

Die drahtlose Übertragung von Sprache und Musik

Historischer Entwicklung des Rundfunks

1886	entdeckt Heinrich Hertz die elektromagnetische Welle
1895	drahtlose Übertragung von einzelnen Signalen durch Marconi und Popow
1896	Marconi führte in London Versuche zur drahtlosen Nachrichtenübermittlung vor
1901	Übermittlung erster drahtloser Telegramme Weitere Anwendung in der Luft- und Seefahrt
1913	Meißner Rückkopplungsschaltung zur Verwendung bei der Amplitudenmodulation
1922-26	Bredow gründete den deutschen Unterhaltungsfunk
1925	Durchführung der ersten Fernsehaufnahme
1935	regelmäßiges Fernsehprogramm in Deutschland

Grundvoraussetzung für die drahtlose Nachrichtenübertragung sind zwei physikalische Grundsätze. **Erstens** gelingt es nur elektromagnetische Schwingungen mit hoher Frequenz sich vom Dipol abzulösen und sich als elektromagnetische Welle auszubreiten und **zweitens** muss es möglich sein, Signale mit niedriger Frequenz mit der benötigten Hochfrequenz zu vermischen.

Dies wurde möglich durch die Entdeckung des Schwingkreises und der Meißner Rückkopplungsschaltung.

Diese Vermischung nennt man Modulation. Es gibt zwei wesentliche Arten der Modulation:

1. **Amplitudenmodulation (AM)** und
2. **Frequenzmodulation (FM)**.

Die Art der Modulation wird wesentlich durch den Verwendungszweck in bestimmten Frequenzbereichen bestimmt.

Beide Sachverhalte sind in ihrer Erklärung sehr kompliziert und umfassend.

Deshalb soll hier an dieser Stelle die Amplitudenmodulation im Vordergrund stehen.

Bei der Amplitudenmodulation müssen die hochfrequenten Schwingungen des Senders so beeinflusst werden, dass sich ihre Amplitude im gleichen Rhythmus wie die akustischen Schwingungen der Sprache oder Musik verändert.

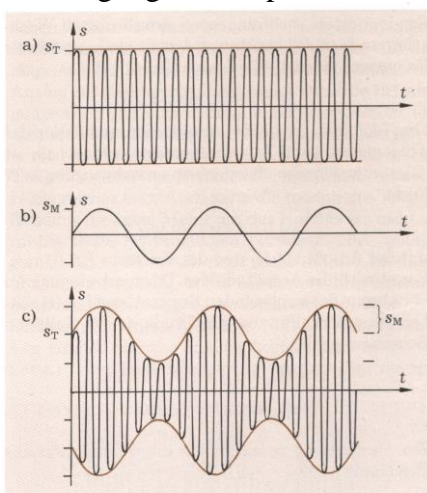


Abb. 341.1 Amplitudenmodulation, a) Trägerschwingung, b) Schallschwingung, c) modulierte Trägerschwingung

Die o.g. Abbildung veranschaulicht uns die Amplitudenmodulation. Der hochfrequenten Schwingung des Senders, der sog. Trägerschwingung mit der Amplitude s_T wird eine niederfrequente akustische Schwingung mit der Amplitude s_M aufgeprägt. Als Ergebnis erhalten wir eine modulierte Trägerschwingung.

Hierbei wird das Superpositionsprinzip der Schwingung angewendet, d.h. die Elongationen addieren sich zu jedem Zeitpunkt. Das trifft auch für die Amplituden zu.

Wir betrachten als Trägerschwingung eine sinusförmige Senderschwingung, die in der Antenne des Senders einen hochfrequenten sinusförmigen Wechselstrom $I_T(t)$ mit konstanter Amplitude I_m und fester Frequenz f_T erzeugt.

Für diesen Strom gilt:

$$I_T(t) = I_m \sin \omega_T \cdot t .$$

Die Nachricht, die bei der Amplitudenmodulation der Trägerschwingung $I_T(t)$ aufgeprägt werden soll, ist eine sinusförmige Niederfrequenzschwingung der Form:

$$I_{AM}(t) = I_M \sin \omega_M \cdot t$$

mit der Amplitude I_M und der Frequenz f_M .

Somit wird die Amplitude der Trägerschwingung im Rhythmus der wechselnden Stromstärke $I_{AM}(t)$ zeitlich verändert. Für die Amplitude der modulierten Schwingung gilt:

$$I(t) = (I_m + I_M \sin \omega_M t) \sin \omega_T t = I_m \sin \omega_T t + I_M \sin \omega_M t \cdot \sin \omega_T t .$$

Zur Umformung benutzen wir die trigonometrische Beziehung

$$\sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} (\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$$

mit

$$\alpha = \omega_T t \text{ und } \beta = \omega_M t \text{ und erhalten:}$$

$$I(t) = I_m \sin \omega_T \cdot t + \frac{1}{2} I_M \cos(\omega_T - \omega_M) t - \frac{1}{2} I_M \cos(\omega_T + \omega_M) t .$$

Außer der Trägerschwingung entstehen folglich zwei Schwingungen mit den Amplituden $\frac{I_M}{2}$

und den Frequenzen $f_T - f_M$ und $f_T + f_M$.

Nun tritt aber bei der Amplitudenmodulation eines Rundfunksenders nicht nur eine sinusförmige Niederfrequenz auf, sondern alle möglichen Frequenzen des hörbaren Bereichs von 0 bis 20 kHz. Deshalb entsteht um die Trägerfrequenz des Senders ein **Frequenzband** der **Bandbreite** $f = 2f_M$, wenn f_M die maximale Modulationsfrequenz ist. Folglich benötigt jeder Rundfunksender nicht nur eine einzelne Frequenz, sondern ein Frequenzband für seine Ausstrahlung. **Aus diesem Grunde senden die Rundfunksender auf verschiedenen Frequenzen, die einen bestimmten Mindestabstand voneinander haben bzw. den Rundfunksendern wird die Sendeleistung limitiert.**