

Blatt 7: Einhüllende & nicht lineare Dynamik Kompression

Nicoletti Michele

Zur Vervollständigung der im Aufgabenblatt 6 begonnenen Kodierungsstrategie bedarf es noch einer Einhüllenden und einer Dynamikkompression. Die Einhüllende wird hierbei über eine Hilbert Transformation ermittelt. Dabei wird das Signal in sein Trägersignal (Feinstruktur) und dessen Amplitudenmodulation aufgeteilt (Siehe Abb. 1).

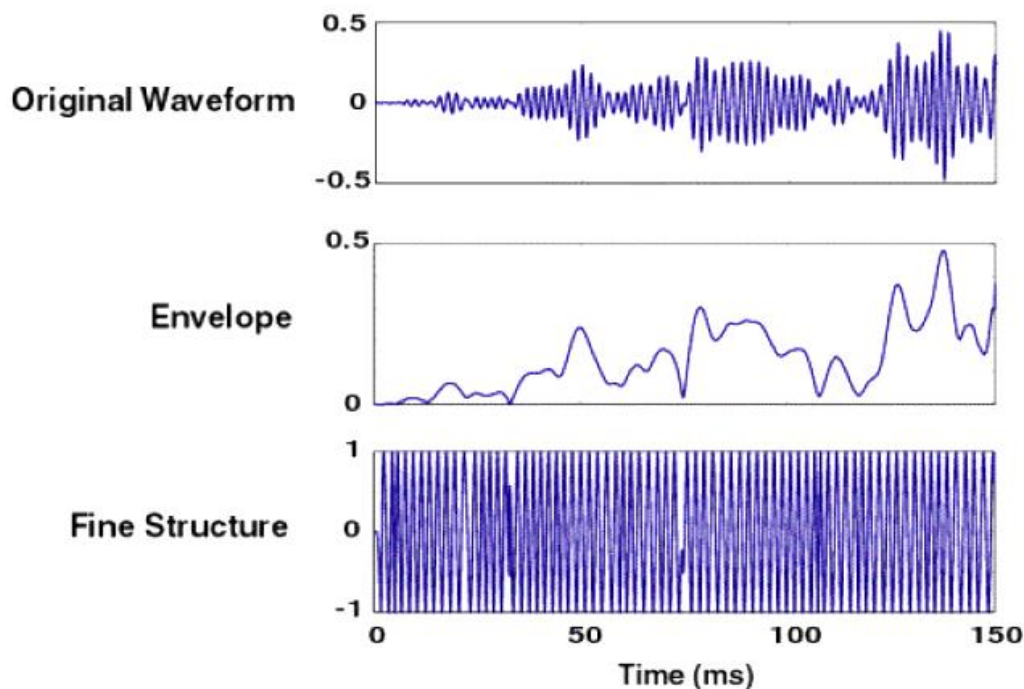


Abbildung 1 Signaltheoretische Bedeutung der Hilbert Transformation (Z.M. Smith, B. Delgutte, A. J. Oxenham 2001).

Bei der Dynamikkompression wird der akustische Dynamikbereich von 120 dB auf den Dynamikbereich des elektrischen Hörens von 10 - 20 [dB re THR] (THR: Threshold, Schwelle) herunter skaliert (Mapping). Da bei heutigen Cochleaimplantaten der Fokus auf der Spracherkennung liegt, beschränkt man sich beim Mapping auf den für Sprache relevanten Bereich zwischen 30 und 80 dB (Dynamikbereich von 50 dB).

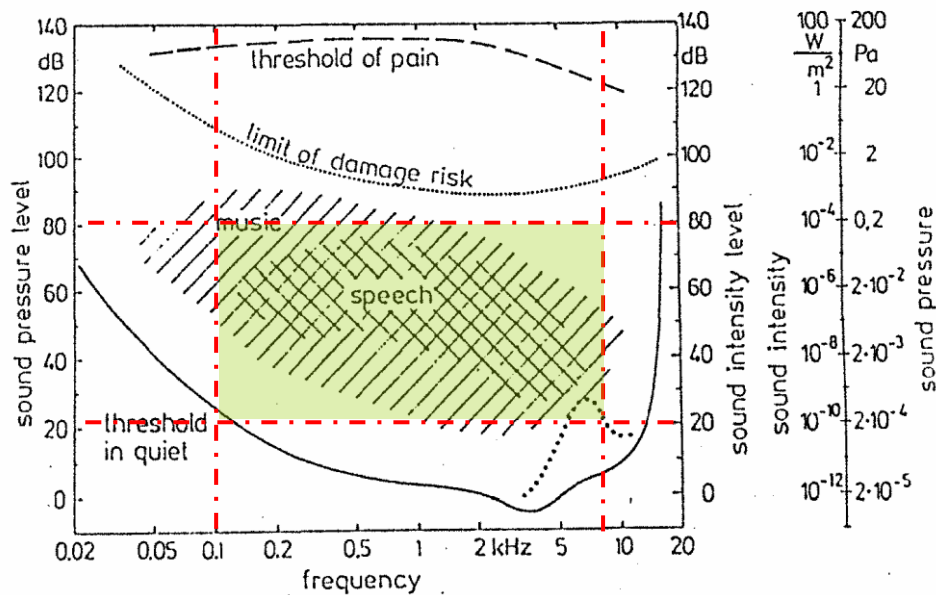


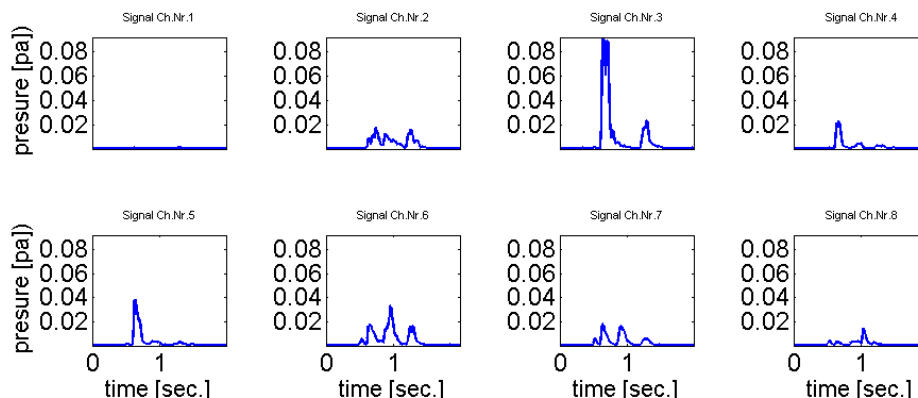
Abbildung 2 Die Hörfläche (angepasst aus Zwicker 1989)

Aufgabe 1

Implementieren Sie eine Einhüllendenextraktion, bei zur Hilfenahme der Hilbert Transformation. Zur Verbesserung der Spracherkennungsraten werden die Einhüllenden der einzelnen Kanäle zusätzlich noch mit einem Tiefpassfilter bei einer Eckfrequenz von 30 Hz gefiltert (Hermansky 1991).

- a) Nehmen Sie ein beliebiges Wort mit ihrer Soundkarte auf und verarbeiten Sie es bis zum Ausgang der Einhüllendenermittlung. Plotten Sie die Ausgänge der jeweiligen Kanäle für ein 8 und eine 16 Kanal Implantat.

Lösung : 8 Kanal Implantat



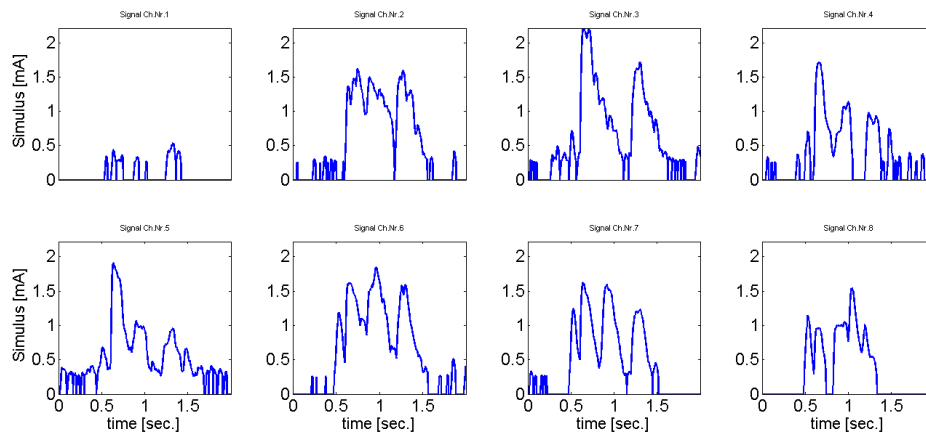
- b) Plotten Sie wie beim Spektrogramm die Frequenzkanäle gegen die Zeit in Falschfarben und äquivalent zum Summenspektrum den mittleren Pegel über die Zeit.

Aufgabe 2

Implementieren eine geeignete Dynamikkompression für die Kodierung von Sprache. Skalieren sie das akustische Signal im Bereich zwischen 30 und 80 dB auf einem Dynamikbereich des elektrischen Ausgangssignals von 20 dB (re THR), wobei die Schwelle (THR) mit 250 μ A angenommen werden soll. Die Kompressionsrate c beträgt 500.

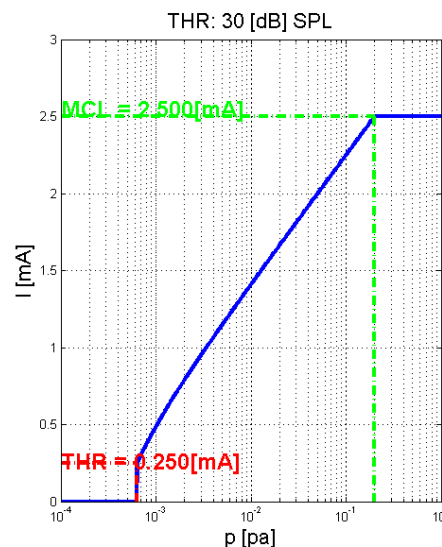
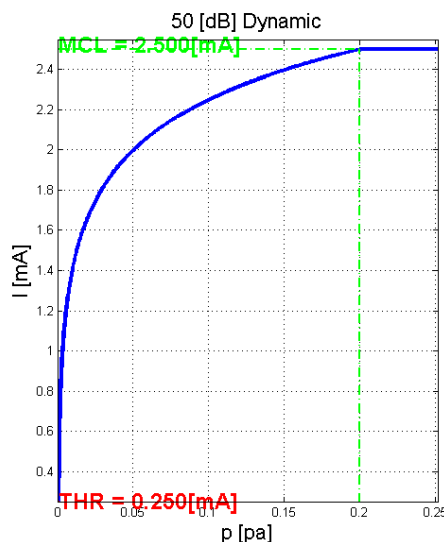
- a) Nehmen Sie ein beliebiges Wort mit ihrer Soundkarte auf und verarbeiten Sie es bis zum Ausgang der Dynamikkompression. Plotten Sie die Ausgänge der jeweiligen Kanäle für eine 8 und eine 16 Kanal Implantat.

Lösung : 8 Kanal Implantat



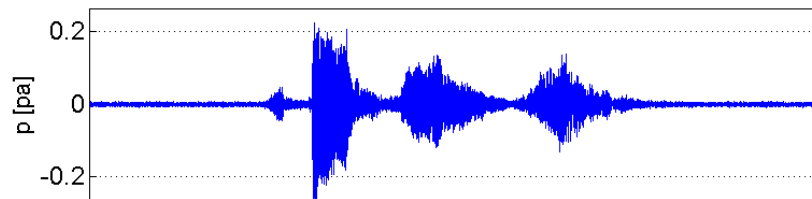
- b) Plotten Sie wie beim Spektrogramm die Frequenzkanäle gegen die Zeit in Falschfarben aus und äquivalent zum Summenspektrum den mittleren Pegel über die Zeit.
c) Plotten sie die Kompressionskennlinie ihrer Dynamikkompression für $c=250$, 500 und 1000.

Lösung: $c = 500$ (Plot linear und semilogx)

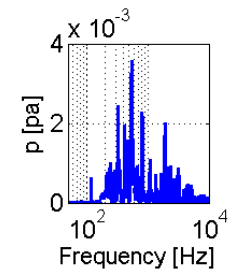
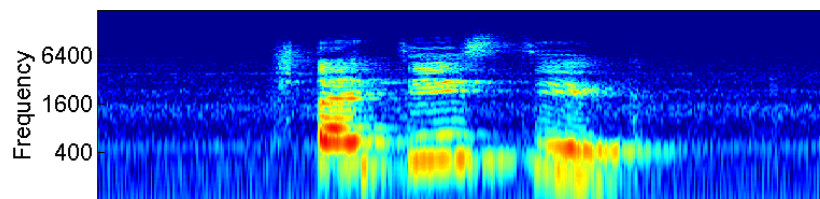


Lösung 1 & 2 b) : 22 Kanal Implantat

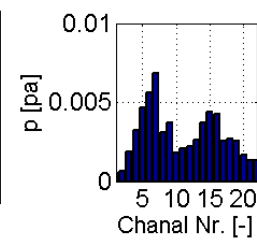
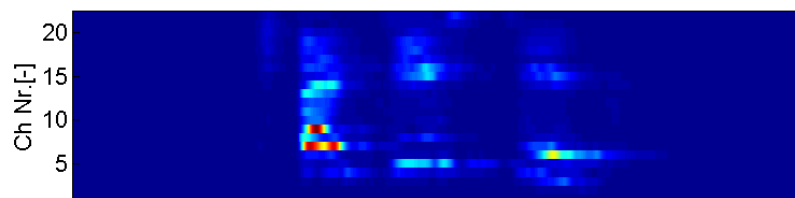
Geprochenes: Statistik



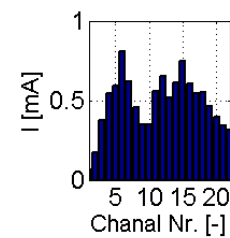
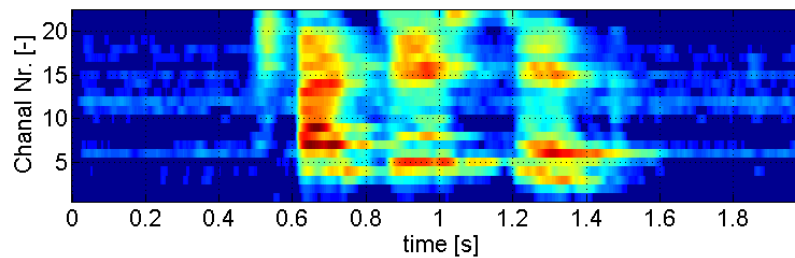
Spectrogram



Envelope



Dynamic compression



Appendix:

Einhüllende:

```
%% Berechnung der Einhüllenden
% [s] Hilbert Trans. über das Ausgangssignal
HT= hilbert(Filterausgang); % [pa] Komplexwertige Amplituden
Envelope = abs(HT); % [pa] Betrag der Amplituden
```

Dynamikkompression:

```
%% Dynamik Kompression

SPL_Schwelle=30; % Hoerschwelle in [dB]
SPL_Dynamic=80; % Dynamikbereich in [dB]

I_THR=2e-3; % [A] Threshold
I_MCL=20e-3; % [A] Most Confortabel Level

%-----
% A_log=500; % Kompensation MedEl : 250 500 750 1000
%-----
c=500; % Compression rate

%[pa] Untere _Dynamik Schwelle
p_min=10^( (SPL_Schwelle) / 20 ) * 20e-6; %[pa]

%[pa] Obere _Dynamik Schwelle
p_max=10^( (SPL_Schwelle+SPL_Dynamic) / 20 ) * 20e-6;%[pa]

% Map Rule

% Akustisches Signal normieren
p_normed = (Env_Tp - p_min) / (p_max - p_min); % [0 1]

% "Clipping" der Werte außerhalb des Mapping Bereichs vermeiden
p_normed(p_normed>1) =1;

if c == 0
    % c = 0 bedeutet lineares Mapping (siehe Handbuch MedEL)
    % [pa] → [0 1] → [A]
    Envelops_Dy_Comp = (I_MCL - I_THR) * p_normed + I_THR;
else
    % nicht lineares Mapping (siehe Handbuch MedEL)
    % [pa] → [0 1] → [A]
    Envelops_Dy_Comp = (I_MCL - I_THR) * log10(1 + c * p_normed) / ...
        log10(c + 1) + I_THR;
end

% Unterschwellige Werte auf 0 setzen
Envelops_Dy_Comp (Envelops_Dy_Comp < I_THR) = 0;
```