

# Frequenzgangmessungen

Manfred Zollner

Frequenzgangmessungen werden meistens mit speziellen Sinusgeneratoren durchgeführt, oder auch (Dank moderner Digitaltechnik) mit DFT-basierten Analysatoren. Die DFT ist die diskrete Fourier-Transformation, ein sehr leistungsfähiger, aber zunächst völlig undurchschaubarer Algorithmus. Das zugrunde liegende Fourier-Integral und die daraus abgeleitete DFT-Summe sehen zwar eher unscheinbar aus, die Geräte-Bedienung ist einfach, doch das Fehlerpotential ist hoch. Nicht jede mit dB über kHz berechnete Kurve entspricht dem gewünschten Frequenzgang, da können auch einmal Fehler von 10dB (und mehr) versteckt sein, ohne dass die rote Error-Lampe aufleuchtet. Der folgende Text beschreibt als kurze Übersicht die gängigen Messverfahren und stellt übliche Fehler (und Strategien zu deren Vermeidung) vor.

Der Übertragungsfrequenzgang eines Systems gilt gemeinhin als wichtigste Systemgröße, er stellt – in Abhängigkeit von der Frequenz – den Zusammenhang zwischen dem Eingangs- und Ausgangssignal her. Das Eingangssignal ist eine (unendlich lang dauernde) Sinusfunktion mit der Amplitude  $E$  und der Frequenz  $f$ , das Ausgangssignal ist dann ebenfalls sinusförmig, mit derselben Frequenz  $f$ , aber im allgemeinen Fall mit einer anderen Amplitude  $A$  und anderen Phase  $\varphi$ . Um die Übertragung nach Betrag und Phase in einfacher Form darstellen zu können, verwendet man in der Regel die komplexe Schreibweise [1, 2, 3], die durch Unterstreichen des Formelzeichens dargestellt wird:  $\underline{H}$ . Hierbei ist  $\underline{H}$  die (komplexe) Übertragungsfunktion, die auch als  $\underline{H}(\omega)$  oder  $\underline{H}(j\omega)$  dargestellt wird – mit der Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  anstelle der Frequenz  $f$ , oder bei komplexer Darstellung mit der imaginären Kreisfrequenz, die entweder mit  $s = j\omega$  oder  $p = j\omega$  abgekürzt wird. Um kompatibel zu vorhergehenden Veröffentlichungen zu sein, steht hier  $p = j\omega$ , also:

Wie misst man bei einem System (z.B. bei einem Verstärker)  $\underline{H}(p)$ ? Indem man z.B. eine sinusförmige Eingangsspannung  $\underline{U}_1(p)$  anlegt und die dazu gehörige Ausgangsspannung nach Betrag (= Amplitude) und Phase ermittelt  $\underline{U}_2(p)$ . Oder eben in komplexer Schreibweise:  $\underline{H}(p) = \underline{U}_2(p) / \underline{U}_1(p)$ . Die Übertragungsfunktion  $\underline{H}(p)$  kann dann als Quotient von  $\underline{U}_2(p)$  und  $\underline{U}_1(p)$  ermittelt werden. Hierfür gibt es eine ganze Reihe unterschiedlicher Messverfahren, und ihnen sind die folgenden Seiten gewidmet.

Die restlichen Seiten sind im Buch "Elektroakustik für Bühne und Studio", : [www.gitec-forum.de](http://www.gitec-forum.de)