

Praktische Anwendung der FM-Synthese

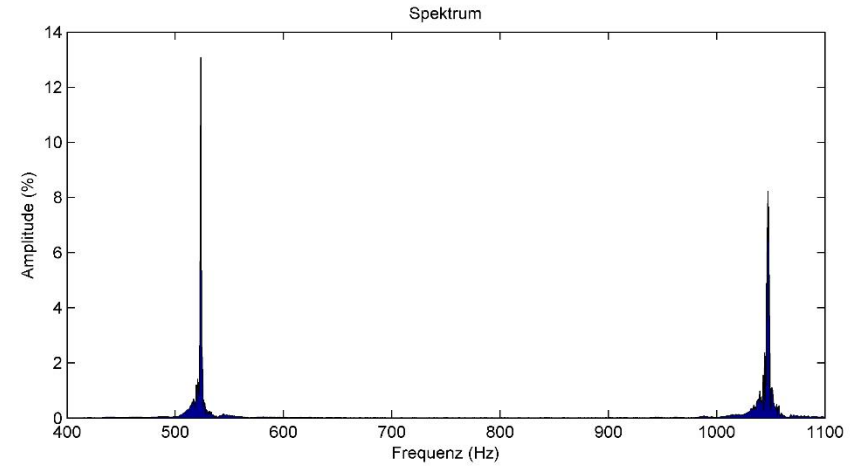
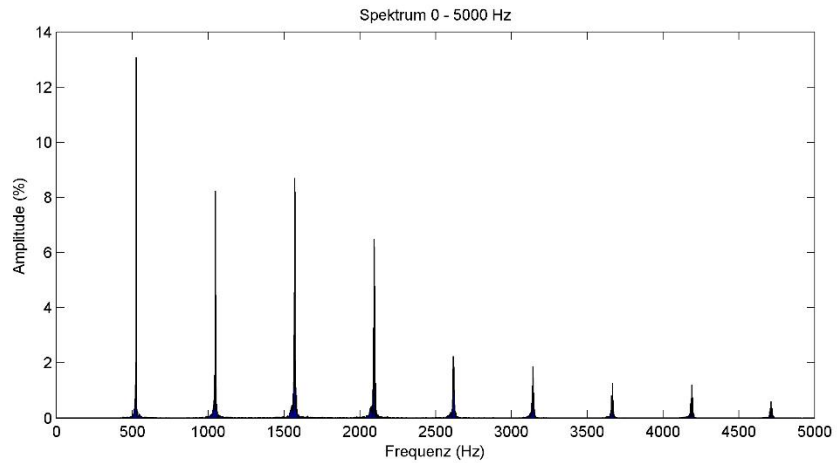
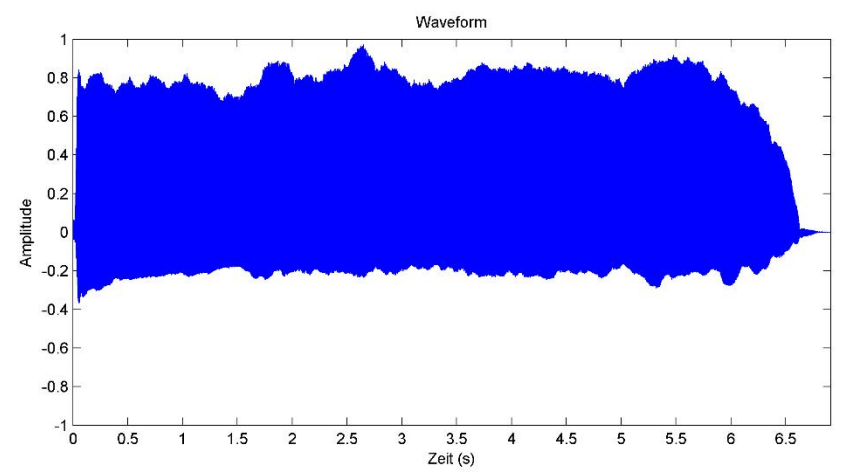
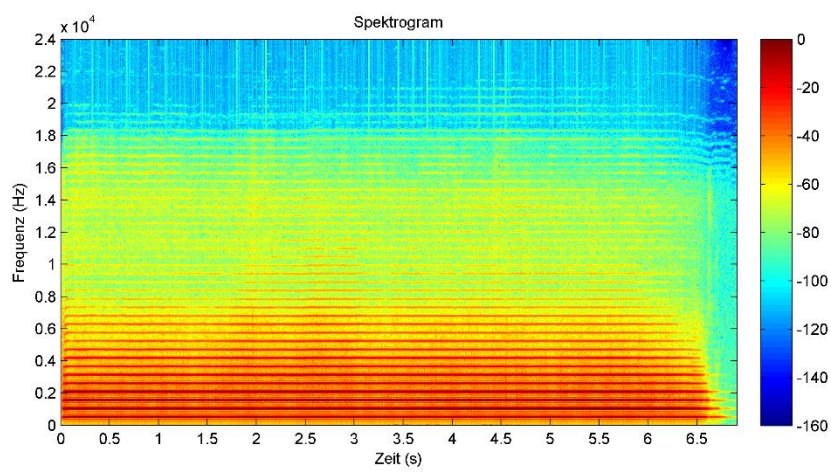
Stefan Gerasch



Gliederung

- Tonnachbildung Theorie
- Tonnachbildung Praxis
- FM-Synthesizer in C++

TONNACHBILDUNG THEORIE



Parametrisierung der FM-Synthese-Formel

$$y(t) = \sin[2\pi \cdot t \cdot f_c + I \sin(2\pi \cdot t \cdot f_m)]$$

- Trägerfrequenz f_c
- Modulationsindex I
- Modulationsfrequenz f_m

Wahl der FM-Synthese

Einfache FM-Synthese

$$y(t) = \sin[2\pi \cdot t \cdot f_c + I \sin(2\pi \cdot t \cdot f_m)]$$

Parallelschaltung

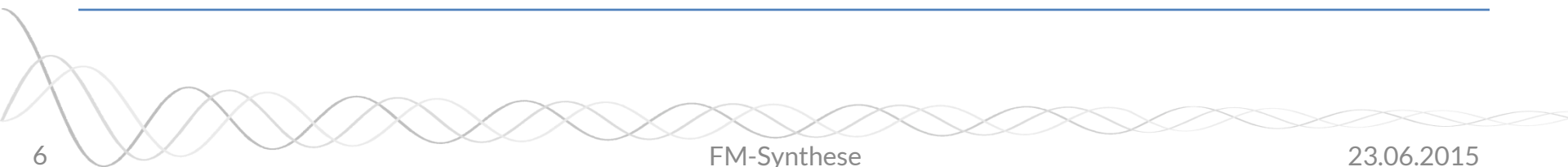
$$y(t) = \sin[2\pi \cdot t \cdot f_c + I_1 \sin(2\pi \cdot t \cdot f_{m1}) + I_2 \sin(2\pi \cdot t \cdot f_{m2})]$$

Kaskadenschaltung

$$y(t) = \sin\{2\pi \cdot t \cdot f_c + I_1 \sin[2\pi \cdot t \cdot f_{m1} + I_2 \sin(2\pi \cdot t \cdot f_{m2})]\}$$

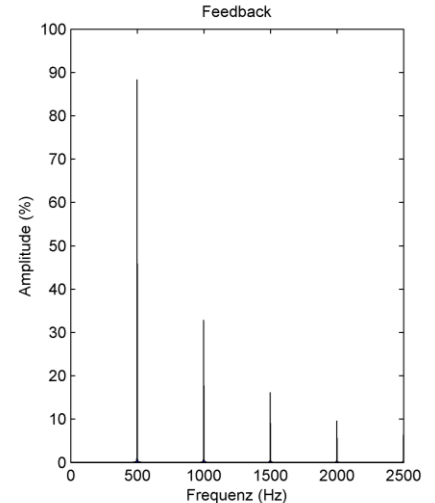
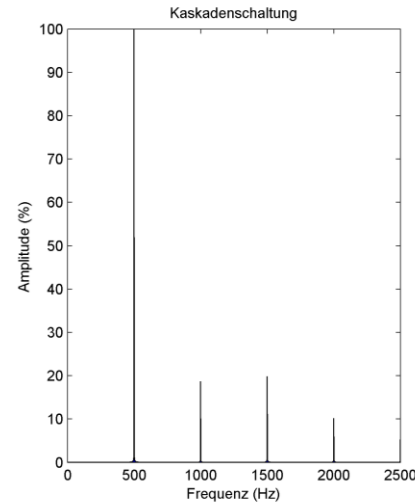
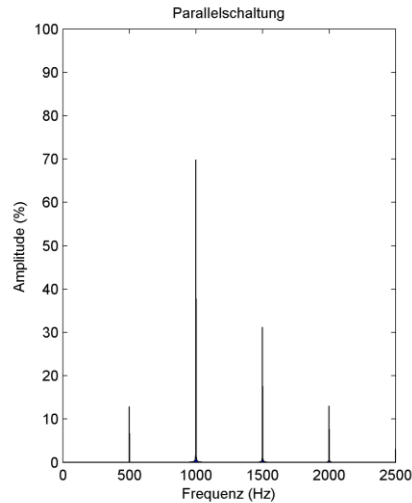
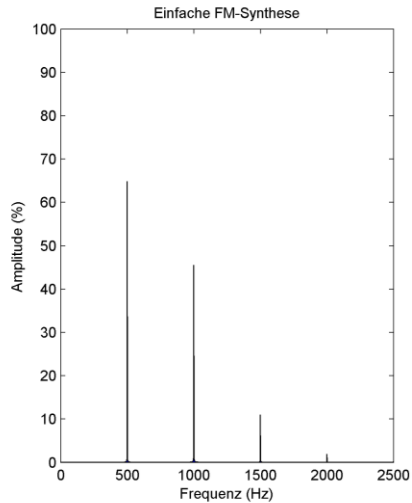
Feedback

$$y(t) = \sin\{2\pi \cdot t \cdot f_c + I \sin[y(t - 1)]\}$$



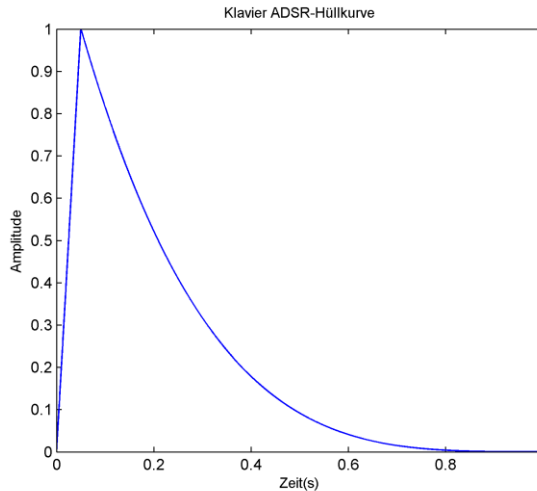
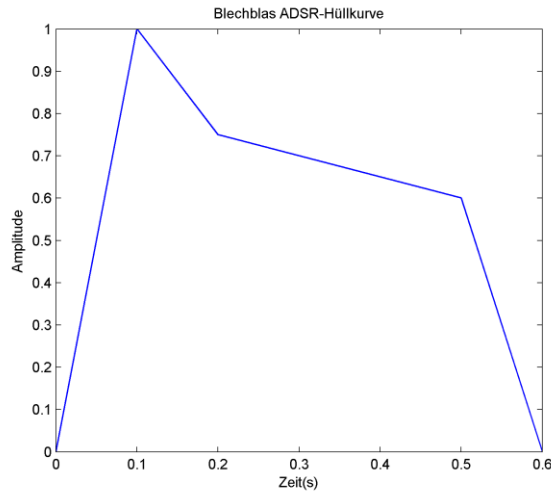
Wahl der FM-Synthese

$$f_c = 500, f_m = 500, I = 1$$



ADSR-Hüllkurve

- Phasen: (Hold), Attack, Decay, Sustain, Release



Modulationsindex

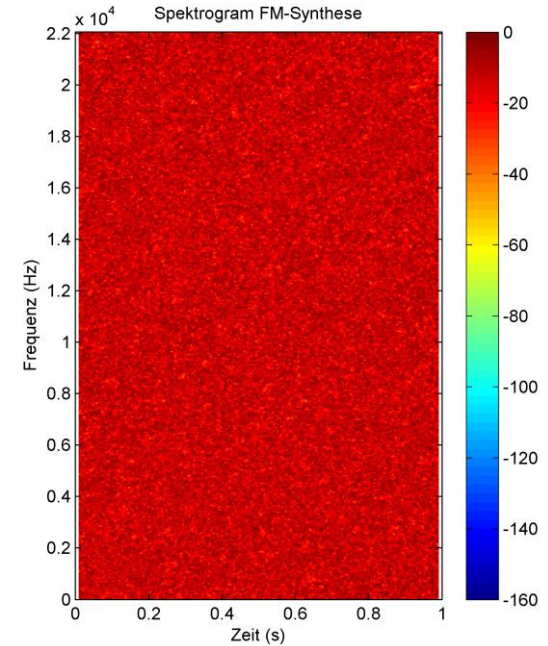
- Anzahl der Seitenfrequenzen nicht statisch
- während Attack zunehmend
- während Release abnehmend

⇒ Modulationsindex mit Hüllkurve variieren

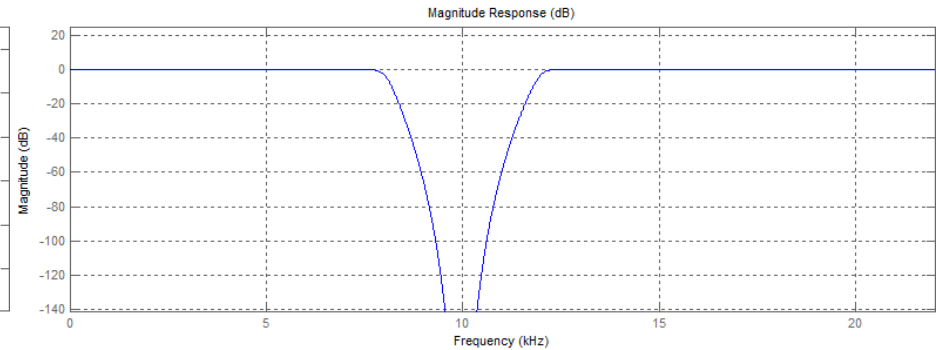
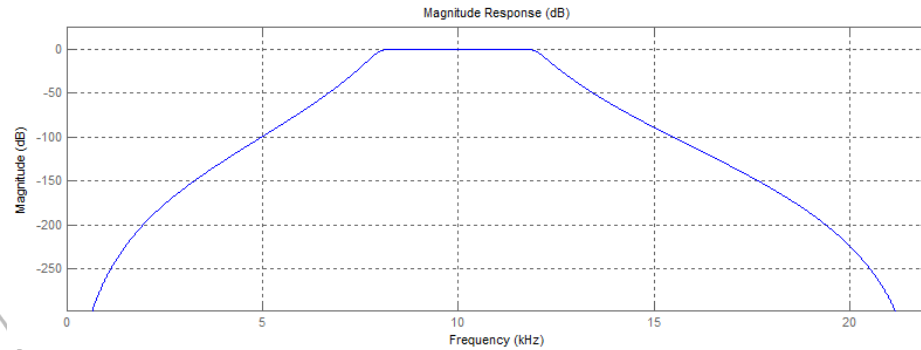
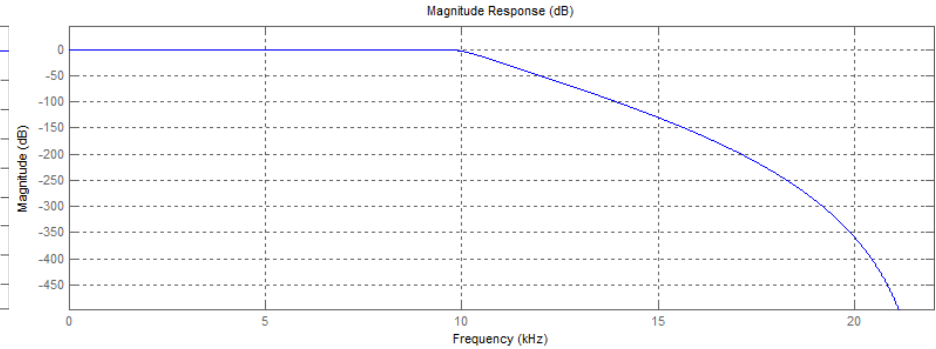
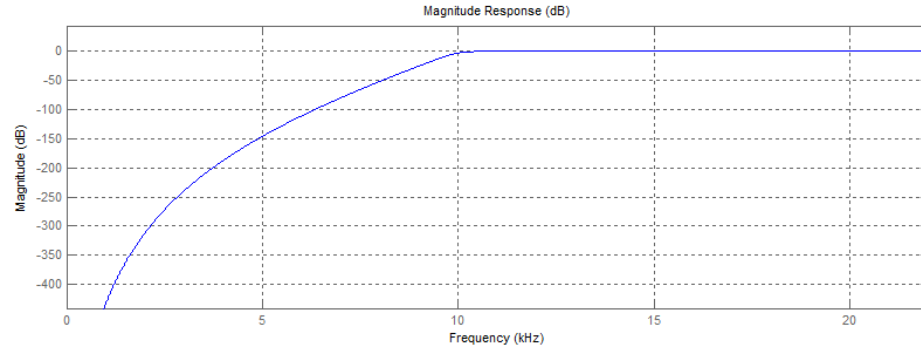


Rauschen

- Instrumente erzeugen Rauschen
 - Luftverwirbelungen
 - Blasgeräusche
 - Unebenheiten der Bauform
- Feedback-FM kann Rauschen generieren



Filter



TONNACHBILDUNG PRAXIS

Hörbeispiele

1



2



3



4



FM-SYNTHESIZER IN C++

Framework

juce

Quelle: <http://www.juce.com>

Fazit

- Instrumententon nachbilden ist schwer
- Nachbildung hat große Ähnlichkeit zum Original
- FM-Synthesizer Programm bietet einfachen Einstieg

Vielen Dank für ihre
Aufmerksamkeit



Quellen

- [Bar09] J. Barkowsky. *Einführung in die musikalische Akustik*. Number 978-3-795-90909-3 in Taschenbücher zur Musikwissenschaft. Florian Noetzel, Heinrichshofen-Bücher, 2009.
- [Bor80] Hans Borucki. *Einführung in die Akustik - 2., durchges. Aufl.* Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich, 1980.
- [Cho73] John M. Chowning. The synthesis of complex audio spectra by means of frequency modulation. *Journal of the Audio Engineering Society*, pages 526–534, 1973.
- [Hor98] Andrew Horner. Nested modulator and feedback fm matching of instrument tones. *IEEE TRANSACTIONS ON SPEECH AND AUDIO PROCESSING*, VOL. 6, NO. 4, pages 398–409, 1998.
- [Sto11] D. Stotz. *Computergestützte Audio- und Videotechnik: Multimediatechnik in der Anwendung - 2. Aufl.* Number 978-3-642-23252-7. Springer Berlin Heidelberg, 2011.