

Definitionen von Fachbegriffen

Bernd Haider, 86949 Windach, haider@radonmaster.de

Version 03, 25.09.2017

Ein **Sinuston** oder **Grundton** im Sinne der Elektroakustik ist eine periodische elektrische oder akustische Schwingung, die sich mathematisch durch die **Sinusfunktion** beschreiben lässt. Sie wird durch ihre **Frequenz** und **Amplitude** charakterisiert. Derartige Schwingungen lassen sich durch idealisierte physikalische Anordnungen erzeugen. Töne verschiedener realer Anordnungen kommen Sinustönen sehr nahe. Dazu gehören elektronische Schaltungen und Flöten. Reine Sinustöne lassen sich auch berechnen und sind dann als Audio-Dateien verfügbar.

Die **Frequenz** entspricht der Tonhöhe. Ihre Angabe erfolgt in Hertz (Hz) oder Kilohertz (kHz, 1 kHz = 1000 Hz), das ist die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde. Die **Amplitude** entspricht der Lautstärke. In meinen Ausführungen sind es die Maximalwerte einer elektrischen Wechselspannung oder des Luftdrucks einer akustischen Schwingung.

In der Praxis haben wir es mit Schwingungen zu tun, deren jeweiliger Verlauf von einer Sinusfunktion abweicht. Oft ist die Schwingung **periodisch** und besteht aus einer Folge jeweils gleicher Schwingungszyklen. Alle periodischen Schwingungen lassen sich mathematisch als Gemisch mehrerer Sinustöne beschreiben. Dabei handelt es sich um Sinusfunktionen deren Frequenzen (ganzzahlige) Vielfache voneinander sind. Die niedrigste Frequenz wird als **Grundton** bezeichnet. Alle Vielfachen des Grundtons heißen **Obertöne** oder **Harmonische**. Der Begriff **Oberton** stammt aus der Technik und schließt den Grundton aus. Musiker sprechen meistens von **Harmonischen** und schließen den Grundton ein. Obertöne und Harmonische werden oft mit zusätzlichen Nummern bezeichnet, um darzustellen welches Vielfache des Grundtons gemeint ist.

Ich verwende in meinen Texten den Begriff Oberton allgemein, um darauf hinzuweisen, dass es außer dem Grundton noch Vielfache davon gibt. Wenn es um bestimmte Vielfache geht, bezeichne ich sie als Harmonische versehen mit einer Ordnungszahl:

Bezeichnung	Bedeutung	Kurzbezeichnung	(Alternativbezeichnung)
1. Harmonische	Grundton	f	(f = Frequenz)
2. Harmonische	2x Grundtonfrequenz	2f	(1. Oberton)
3. Harmonische	3x Grundtonfrequenz	3f	(2. Oberton)
4. Harmonische	4x Grundtonfrequenz	4f	(3. Oberton)
usw.			

Im engen Zusammenhang mit der Aufteilung auf Grundton und Obertöne steht der Begriff **Fourier-Transformation**. Sie rechnet den zeitlichen Verlauf eines Signals um in eine Übersicht der darin vorkommenden Frequenzen bzw. Harmonischen. Das Ergebnis nennen wir **Frequenzspektrum**, **Fourier-Analyse** oder **Spektrogramm** (LKA).

Dezibel (dB) ist eine logarithmische Verhältniszahl Q zweier Signalspannungen U_1 und U_2 .

$$Q = 20 \times \log (U_2/U_1) \quad \log: \text{Dekadischer Logarithmus}$$

6 dB (genau 6,020 dB) Unterschied entspricht einer doppelten Spannung $U_2 = 2 \times U_1$.

-6 dB beschreibt eine Halbierung der Spannung. 20 dB entspricht der Verzehnfachung einer Signalspannung bzw. einem Spannungsunterschied um den Faktor 10.

Ein **Oszillogramm** ist die grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs eines elektrischen oder vergleichbaren errechneten Signals, in der Regel einer Spannung. Vertikal ist die Signalgröße in linearer Skalierung über der Zeit (horizontale Achse) eingezeichnet.

Eine **Hüllkurve** ist ebenfalls ein Oszillogramm, das jedoch zeitlich so gestaucht ist, dass es keinen Rückschlüsse auf das Aussehen einzelner Schwingungen auf oder Obertöne zulässt. In der Regel ist nur ein grober zeitlicher Verlauf der Signalspitzen sichtbar.

Beispiele:

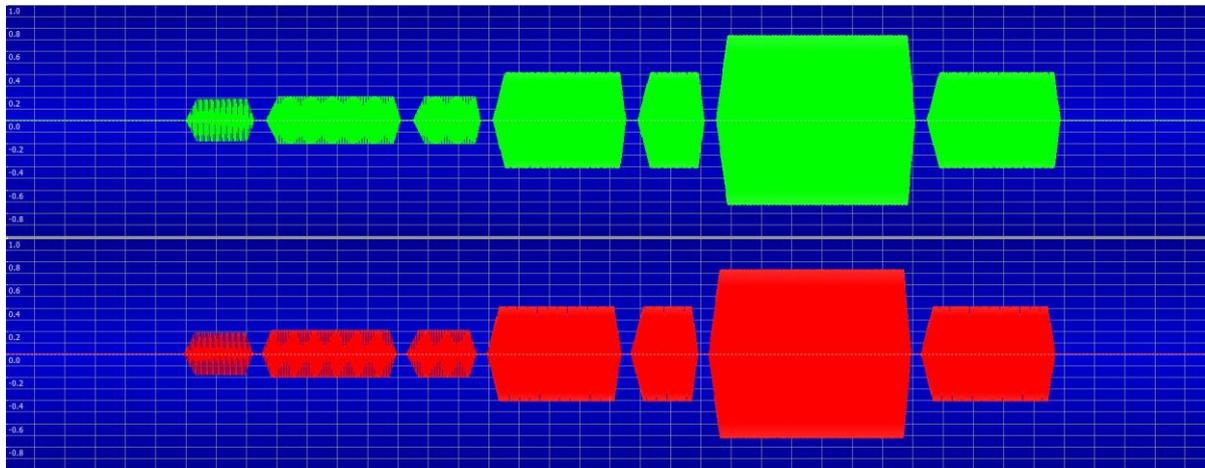


Bild 1

Hüllkurven-Oszillogramme, Die erkennbaren Muster haben keine Bedeutung. Sie entstehen durch Überlagerung der einzelnen Schwingungen mit den Rasterpunkten der grafischen Darstellung.

Obere Hälfte: Reiner Sinuston (erste und einzige Harmonische)

Untere Hälfte: Gemisch aus drei Harmonischen

Im Bild 1 ist kein Unterschied zwischen dem oberen und unteren Kurvenverlauf erkennbar. Das entspricht der Qualität, die im Gutachten des LKA dargestellt ist.

Das folgende Bild 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt derselben Oszillogramme. Hier ist erkennbar, dass es sich um unterschiedliche Signale handelt. Dargestellt ist jeweils ein Ausschnitt des 6. Tons der Tonfolge von Bild 1. Oben ist ein reiner Sinuston sichtbar. Die untere Hälfte zeigt ein Gemisch aus drei Harmonischen. Deren Zusammensetzung ist:

1. Harmonische (f , Grundton) mit einem Anteil von $1/1$
2. Harmonische ($2f$) mit einem Anteil von $1/2$
3. Harmonische ($3f$) mit einem Anteil von $1/3$

Wenn wir diese Reihe mit höheren Harmonischen fortsetzen, ergibt sich ein Sägezahn-förmiger Signalverlauf.

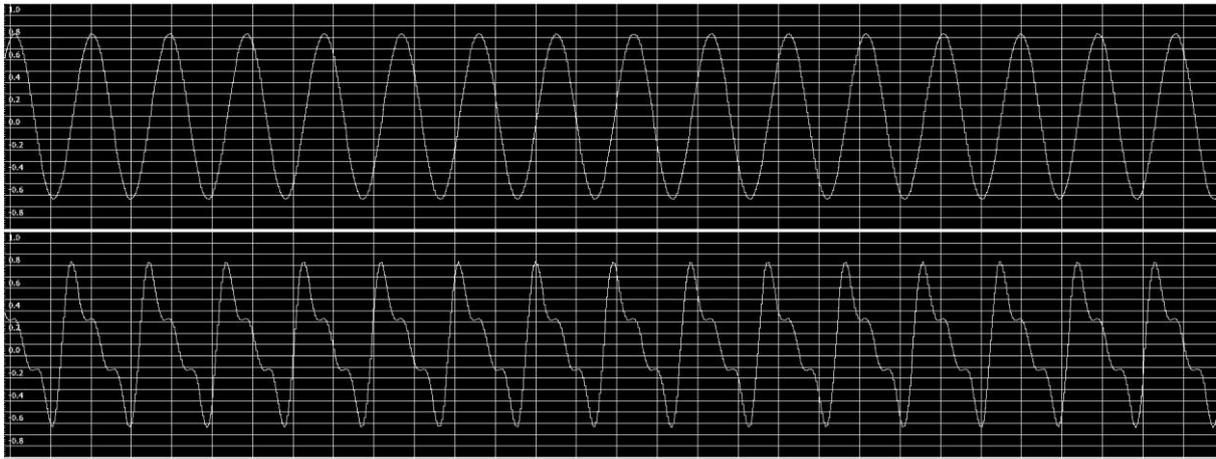


Bild 2

Vergrößerte Darstellung der Oszillogramme aus Bild 1 (6. Ton), die Farbe wurde unterdrückt, um die Kurvenformen besser sichtbar zu machen. Obere Hälfte: reiner Sinuston. Untere Hälfte: Gemisch aus drei Harmonischen

Als **Dynamik** bezeichnen wir in der Elektroakustik das Amplitudenverhältnis aus lautestem und leisestem Ton. Auch dieses Verhältnis wird in dB angegeben. Gute Tonaufnahmen haben eine Dynamik um 50 dB. UKW-Sender übertragen eine Dynamik von maximal 35 dB. Bei Verkehrsfunksendern dürfte der Wert noch geringer sein, damit der Autofahrer auch leise Passagen der Musik neben den Fahrgeräuschen noch wahrnimmt.

Eine **Tonhöhentransformation** verändert die Tonhöhen bzw. Frequenzen einer bestehenden Tonaufzeichnung. Im klassischen Fall wird dabei ein Tonband mit einer anderen Geschwindigkeit abgespielt als es aufgenommen wurde. Für eine Frequenzerhöhung muss das Band schneller abgespielt werden. Für eine Frequenzerniedrigung ist es langsamer abzuspielen. Es gibt viele Tonbandgeräte, die dafür prinzipiell geeignet sind. In den meisten Fällen muss das Gerät dafür geöffnet werden. Das Grundig TK 248 ist dafür nicht geeignet. Im Normalfall ändert sich damit auch die Laufzeit der Aufzeichnung. Mit mechanischen Spezialgeräten oder digitaler Audibearbeitung lassen sich Tonhöhe und Laufzeit im begrenzten Bereich auch unabhängig voneinander verändern.