

Andreas Fettig und Jürgen Fertig

Anwendung zweiseitig rekursiver Filter - TSR-Filter - auf Georadar-Daten

ZWEISEITIG REKURSIVE FILTER Ein wesentliches Ziel der Seismik als auch des Georadars ist es, die Auflösung und Darstellung vorhandener Kontraste zu optimieren. Dabei beschreibt das Modell der Faltung (Yilmaz, 1987) die Wechselwirkung des Quellsignals S mit dem Untergrund. In der Seismik führt die Dekonvolution zu einer Auflösung dieses Modells nach den gesuchten Reflektivitäten. Eine deterministische Betrachtung führt zu einem zweiseitig rekursiven Filter (Abb. 1). Dieser soll das gegebene Quellsignal S durch das besser auflösende Signal D ersetzen - ohne die Voraussetzung einer statistisch zufälligen Verteilung der Reflektivitäten im Untergrund.

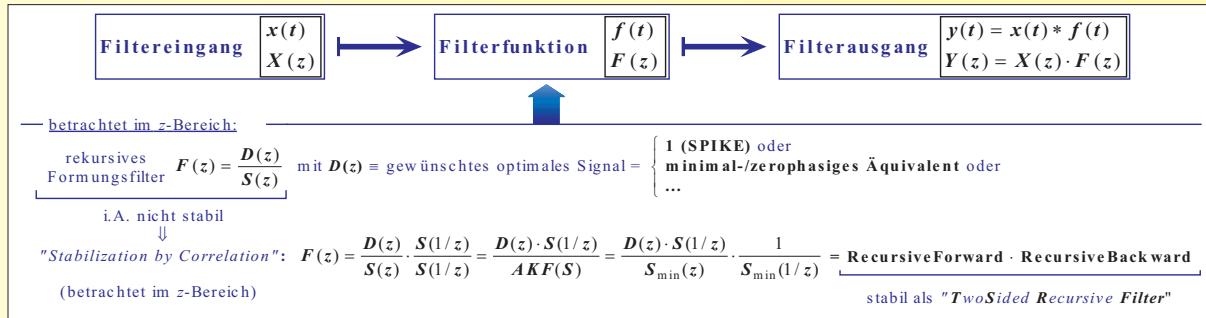


Abbildung 1 Implementierung eines TSR-Filters mit S = bekanntes (Quell-) Signal, D = gewünschtes Signal sowie AKF = Autokorrelationsfunktion, \min = minimalphasig und $1/z$ = zeitlich Inverses. (Fertig et al., 1999)

DAS QUELLSIGNAL Exemplarisch fand ein Sweepsignal der Bandbreite 10 Hz bis 60 Hz und ein Signal nach GABOR der Frequenz 110 MHz sowie der Phase 200° Verwendung. Letzteres dient als gute analytische Annäherung an das tatsächliche Quellsignal des Georadars, wie es entsprechende Testmessungen gezeigt haben. Die minimal- und zerophasigen Äquivalente (Abb.2) zeigen deutlich eine Verkürzung in der Signallänge und damit eine Verbesserung des Auflösungsvermögens.

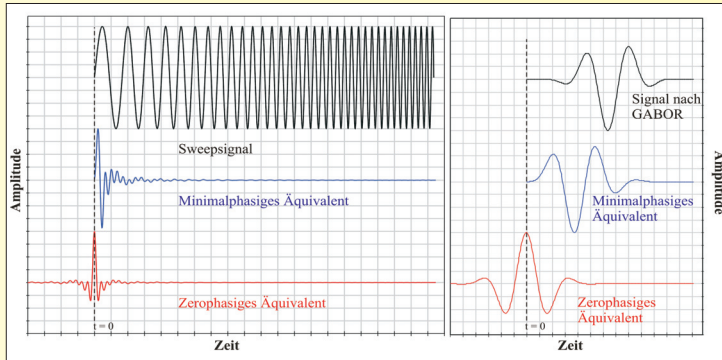


Abbildung 2 Sweepsignal und Signal nach GABOR; dazu die minimal- und zerophasigen Äquivalente.

FILTERANWENDUNG Zunächst wird mit Hilfe eines Delta-Impulses die Filterantwortfunktion $f(t)$ bestimmt (Abb.3). Der Filterausgang $y(t)$ ergibt sich dann als Faltung $f(t)*x(t)$.

Die Abb.4a zeigt den Ersatz eines Sweepsignals $s(t)$ durch sein zerophasiges Äquivalent $d(t)$. Angewandt auf ein theoretisches Seismogramm $x(t)$ ist durch die TSR-Filterung eine wesentlich bessere Auflösung der Kontraste $r(t)$ zu erreichen.

In Abb.4b ist die Radarspur $x(t)$ einer Feldmessung zu sehen. Das Quellsignal $s(t)$ wurde durch ein Signal nach GABOR approximiert. Dieses unterscheidet sich vom zerophasigen Äquivalent $d(t)$ im wesentlichen durch eine Phasenumkehr und zeitliche Verschiebung. Beide Effekte spiegeln sich im Filterergebnis wider.

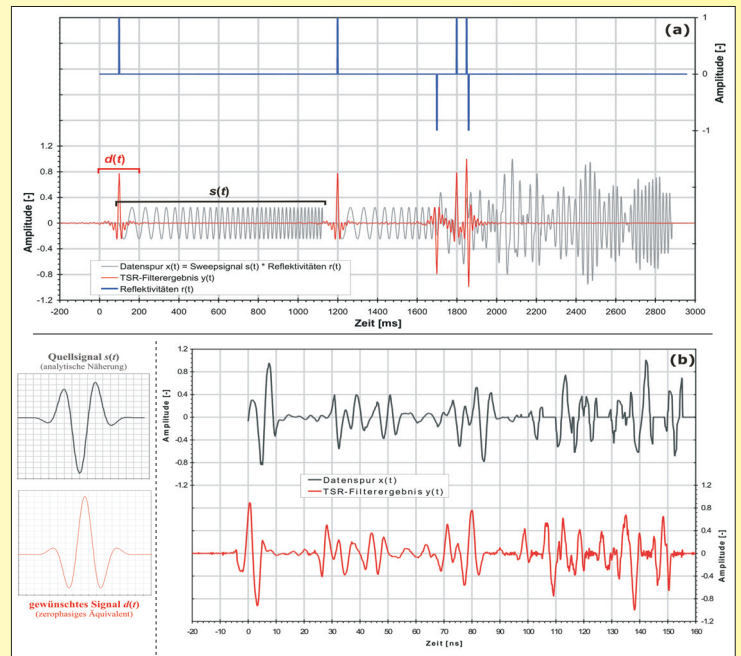


Abbildung 4 (a) Synthetische Spur einer Sweepsignalfolge. Das Sweepsignal (10 bis 60 Hz) wird durch sein zerophasiges Äquivalent ersetzt. (b) Signalspur einer Georadar-Feldmessung (400 MHz-Antenne). Das Quellsignal wird durch das zerophasige Äquivalent eines Signals nach GABOR (Abb.2) ersetzt.

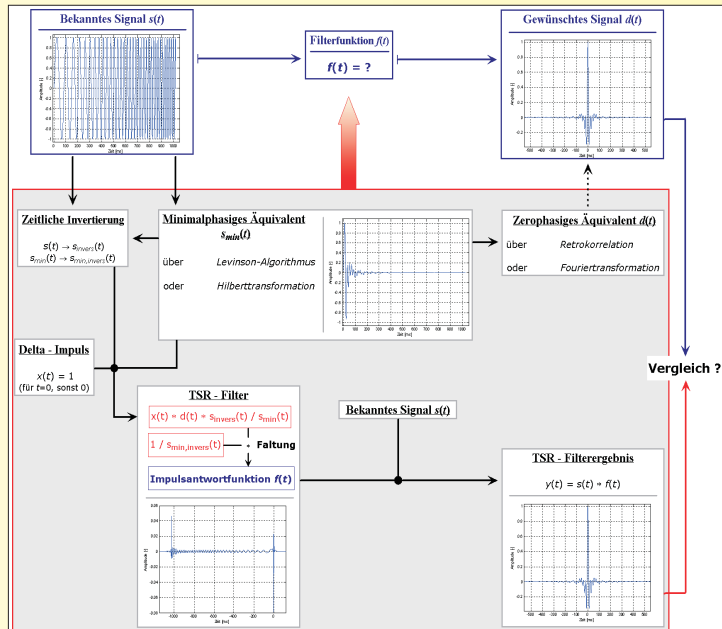


Abbildung 3 Ablauf der TSR-Filterung; exemplarisch dargestellt am Ersatz eines Sweepsignals durch sein zerophasiges Äquivalent.

AUSBLICK Für kürzere, sprich schärfere Signale ist zusätzlich zur Phasenverschiebung das Amplitudenspektrum zu verbreitern. Zusammenhänge bzgl. Bandbreite, Stetigkeit, Anzahl der Filterkoeffizienten etc. sind zu evaluieren. Ein Varianzwert wird dazu eine quantitative Größe des Fehlers im Filterausgang Y liefern.

Literatur

- Fertig, J. et al.; "How to Remedy Non-optimal Seismic Data by Seismic Processing"; aus: Pure and Applied Geophysics, Birkhäuser Verlag, Basel, 1999
- Fertig, A.; "Anwendung zweiseitig rekursiver Filter (TSR-Filter) auf Georadar-Daten", Diplomarbeit; TU Clausthal, Sept. 2005
- Yilmaz, Ö.; "Seismic Data Processing"; SEG, Tulsa, 1987