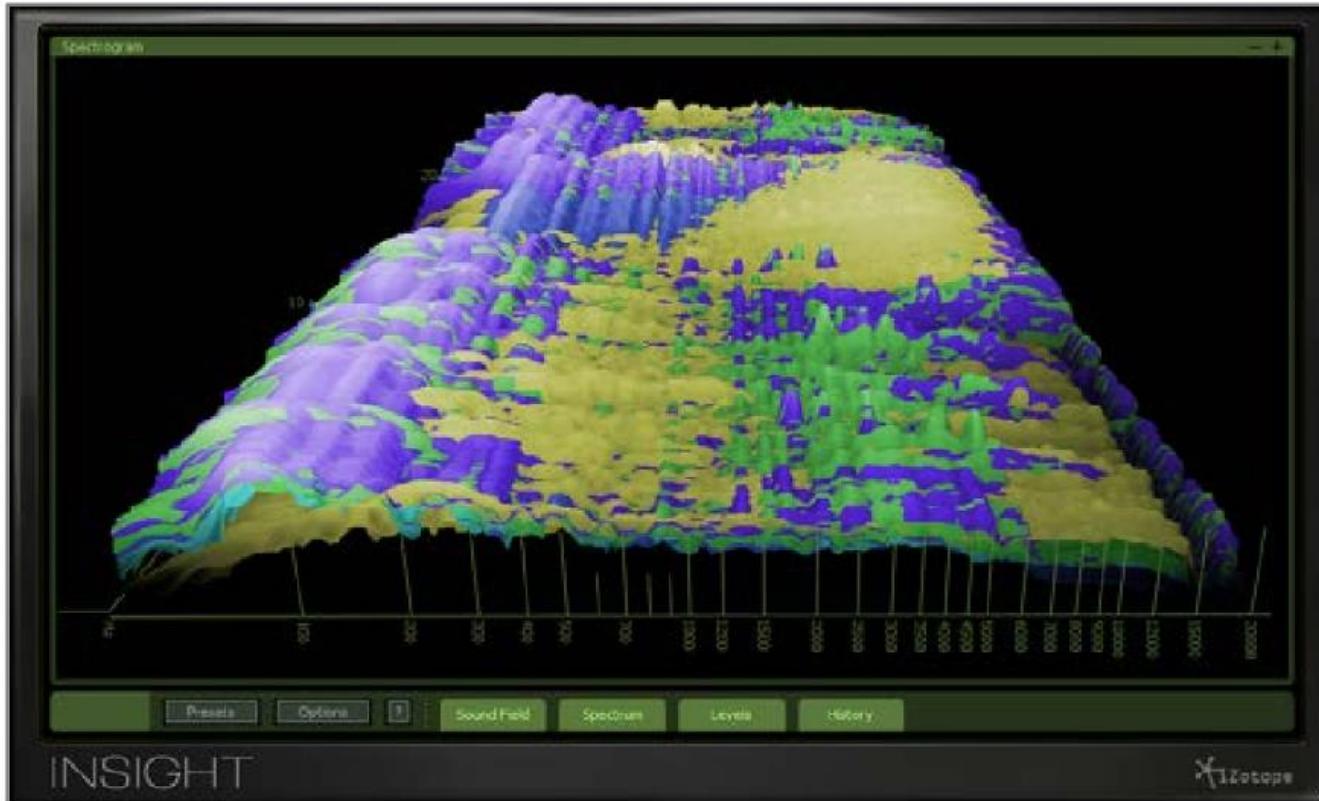
Pfeiffen

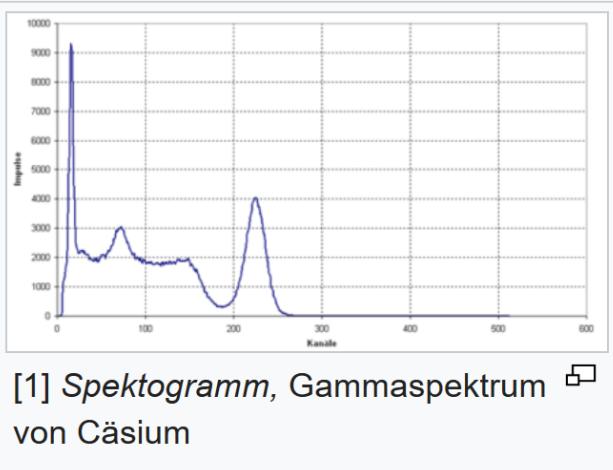
Beispiel aus: Roman Schweikert (2018) Spektrogramme als Visualisierung von Audiodaten in der virtuellen Realität, Bachelorarbeit TU Dresden

[https://tu-dresden.de/ing/informatik/smt/mg/ressourcen/dateien/studentische-arbeiten/2018\\_BA\\_Roman\\_Schweikert.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/ing/informatik/smt/mg/ressourcen/dateien/studentische-arbeiten/2018_BA_Roman_Schweikert.pdf?lang=de)

# Beispiel Ton-Abmischung

- Mixing- (Abmischung) und Mastering von Audio-Aufnahmen  
z.B. iZotope <https://www.izotope.com/en/products/mix/insight.html>

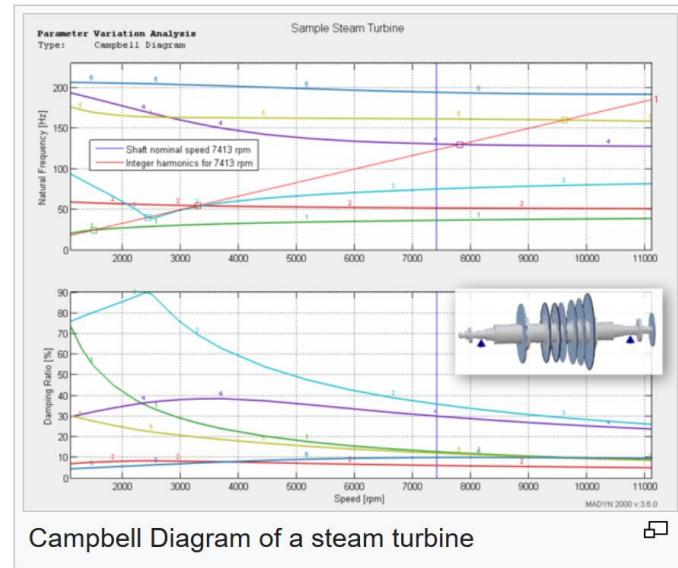




## • 2D-Sonogramm, Ultraschall



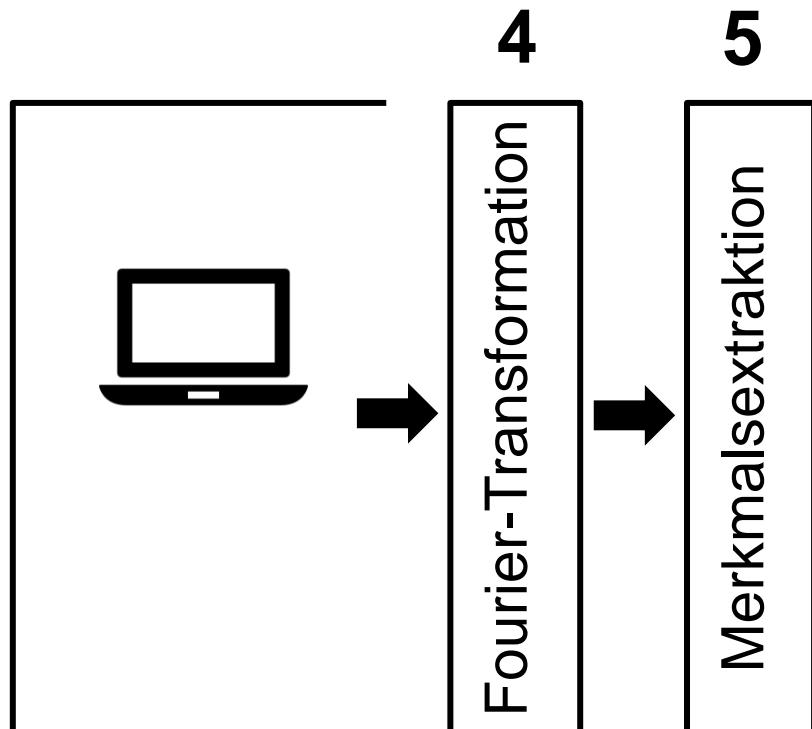
- **Campbell-Diagramm**  
Maschinenakustik: Spektrum in Abh. von der Motordrehzahl



Die US-Sonde sendet gerichtete Schallwellenimpulse aus, die an Gewebe-Grenzschichten unterschiedlich stark reflektiert und gestreut werden, was als **Echogenität** bezeichnet wird. Die Stärke der Reflexion wird als Grauwert dargestellt (geringe Echogenität = dunkel).

wikipedia.org/

- Von analogen zu digitalen Audiosignalen
  - Abtastung
  - Quantisierung
- 1D Frequenzraum:
  - wie sieht der 1D Frequenzraum aus
  - wie kommt man dahin: Fouriertransformation
  - Algorithmus: Fast Fourier Transformation (FFT)
- Vorteile des Frequenz- gegenüber dem Zeitraum
  - Audiosignale besser verstehen
  - Informationen aus Audiosignalen (besser) sichtbar machen
- Übernächste Vorlesung zeigt weitere Vorteile des Frequenzbereichs
  - Vereinfachung der Verarbeitung von Audiosignalen
  - Filter beschreiben und damit arbeiten:  
Multiplikation im Frequenzraum



**Kurzzeit-DTFT**  
- Fensterung von Signalen  
Filter  
Extraktion von Audiomerkmalen

