

## 13 Produktionstechnik

### 13.1 Analoge Aussteuerungsbereiche

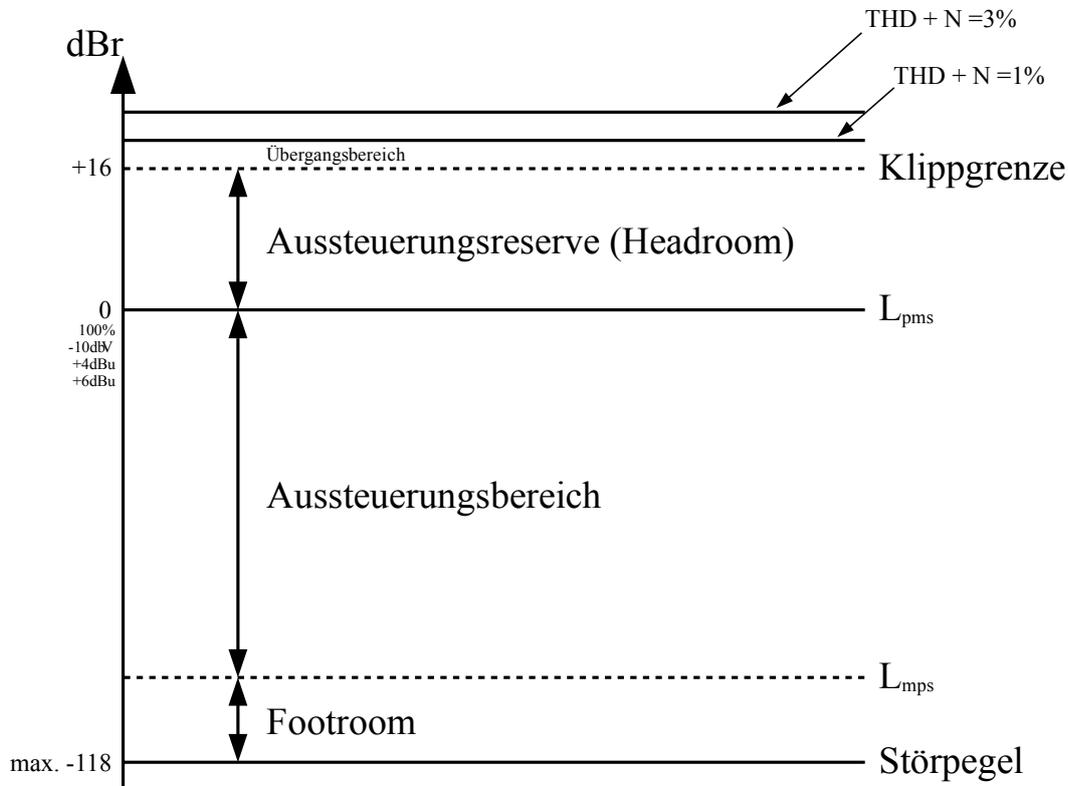


Abb. 1

#### 13.1.1 Störpegel

Störpegel sind Tonsignale, die zusätzlich zum Nutzsignal entstehen. Sie werden erzeugt durch:

- Systemrauschen (engl. system noise)
  - passive Bauelemente
  - Bandrauschen
  - Quantisierungsrauschen
  - aktive Bauelemente (Funkelrauschen)
- Magnetische Felder
  - stromdurchflossene Leiter
- Hochfrequente elektromagn. Felder (engl. high frequency electromagnetic fields)
  - Handy
- Knackstörungen (engl. clicking)
  - Fehler bei Digitaler Übertragung
- Entladung statischer Elektrizität
- Brummen infolge von Erdschleifen (engl. hum due to ground loops)
- Übersprechen (engl. crosstalk)
- Schallfelder (engl. sound fields)
  - äußere Einflüsse (z.B. Verkehrslärm, Klimaanlage)

### 13.1.2 Footroom

Dies ist der Pegelbereich zwischen dem Störpegel und dem kleinsten vorkommenden Nutzpegel ( $L_{mps}$ : minimum program signal level).

### 13.1.3 Aussteuerungsbereich

Pegelbereich innerhalb dem die Pegelwerte des Nutzsignals bleiben sollten, damit die Qualität der Tonverarbeitung gesichert ist. Dabei stellt die Aussteuerungsgrenze ( $L_{pms}$ : permitted maximum signal level) die obere Grenze dar. Laut IRT (Institut für Rundfunktechnik) ist diese folgendermaßen definiert: „Es ist so auszusteuern, dass Pegelspitzen gerade den höchsten zulässigen Wert erreichen, ihn aber niemals übersteigen.“ Erreichen die Pegelspitzen einer einheitlichen Produktion den höchsten zulässigen Wert (Vollaussteuerung) nicht, spricht man von Untersteuerung.

### 13.1.4 Aussteuerungsreserve

Der Bereich oberhalb der Aussteuerungsgrenze wird Aussteuerungsreserve (engl headroom) genannt. Hier gilt das Signal bereits als übersteuert, ist aber in seiner Qualität noch nicht eingeschränkt, also noch nicht verzerrt.

### 13.1.5 Klippgrenze

Diese ist erreicht, wenn ein Sinussignal nicht mehr sinusförmig ist:  $u(t) \neq \sin(\omega t)$ . Zwischen Klippgrenze und  $\text{THD} + \text{N} = 1\%$  liegt der Übergangsbereich. Das Signal ist in diesem Abschnitt bereits verzerrt, dies ist jedoch fast nicht hörbar.

## 13.2 Fourieranalyse/-synthese (Signaldarstellungen)

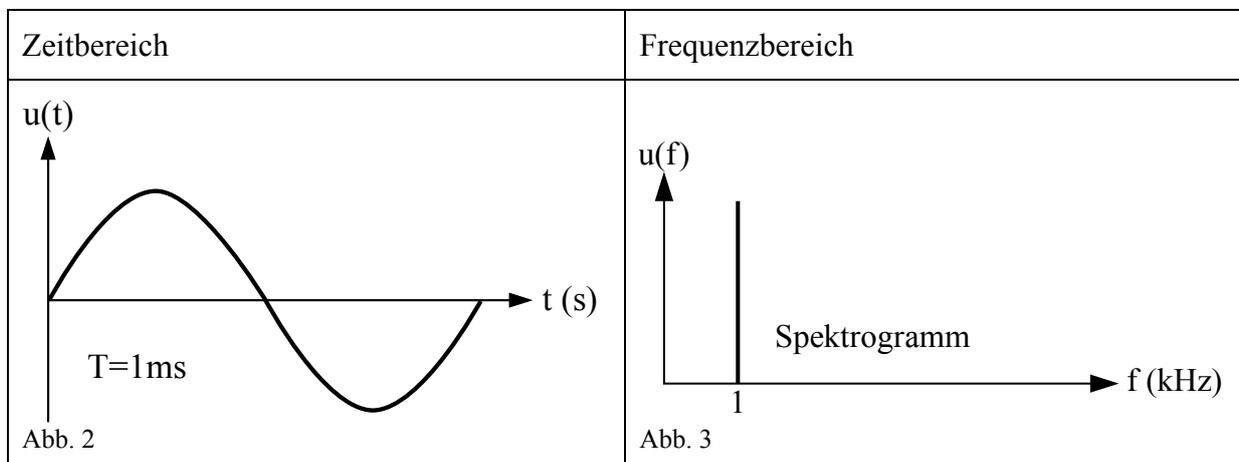
Die Fourieranalyse beschreibt das Zerlegen eines beliebigen Signals in Sinus- und Kosinusfunktionen. Die Fouriersynthese beschreibt die Erzeugung beliebiger Signale aus Sinus- und Kosinusfunktionen.

### 13.2.1 Sinus

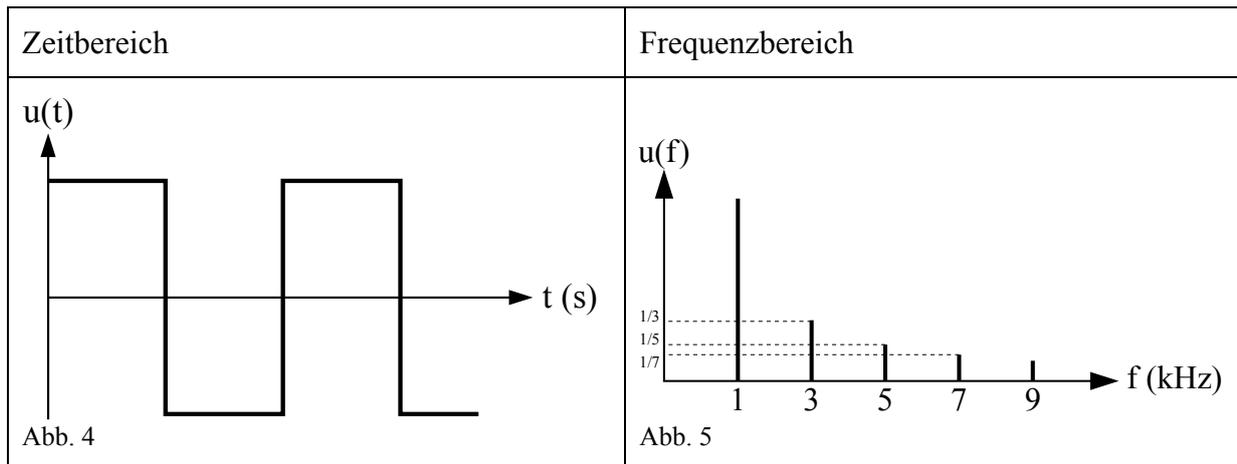
Ein idealer Sinuston entspricht im Zeitbereich der Funktion

$$u(t) = \sin(\omega t) = \sin(2\pi ft)$$

In diesem Fall existiert im Frequenzbereich auch nur eine einzige Spektrallinie.



### 13.2.2 Rechteck



Funktion für die Zerlegung einer Rechteckschwingung mit einem Tastverhältnis von 1:1 ohne Gleichspannungsanteil:

$$u(t) = \frac{4 \cdot U_s}{\pi} \left[ \sin \omega t + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) + \dots \right]$$

### 13.3 Klirrfaktor

Der Klirrfaktor  $k$  gibt an wie groß die spektralen Anteile (Obertöne), die bei der Verzerrung eines sinusförmigen Signals entstehen, im Vergleich zum Gesamtsignal sind. Multipliziert man  $k$  mit 100 so ergibt sich der Wert in %.

$$k = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + \dots}{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}$$

Häufig werden die Anteile der Obertöne getrennt bestimmt ( $k_2, k_3, \dots$ ). Die Anteile sind stets frequenz- und pegelabhängig.

$$k_2 = \sqrt{\frac{U_2^2}{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}$$

Teilweise wird der Klirrfaktor auch als Klirrdämpfung  $D_k$  angegeben.

$$D_k = -20 \cdot \lg(K) \text{ dB}$$

### 13.4 Digitale Aussteuerung

In der Digitaltechnik ist eigentlich kein headroom mehr vorhanden, da eine Aussteuerung über  $0\text{dB}_{\text{FS}}$  sofort zu drastischen Verzerrungen führt. Deshalb muss der Anwender diesen selbst festlegen. Dieser "headroom" wird ceiling oder margin genannt.

### 13.5 Messgeräte

#### 13.5.1 Klassenvorschläge für Messgeräte in einer Session

- Korrelationsgradmesser
- Spektrum Analyser

- VU- und Peakmeter
- Pegelmesser
- Clipping-LED
- Signal Present-LED
- Stimmgerät
- Goniometer
- OHR

### 13.5.2 Spektrum Analyser / Real Time Analyser (RTA)

Die Fast Fourier-Analyse zum Berechnen des Frequenzspektrums hat eine zu geringe Auflösung der tiefen Frequenzen und ist nicht in Echtzeit möglich. Professionelle RTA sind deshalb als Filter-Analyser aufgebaut. Das Signal wird gesplittet und mit 31 Terzbandpassfiltern 6. Ordnung gefiltert. Die Mittenfrequenzen der Bandpassfilter entsprechen den Mittenfrequenzen eines 31-Band-Grafik-EQs. Die gefilterten Signale werden dann jeweils auf einem bargraph dargestellt.

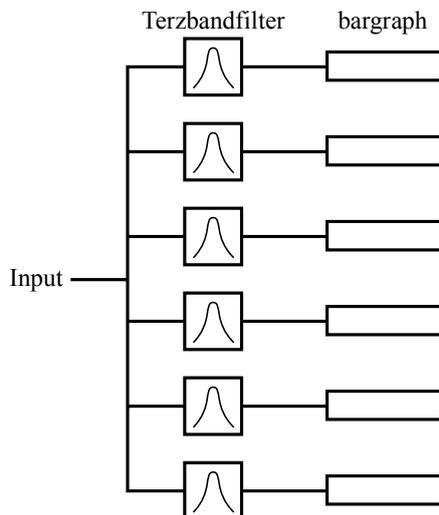


Abb. 6

### 13.5.3 Volume Unit-Meter (VU-Meter)

Ein VU-Meter ist ein Pegelmessgerät. Die Skalierung der Skala beginnt mit -20dB und geht bis +3dB. Die Integrationszeit  $t$  sollte 300ms/20dB betragen. Ebenso die Rückstellzeit  $t_R$ . Da ein VU-Meter nicht den Momentanwert sondern die Mittelung anzeigt, ist es zum einpegeln von Digitalgeräten nicht sinnvoll. Soll ein VU-Meter nun doch als Quasi-Peak-Meter verwendet werden kann ein sogenannter Vorlauf (engl. lead) eingeschaltet werden. Dadurch werden zeitlich kurze Signale genauer angezeigt.

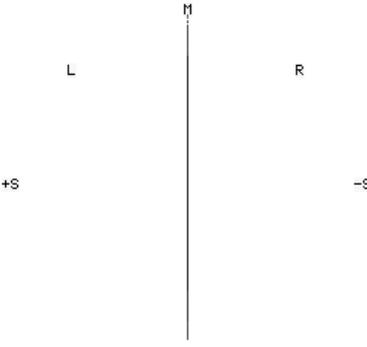
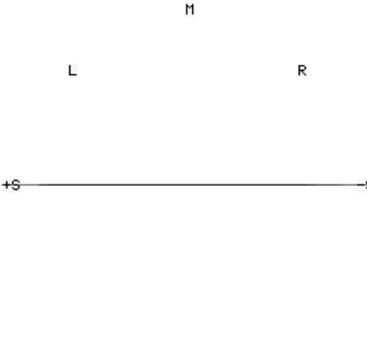
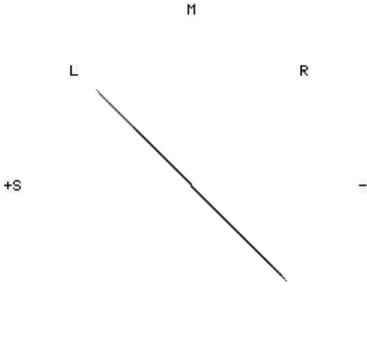
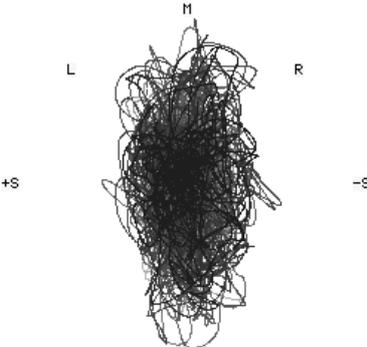
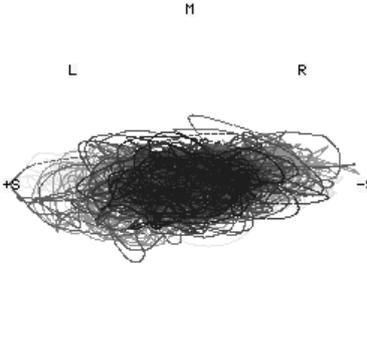
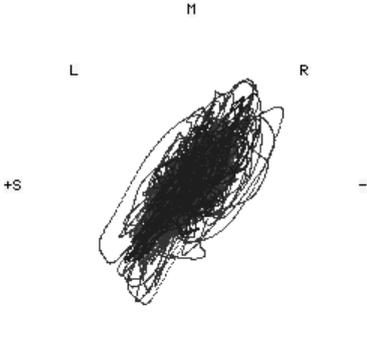
### 13.5.4 Peak Programm Meter (PPM)

Das PPM nach DIN45406 hat eine Skalierung von -50dB bis +5dB. Für die Integrations- und Rückstellzeit werden mehrere Werte angegeben.

	Integrationszeit $t$	Rückstellzeit $t_R$
Aufnahme auf analog	• 10 ms	• 750 ms



Ein Stereosichtgerät zeigt die Phasenbeziehung mehrerer Kanäle auf einem Display dar. Technisch umgesetzt ist dies als Oszilloskop im X/Y-Betrieb. Aus der Darstellung des Goniometers lassen sich einige Dinge ablesen.

 <p>Abb. 8</p>	 <p>Abb. 9</p>	 <p>Abb. 10</p>
<p>Monosignal</p>	<p>Verpoltes Monosignal</p>	<p>Nur linker Kanal</p>
 <p>Abb. 11</p>	 <p>Abb. 12</p>	 <p>Abb. 13</p>
<p>Stereosignal</p>	<p>Verpoltes Stereosignal</p>	<p>Stereosignal, hauptsächlich von rechts</p>