Experimentelle Phonetik

Wintersemester 2024/2025

Bistra Andreeva
Sprachwissenschaft und Sprachtechnologie
Universität des Saarlandes

andreeva@lst.uni-saarland.de

Spektrogramm

Das Spektrogramm stellt 3 Dimensionen dar:

- x-Achse: Zeit (ms) - vgl. Dauer in der Perzeption
- y-Achse: Frequenz (Hz) - vgl. Tonhöhe und Klangqualität in der Perzeption
- Schwärzungsgrad: Energie - vgl. Lautstärke in der Perzeption

Achtung: In praat nur relative Intensität wiedergegeben.

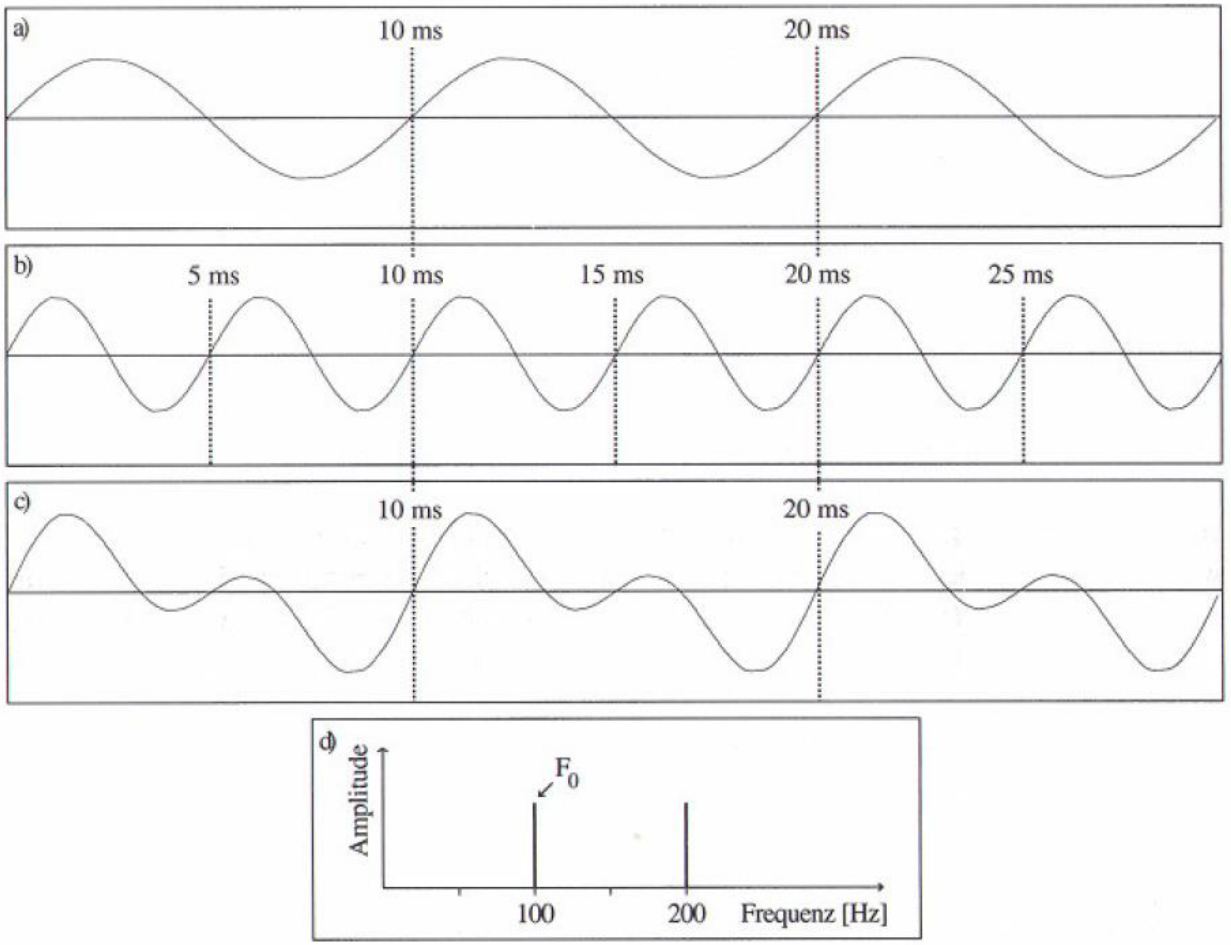
Je nach Kontext kann derselbe Laut mal heller, mal dunkler erscheinen, aber: die Verteilung über die Frequenzen zu einem Zeitpunkt t bleibt immer gleich

Grundbegriffe

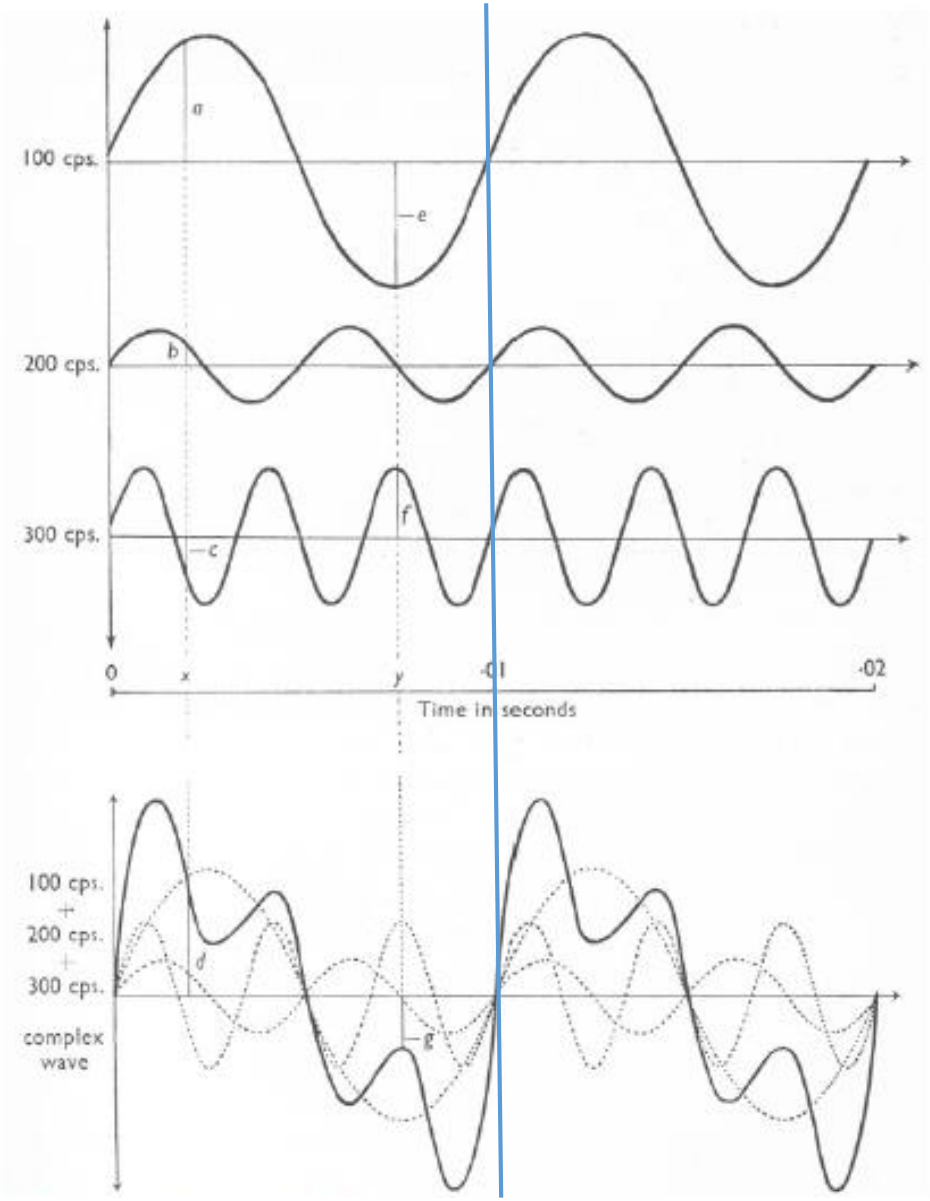
- Amplitude: maximale Auslenkung bzw. Abweichung von der Ruhelage (dB)
- Frequenz: Anzahl der Schwingungen pro Sekunde (Hz)
- Periodendauer: der zeitliche Abstand zweier benachbarter Maxima (T, ms)
- Grundfrequenz: die Welle mit der längsten Perioden-dauer (Stimmlippen)
- Harmonische: sinusförmige Obertöne, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind (Stimmlippen); F0=H1; H2= O1
- Formanten: Bereiche von Harmonischen, die durch Resonanz eine maximale Intensität erreichen (Vokaltrakt)

Oszillogramm und Spektrogramm

- Das Oszillogramm kann man als eine Überlagerung von mehreren Harmonischen betrachten
- Die Harmonischen (als Klangfarbe wahrgenommen) werden durch ihre Frequenz (Kehrwert), ihre Amplitude und ihre Phase (relative Verschiebung zueinander) gekennzeichnet und bestimmen so das komplexe Oszillogramm



Reetz (2003): Artikulatorische und akustische Phonetik. (S. 59)



Ladefoged 1962:35

Oszillogramm und Spektrogramm

- Datei DATEN/IP007RB.wav laden

Das Spektrogramm ist eine bessere Darstellung des Signals, wenn man die einzelnen Frequenz-komponenten erkennen möchte. Es stellt die Frequenzbereiche dar, in denen viel Energie vorhanden ist.

Breitband-Spektrogramm

- Bandbreite des Filters: Wie groß ist das Frequenz-Fenster, über das eine mittlere Intensität berechnet wird?
- Breitbandspektrogramm: 300-500 Hz

Hohe Auflösung im Zeitbereich, niedrige Auflösung im Frequenzbereich.

- Einzelne Glottisschläge sind gut sichtbar (die vertikale Linien).
- Die Formanten sind gut zu erkennen (breite horizontale “Bänder”). Sie sind charakteristisch für die Laute, insb. für Vokale.

Schmalband-Spektrogramm

- Bandbreite des Filters: 30-50 Hz
- Unter Spectrum, Spectrogram settings
- Window length (s) von 0.005 auf 0.03 ändern

Niedrige Auflösung im Zeitbereich, hohe Auflösung im Frequenzbereich.

- Einzelne Glottisschläge nicht sichtbar.
- Einzelne Harmonische sind gut zu erkennen (schmale paralelle “Bänder”). Grundfrequenz kann sehr genau berechnet werden aus der n-ten Harmonischen: Wert des n-ten Harmonischen festellen und durch n teilen. (Formanten schwer zu erkennen).

Schmalband- vs. Breitbandspektrogramm

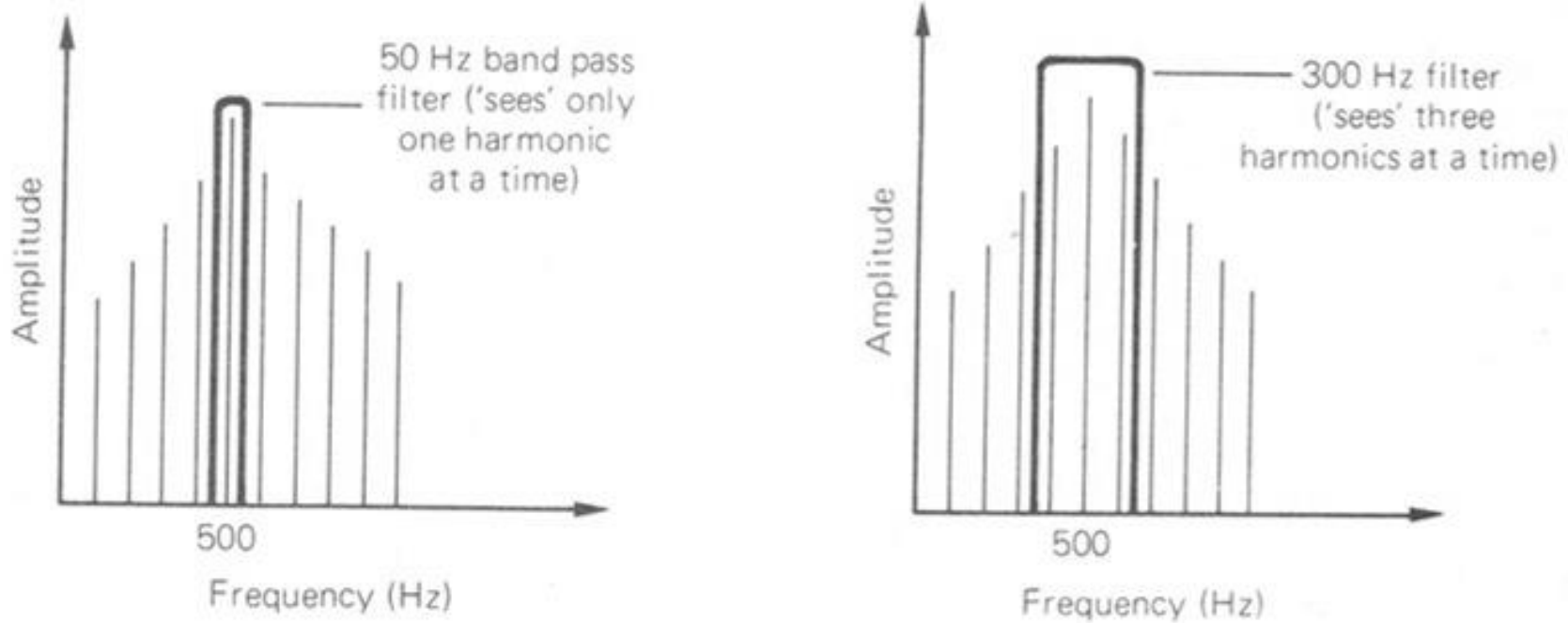


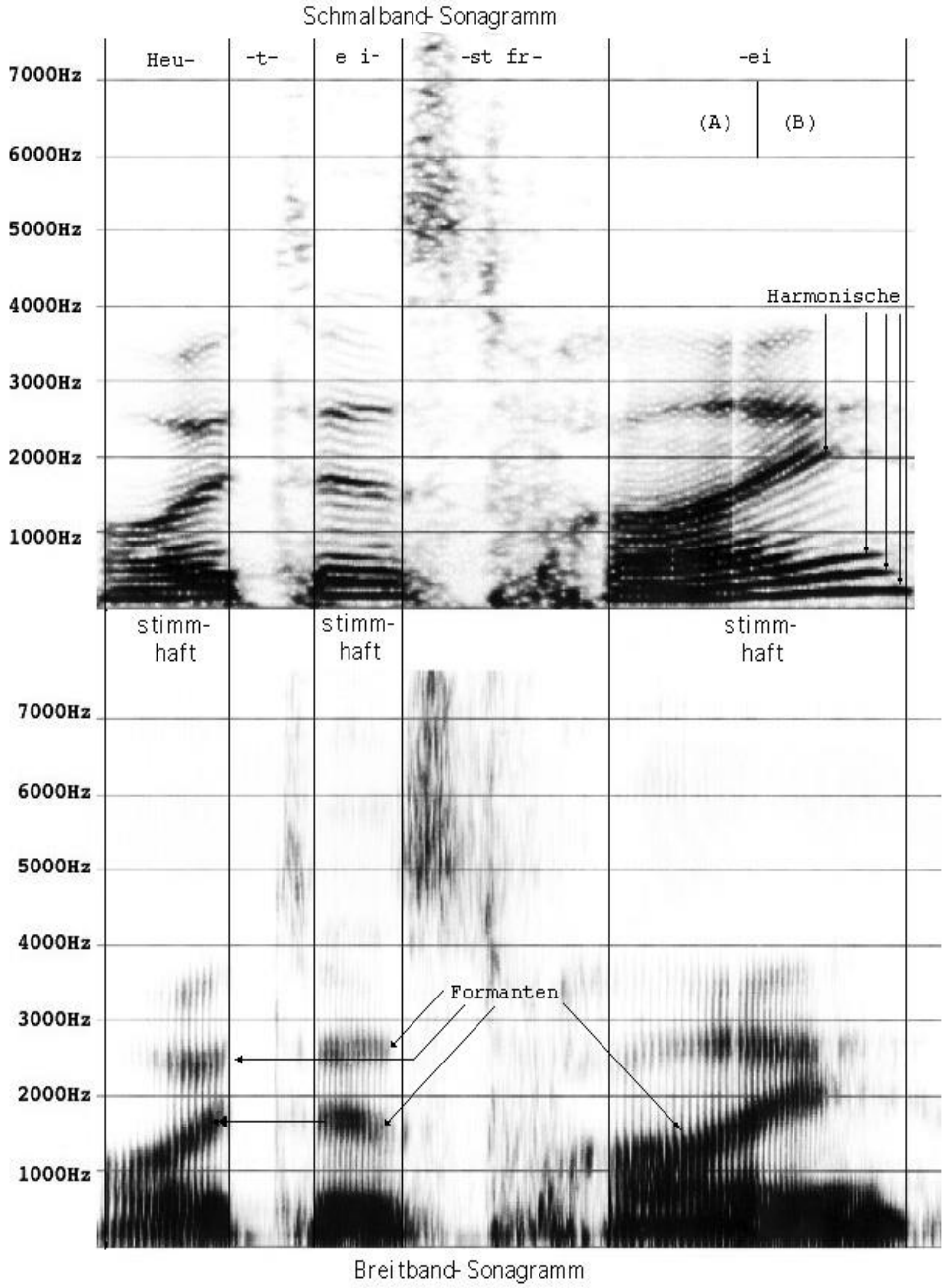
FIGURE 7.14.4 Effects of narrow (50 Hz) and broad (300 Hz) bandpass filters

Clark & Yallop (1995): "An introduction to phonetics and phonology." 2nd edition.

Schmalband-spektrogramm

vs.

Breitband-spektrogramm



Vokale im Spektrogramm

- stimmhafte Laute
- ihre Klangcharakteristika sind primär durch die Konfiguration des Vokaltraktes bestimmt
- der durch Glottisimpulse angeregte Luftstrom (Quelle) wird im Ansatzrohr moduliert (Filter)
- Veränderung der Resonanzeigenschaften des Ansatzrohres und somit der Resonanzfrequenzen des entstehenden Vokals durch Kehlkopfhöhe, Rachenenge, Zungenposition und -höhe sowie die Lippenstellung
- typische spektrale Zusammensetzung mit Energie-konzentrationen bei den jeweiligen Resonanzfrequenzen (Formanten)

Messungen der Formantenwerte

- Den Cursor in die Mitte des Vokals setzen
- über den Menüeintrag ‘Formant' -> ‘Show formants' die Formanten im Spektrogramm anzeigen
- Wieder über den Menüeintrag ‘Formant' -> ‘Formant listing' den jeweiligen Zeitpunkt sowie F1, F2, F3 und F4 auflisten

Vokale im Spektrogramm

Vokale [u:], [a] und [i:] (in “Fachbuch”- IP005RB, “Packpapier”- IP002RB und “Betrieb”-IP008RB) im Zeitsignal suchen.

- Was ist der Unterschied zwischen den Vokalen?

Deutliche Formantenstruktur. Vor allem die Positionierung der ersten beiden Formanten (F1 und F2) ist sehr wichtig für unsere Wahrnehmung der Vokale

- Mit welchen artikulatorischen Dimensionen hängen F1 und F2 zusammen?

F1: Kieferöffnung; F2: vorne-hinten

- Was fällt auf, wenn man sich die Formanten eines Vokals (z.B. [a]) im Kontext ansieht?

Onset-, Offsettransitionen und evtl. „steady state“, wenn genug Zeit für die Artikulaton vorhanden ist

Messungen der Formantenwerte

- Den Cursor in die Mitte des schwarzen Balkens (Formanten) setzen und den Wert rechts oben im Fenster B ablesen

- Wenn es problematisch ist die Formanten zu erkennen, geht man von vorgegebenen Werten aus, d.h. man verwendet die durchschnittlichen Formantwerte zur Orientierung (diese sind im fast jeden Buch zu finden)