

Hauptseminararbeit zum Thema

## Synthese von Sprachsignalen

Karl-Ludwig Besser, Zhongju Li, Franz Marcus Schüffny, Peter Steiner

Betreuer:  
PD Dr.-Ing. Ulrich Kordon  
Dipl.-Ing. Steffen Kürbis

Hochschullehrer:  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Peter Birkholz

Verteidigungsdatum:  
14.07.2015

### Einleitung

Im Hauptseminar Kommunikationssysteme wurde das Thema „Synthese von Sprachsignalen“ bearbeitet. Der Fokus lag auf der Erzeugung von Sprachsignalen mittels Formantsynthese. Diese wurde in einem Computerprogramm durch ein Quelle-Filter-Modell realisiert. Zur Parameterbestimmung war eine vorherige Analyse realer Sprache notwendig. Mit dieser Thematik beschäftigten sich Forscher schon seit mehreren Jahrhunderten.

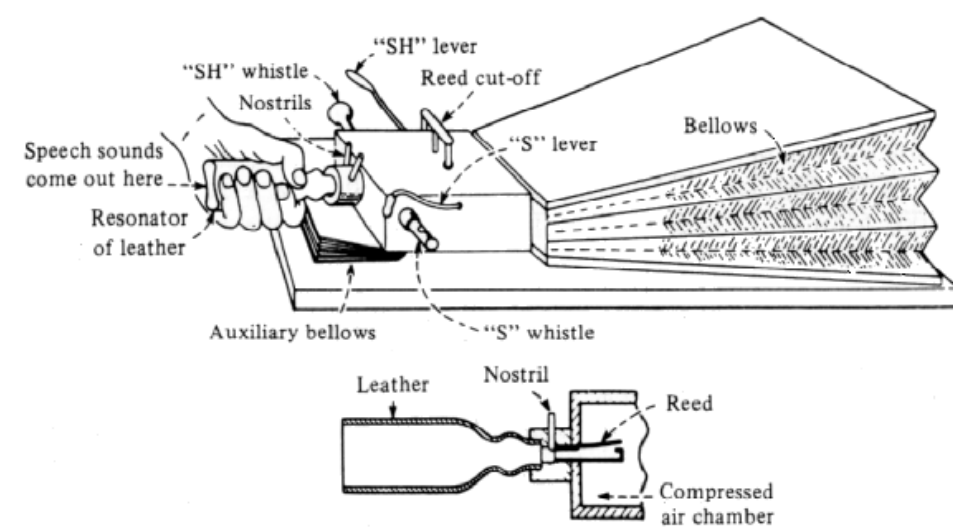


Abbildung 1: Von Kempelen's Sprachmaschine [2, S. 5]

Nach anfänglichen mechanischen Maschinen wie in Abbildung 1 gab es dank der Entwicklung elektronischer Filter sowie des Einsatzes moderner Computertechnik neue Meilensteine im Bereich der Sprachsynthese. Heutzutage kommen Systeme zur Sprachsynthese zum Beispiel in Navigationsgeräten und Smartphones zum Einsatz.

### Quelle-Filter-Modell

Das Quelle-Filter-Modell versucht eine Zerlegung von Sprachsignalen in Anregungssignale und Filterstrukturen. Durch geeignete Wahl der Modellparameter soll eine möglichst gute Modellierung des menschlichen Artikulationstrakts erreicht werden. Die Struktur des Modells, wie es hier verwendet wird, ist in Abbildung 2 gezeigt.

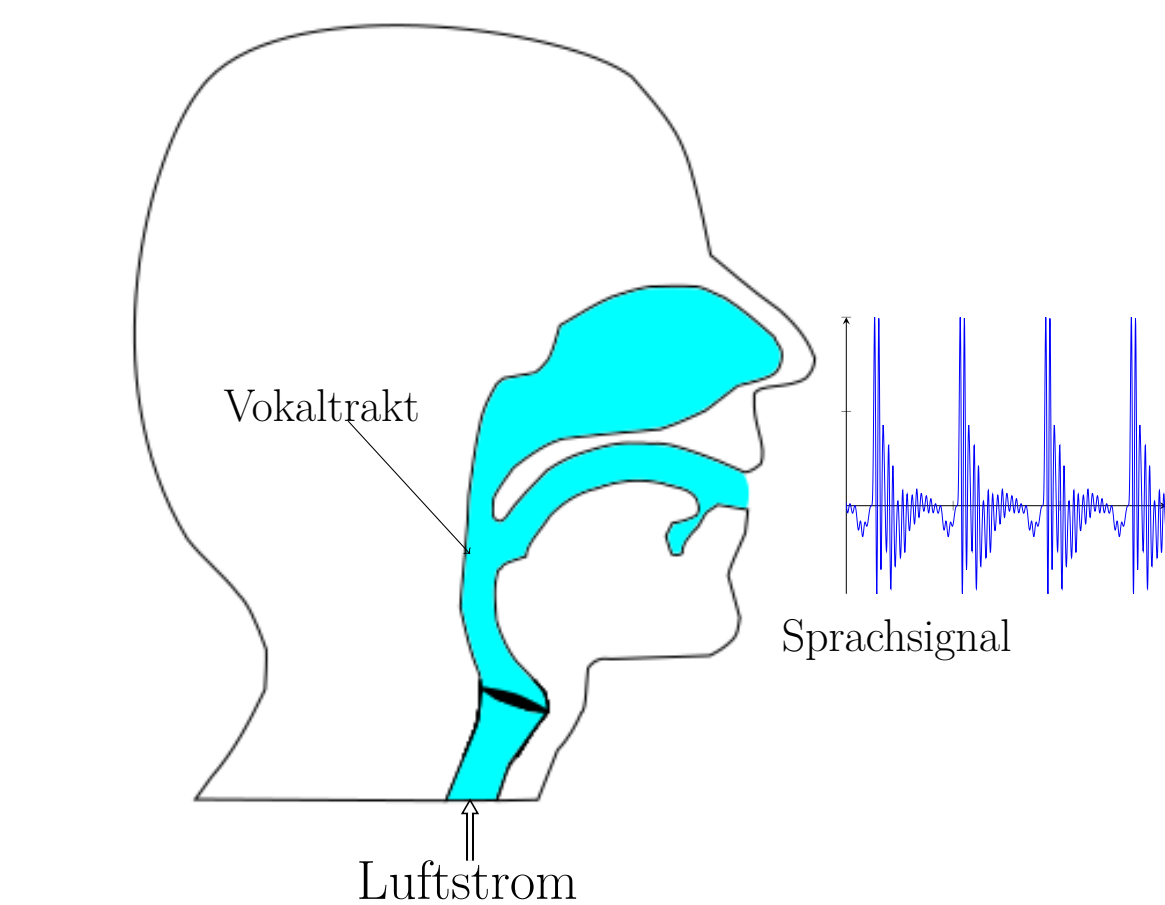


Abbildung 2: Verwendetes Quelle-Filter-Modell

### Analyse

Zur Parametrisierung des in Abbildung 2 dargestellten Modells müssen reale Sprachsignale analysiert werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Bestimmung der Filterparameter. Es werden primär Bandpassfilter 2. Ordnung eingesetzt. Die drei charakteristischen Parameter sind Mittenfrequenz, Bandbreite und Grundverstärkung.

Die Mittenfrequenz wird als Formantfrequenz bezeichnet. Um diese zu bestimmen, wurden verschiedene Analysemethoden verwendet. Von der Software Praat wurde der fertig implementierte Burg-Algorithmus bereitgestellt; selbst programmiert wurde der Cepstrum-Algorithmus. Das dabei gewonnene geglättete Spektrum ist in Abbildung 3 dargestellt.

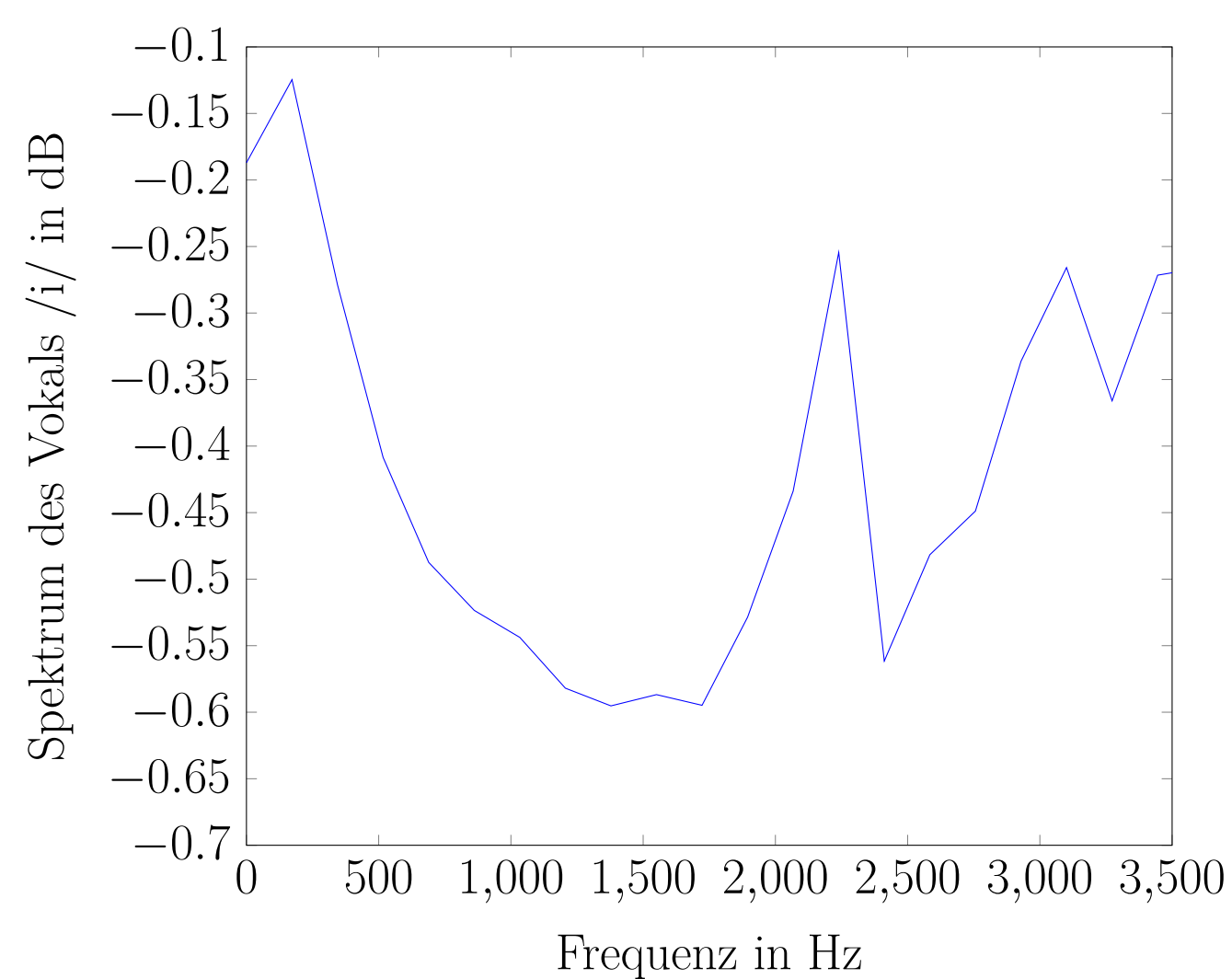


Abbildung 3: Geglättetes Spektrum des Vokals i

### Synthese

#### Synthetisierbare Einzellaute

Implementiert wurden folgende Laute: Vokale, Diphtonge (/au/, /ei/, /eu/), stimmlose Frikative (/ch/, /f/, /s/, /sch/), stimmhafte Frikative (/w/), stimmhafte Plosive (/b/, /d/, /g/), stimmlose Plosive (/k/, /t/, /p/), Liquide (/l/, /r/) sowie Nasale (/m/, /n/). Allerdings können stimmhafte Plosive nur in Verbindung mit einem darauffolgenden Vokal synthetisiert werden.

#### Vokale

Zur Synthese von Vokallauten wird ein periodisches breitbandiges Anregungssignal als Quelle verwendet. Die Signalformung wird mittels Bandpassfilter in Reihenschaltung realisiert.

Das Anregungssignal für die stimmhaften Laute soll den glottalen Luftstrom nachbilden. Dazu wurde eine von Paul Taylor vorgeschlagene Formel benutzt. [3, S. 331]

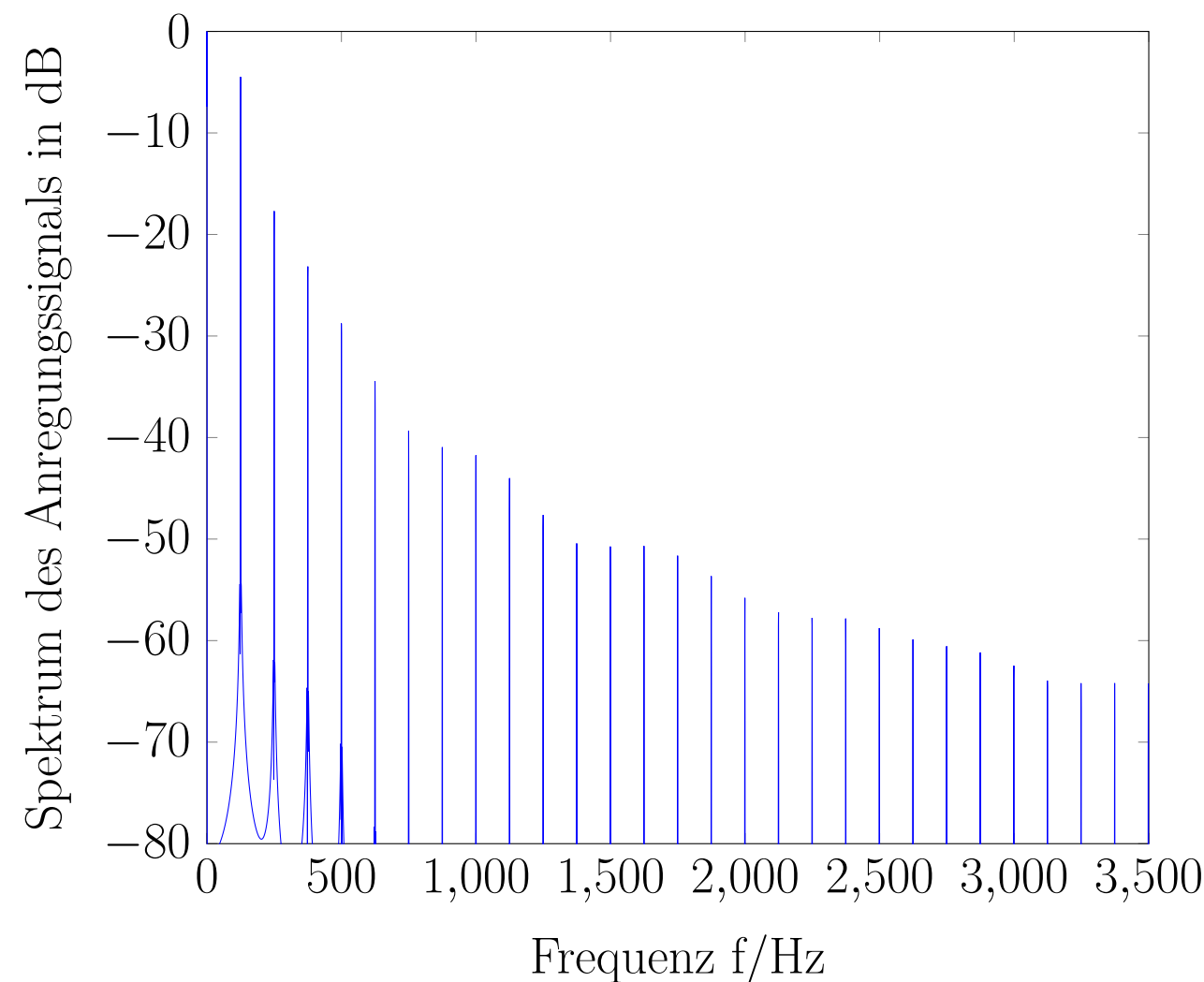


Abbildung 4: Spektrum des Anregungssignals

Das Spektrum des Anregungssignals ist in Abbildung 4 abgebildet.

Beispielhaft ist das Spektrum für den synthetisierten Vokal /i/ in Abbildung 5 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Hüllkurve des Linienspektrums in etwa mit dem vorher gezeigten geglätteten Spektrum übereinstimmt. Somit ist die Verständlichkeit des Einzellautes gegeben.

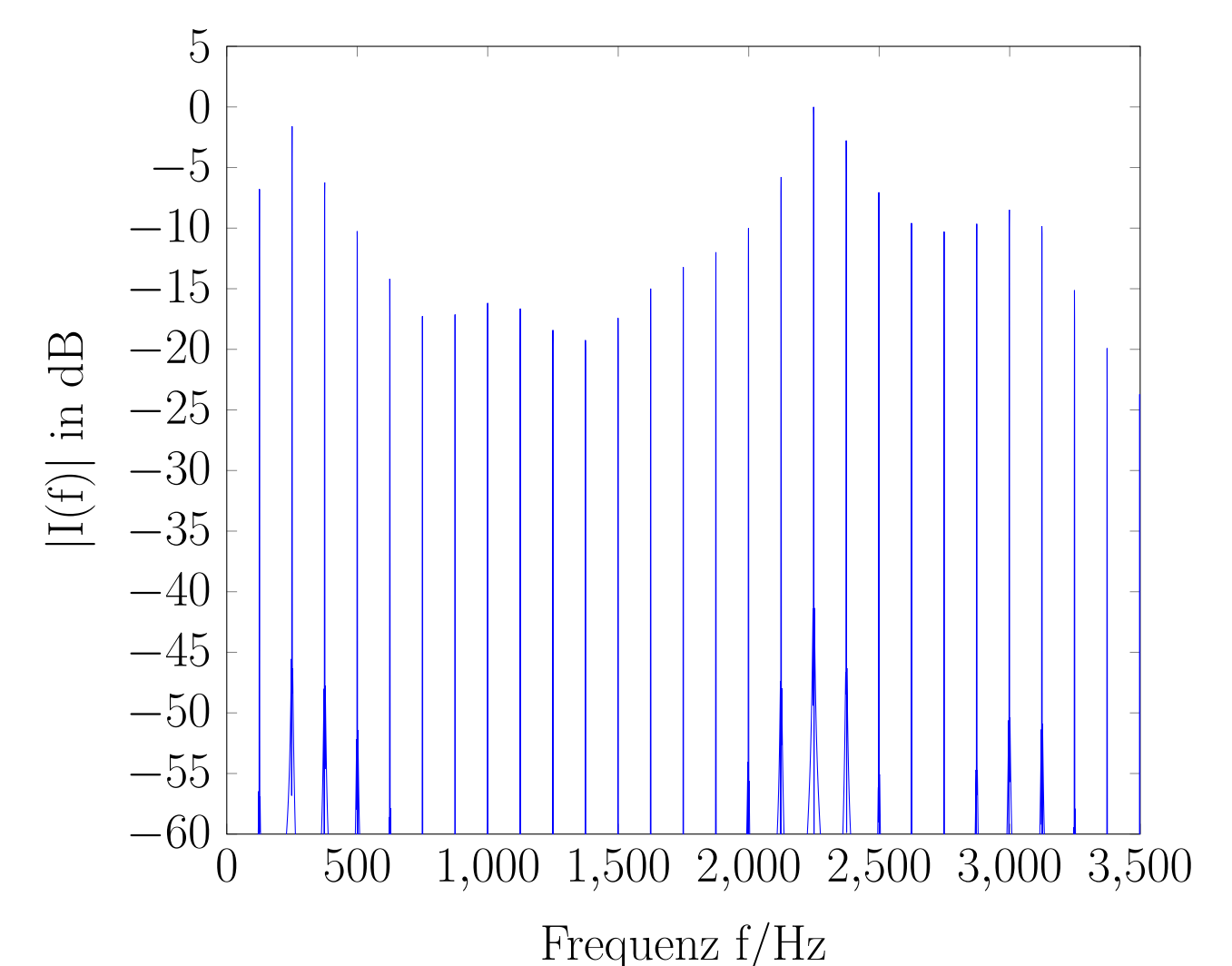


Abbildung 5: Spektrum des synthetisierten Vokals i

#### Frikative

Zur Synthese von Zischlauten wird ein Rauschgenerator als Quelle verwendet. Die Signalformung wird nach Klatt mittels Bandpassfilter in Parallelschaltung realisiert. [1]

#### Kombination

Bei der Lautkombination werden einzelne Laute mit einem Von-Hann-Fenster gefenstert und ineinander verschoben. Damit erreicht man neben verständlichen Einzellaute auch eine gute Verständlichkeit der ganzen Lautkombination.

### Zusammenfassung

Im Rahmen des Hauptseminars wurden Einzellaute und Lautkombinationen analysiert und deren Parameter bestimmt. Dies bildete die Grundlage für eine anschließende Synthese von Sprachsignalen.

Der Sprachsynthesizer wurde in GNU Octave implementiert. Der Benutzer hat die Möglichkeit eine Lautkombination zur Synthese einzugeben. Diese wird anschließend als Audiodatei ausgegeben.

### Literatur

- [1] Dennis H Klatt. „Software for a cascade/parallel formant synthesizer“. In: *the Journal of the Acoustical Society of America* 67.3 (1980), S. 971–995.
- [2] Sami Lemmetty. „Review of speech synthesis technology“. In: *Helsinki University of Technology* (1999).
- [3] Paul Taylor. *Text-to-speech synthesis*. Cambridge university press, 2009.