

Einführung

Zeitleiste der Erfindungen im tontechnischen Bereich (Ergänzungen)

1861:

- Erfindung des Kohlekörnermikrofons/Telefons durch Philipp Reis
- Anmeldung des Patents geschah durch Bell

Tonband:

- zunächst magnetisierte Drähte
- durch Unterschiedliche Spannung kamen per Induktion Laute zustande
- Vorteil: man konnte schneiden (im Gegensatz zur Platte)
- Nachteil: Qualität
- → keine Konkurrenz zur Platte
- HF Vormagnetisierung verbesserte Qualität
- Bänder wurden beschichtet, um Beschädigungen zu vermeiden
- → lang andauernde Nutzung im Rundfunkbereich (bis in die 90er)

1953: Vierkanal-Stereophonie (Quadrophonie):

- Nachteile: 4 Kanäle mussten gespeichert werden
- in den 50ern hatten die Leute nicht das Geld für die Technik

Wellenfeldsynthese (De Fries, 1992)

- Impulsantwort des Raumes wird aufgenommen (durch Dirac-Stoß → NAT)
- man kann nachher alles so klingen lassen, wie in diesem Raum
- es ist möglich, Schallquellen im Raum zu erzeugen (Bsp. Saxophonist)
- der Raum wird komplett an allen Wänden mit Lautsprechern versehen, aus denen die Signale einzeln ausgesendet werden

Schallfrequenzbereiche

Infraschall: 0 Hz – 16 Hz
Hörschall: 16 Hz – 16 kHz (nach DIN 1320)
Ultraschall: $f > 16$ kHz
Hyperschall: ab 1 GHz

- ➔ nur für nicht-elektromagnetische Wellen (Luftteilchen, die sich bewegen)
- ➔ Erdbeben: Gebäude geraten in Resonanz (→ Infraschallbereich)

Frequenzbereiche

Bsp. Klavier:

- tiefster Ton 27,5 Hz → Subkontra A
- höchster Ton 4186 Hz → c 5

Schallkennimpedanz

- Widerstand des Materials gegen Schalldruck
- Analogie zum ohmschen Gesetz der Elektrotechnik
- Druck \rightarrow Spannung
- Geschwindigkeit \rightarrow Strom

akustische Impedanz

- Lautsprecher Selbstabstrahlung
- wie kann der Lautsprecher abstrahlen

Schallfelder und Raumakustik

ungestörte Schallausbreitung: Im Feld stehen und brüllen
gestörte Schallausbreitung: Schallausbreitung in Räumen

Schwingungen und Welle

Schwingung

- periodische Bewegung eines Teilchens um eine Ruhelage
- Gleichung: $x(t) = \hat{x}_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ mit $\omega = 2\pi \cdot f$
- f bewegt sich im Raum 16 Hz – 16 kHz

- Arithmetischer Mittelwert: $\bar{x} = \frac{1}{T} \cdot \int_{t_0}^{t_0+T} x(t) dt$

- Effektivwert:

$$x_{\text{eff}} = \tilde{x} = \sqrt{\overline{x^2(t)}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_{t_0}^{t_0+T} x^2(t) dt}$$

- o quadrieren bringt den Zusammenhang zur Leistung
- o Wurzel erzeugt wieder die gesuchte Effektivgröße

- Vergleich:

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

$$P_{\text{el}}(t) = u(t) \cdot i(t) = u^2(t) \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow P \sim u^2$$

$$\left(\text{entsprechend } P_{\text{ak}} \sim p^2 \right)$$

- Schwingungsüberlagerung:

- o der Klang verändert sich \rightarrow Phasenlage ist nicht hörbar
- o Ausnahme: Auslöschung bei gleichen Frequenzen

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

$$= \hat{x}_1(t) \cdot \cos(\omega_1 t) + \hat{x}_2(t) \cdot \cos(\omega_2 t)$$

$$= 2 \cdot \hat{x}_1 \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot t\right)$$

- o Variation der Amplitude durch Multiplikation mit verschiedenem Faktor
- o Zustand der Schwebung

- Ohr reagiert auf gleiche Zustände $\rightarrow \omega_s = \omega_1 - \omega_2$ (Bsp. Stimmen von Instrumenten)

Welle

- Ausbreitung eines Impulses durch die Luftteilchen
- Schnelle: Bewegungsgeschwindigkeit um Ruhelage
- Schallgeschwindigkeit: Bewegungsgeschwindigkeit des Impulses im Raum ($c = 343 \text{ m/s}$)

Wellenlängen

f	λ
16 Hz	21 m
1 kHz	34 cm
16 kHz	2 cm

- Wellenlängen sind für den akustischen Teil der Tontechnik sehr wichtig!!

Ebene Welle

$$p(x,t) = p_0 \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right) \quad \text{mit} \quad \frac{2\pi}{T} = \omega \quad \text{und} \quad \frac{2\pi}{\lambda} = k$$

$$= p_0 \cdot \sin(\omega t - kx)$$

Schalldruckpegel

$$L_p = 20 \cdot \lg\left(\frac{\tilde{p}}{\tilde{p}_0}\right) \text{ in dB}$$

$$\tilde{p}_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa (Hörschwelle bei 1 kHz)}$$

Schallintensitätspegel

$$L_J = 10 \cdot \lg\left(\frac{J}{J_0}\right) \text{ in dB}$$

$$J_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Beispiele:

$$\text{geg.: } L_p = 60 \text{ dB}$$

$$\text{ges.: } \tilde{p}$$

Lösung:

$$\text{a) } 10^{\frac{L_p}{20}} \cdot \tilde{p}_0 = \tilde{p}$$

b) Verhältnistabelle zur schnelleren Berechnung

$\frac{\tilde{p}_2}{\tilde{p}_1}$	$\Delta L (in dB)$	$\frac{J_2}{J_1}$
1	0	
	3	2
2	6	
	10	10
10	20	

- 60 dB entsprechen dem Faktor 1000
- $\Delta L = 20 \cdot \lg\left(\frac{\tilde{p}_2}{\tilde{p}_1}\right)$ oder $\Delta L = 10 \cdot \lg\left(\frac{J_2}{J_1}\right)$