

Artefakte bei Wasserfall-Spektrogrammen

Manfred Zollner

Soll das Verhalten eines Systems sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich dargestellt werden, bieten Spektrogramme ein übersichtliches Bild. Über der Zeit/Frequenz-Ebene wird der Pegel entweder farbig codiert dargestellt (Farb-Spektrogramm), oder quasi-dreidimensional als Wasserfall-Spektrogramm. Beiden Darstellungen ist gemein, dass Zeit- und Frequenzauflösung nicht gleichzeitig optimiert werden können. Sie sind zueinander reziprok: Verkürzung der zeitlichen Unschärfe vergrößert die spektrale Unschärfe. Zu diesem manchmal sehr störenden Artefakt kommen weitere, wenn das Ergebnis der Spektralanalyse über einer logarithmischen Frequenzachse dargestellt werden soll. Die folgende Abhandlung demonstriert diese Artefakte mit vielen Bildern, unter Verzicht auf ihre mathematische Herleitung (diese ist z.B. in [1] zu finden).

Die angewandte Spektralanalyse ist immer eine Kurzzeit-Spektroskopie. Mögen die Grenzen des Fourier- oder Faltungsintegrals auch gegen unendlich gehen, in der Praxis ist sowohl der Zeit- als auch der Frequenzbereich endlich. Die Konsequenzen sind dramatisch, und vermutlich nicht jedem Anwender bewusst. Im einfachen Fall soll von einem Signal *ein* Spektrum erstellt werden, der komplizierte Fall ist das Spektrogramm: die Darstellung des Spektrums über der Zeit. Die Untersuchungsobjekte lassen sich in zwei Gruppe teilen: Die Generatoren, und die Übertragungssysteme. Als Beispiel für einen Generator dieser Art möge ein Automotor dienen: bei ihm soll das Spektrogramm verdeutlichen, in welchem Zeit- und Frequenzbereich die einzelnen Zündvorgänge auftreten. Ein Beispiel für ein Übertragungssystem ist der Lautsprecher. Im Unterschied zu den o.a. Generatoren sind hier beliebig viele Anregungssignale möglich, auf die das Untersuchungsobjekt "antwortet". Eine Aufgabenstellung hierzu könnte z.B. sein, das Ein- und Ausschwingen der Lautsprechermembran nach einer Impulsanregung darzustellen – zeitlich und spektral.

Zum Verständnis der bei jeder Spektroskopie auftretenden Artefakte helfen Modelle. Sie verdeutlichen die Signalzusammenhänge, unabhängig von deren tatsächlichen Berechnung. Man kann sich ein Spektrogramm modellmäßig als Summe zeitversetzter Spektren vorstellen, oder als Summe frequenzversetzter Zeitfunktionen. Die erste Variante kann z.B. mit einer gleitenden DFT-Analyse (moving STFT) realisiert werden, die zweite mit den Ausgangsspannungen einer Filterbank. **STFT** steht für **Short Term Fourier Transform** (manchmal auch Short Time Fourier Transform). Eine Filterbank ist ein Satz schmalbandiger Bandfilter, deren

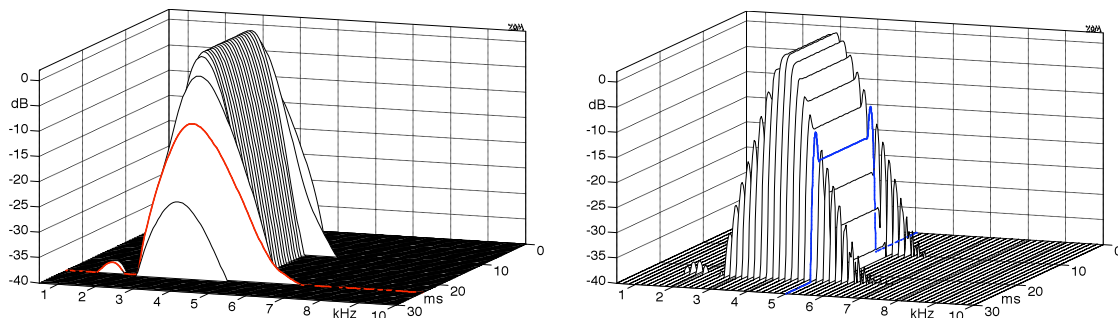


Abb. 1: Wasserfall-Spektrogramm; links zeitversetzte Spektren, rechts frequenzversetzte Slices.

Die restlichen Seiten sind als PDF downloadbar: www.gitec-forum.de