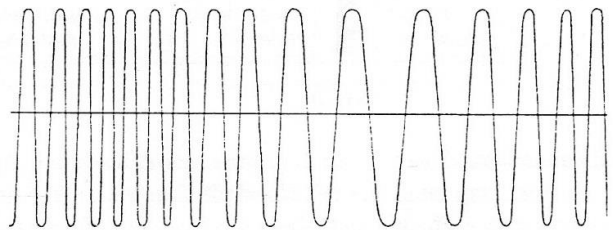


5. – Trägerfrequenz, Modulation und Demodulation: Eingangs sagten wir, dass wir die Funkwellen als Träger für unsere Sprache verwenden. Sprache und Musik sind bekanntlich niederfrequente Schwingungen, die der hochfrequenten Trägerfrequenz sozusagen aufgeladen (aufmoduliert) werden. Bei der Demodulation erfolgt die „Ablösung“ einer niederfrequenten Schwingung (z.B. der Sprache) von der hochfrequenten Schwingung.

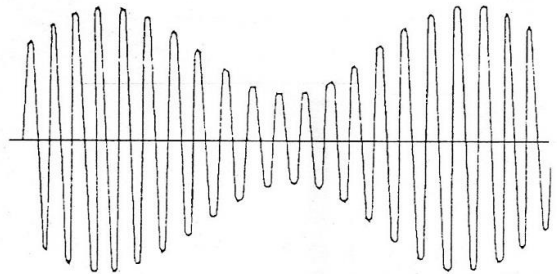
- **Mikrofon:** wie in der Skizze Sender-Empfänger-Aufbau bereits aufgezeigt, bedient man sich eines Mikrofons, um die niederfrequenten Sprachschwingungen in elektrische Schwingungen zu verwandeln, die dann über die Modulationsstufe der Trägerfrequenz aufmoduliert werden.

- **Modulationsarten:** In der Funktechnik gibt es nun zwei Modulationsarten, nämlich die Frequenzmodulation (FM) und die Amplitudenmodulation (AM).

- **Die Frequenzmodulation:** wird wegen ihrer hervorragenden Hörqualität vorwiegend bei UKW verwendet. (Gute Musiksendungen hört man stets auf UKW!) Wie die nachfolgende Skizze zeigt, wird bei der Frequenzmodulation die Trägerfrequenz im Rhythmus der Sprachschwingungen „hin- und hergeschoben“.



- **Die Amplitudenmodulation:** Wie der Name schon sagt, verändert die Niederfrequenz (z.B. die Sprache) die Amplituden (den Wellenausschlag) der Träger-schwingungen. Die Sendefrequenz bleibt dabei konstant. Bei der Amplitudenmodulation entstehen neben der Sendefrequenz zwei inhaltlich gleiche Seitenbänder. Diese Modulationsart wird in der LW, MW, GW und KW eingesetzt.



Unterschiedliche Sendarten mit Amplitudenmodulation sind:

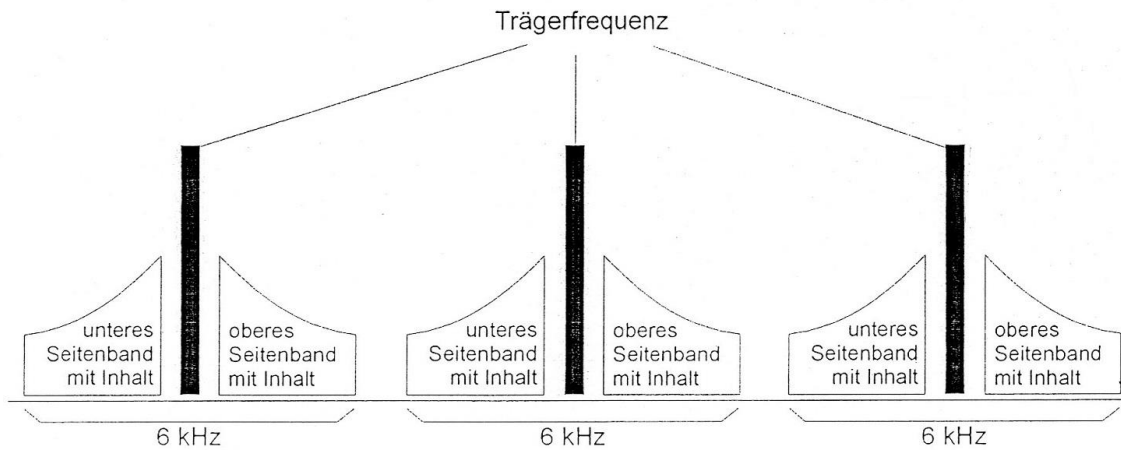
- **Sendart A 0:** Wir drücken die Sendetaste ohne zu sprechen, d. h. die Trägerwelle wird ohne Modulation ausgesendet.

- **Sendart A 1:** Die Trägerwelle wird in bestimmtem Rhythmus (z. B. Morserhythmus) ohne Modulation ausgesendet, d. h. die Sprech-taste wird im Morserhythmus gedrückt.

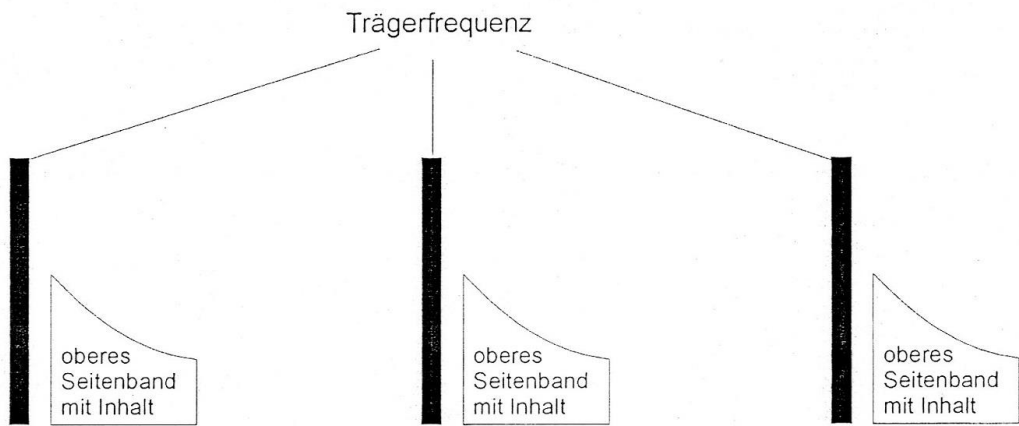
Sendart A 2: Die zu sendenden Morsezeichen werden über ein Mikrofon (Pfeifen) der Trägerwelle aufmoduliert.

Sendart A3: Die Trägerwelle wird fortlaufend ausgesendet und mit Sprache und Musik moduliert, z. B. Sprech-taste drücken und ins Mikrofon sprechen. (A3E – Zweiseitenband amplitudenmoduliert)

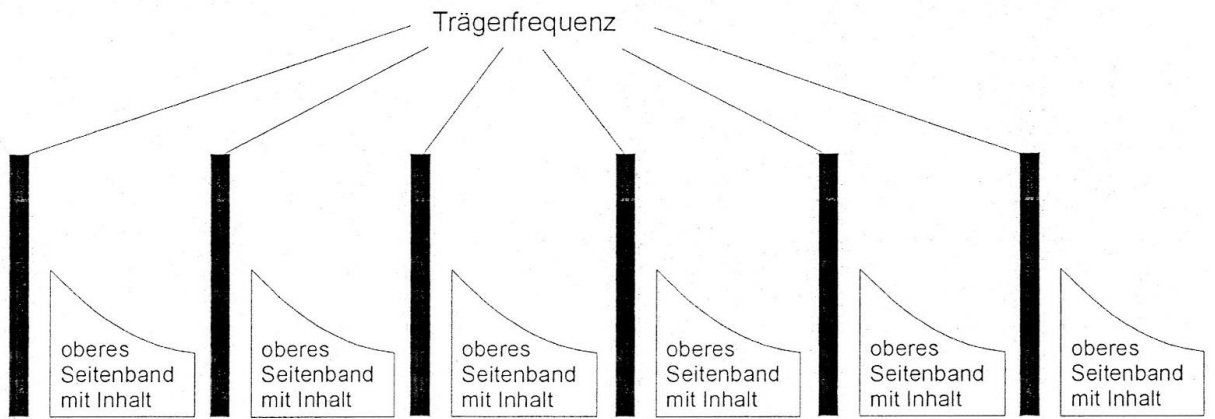
- **Zweiseitenbandtechnik:** Da die Amplitudenmodulation sich nach beiden Seiten der Trägerfrequenz erstreckt, muss also zwischen den einzelnen Frequenzen ein bestimmter Raum für die Modulation zur Verfügung stehen. Man spricht deshalb von den sog. Seitenbändern, wobei das obere und das untere Seitenband zunächst einmal die gleiche Information beinhalten, d. h. unsere aufmodulierte Sprache findet sich praktisch spiegelbildlich in beiden Seitenbändern. Wir folgern daraus, dass also ein Abstand zwischen zwei Frequenzen genau die Breite der beiden Seitenbänder beträgt, 6 KHz.



- **Einseitenbandtechnik:** Nun sind ja weltweit die Frequenzen knapp und außerdem wird in der sog. Zweiseitenbandtechnik die Sendeenergie nicht optimal ausgenutzt, da sie ja sowohl für den Träger als auch für beide Seitenbänder genutzt wird. Nachdem aber die Informationen in beiden Seitenbändern praktisch gleich sind, liegt der Gedanke nahe, dass man sich nur mit der Aussendung eines Seitenbandes begnügt.



Der Vorteil liegt auf der Hand: die aufgewendete Energie kommt entweder dem Träger oder der Modulation zugute und damit wird sowohl die Reichweite als auch die Sprachqualität verbessert und überdies sind auf der vorhandenen Bandbreite (z. B. auf Grenzwelle 1.605 bis 3.800 KHz) praktisch die doppelte Anzahl von Frequenzen unterzubringen.

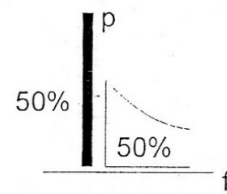


Die Skizze oben zeigt deutlich die doppelte Ausnutzung der Bandbreite.

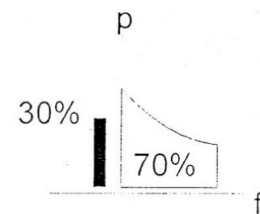
Diese Sendart wird als **H 3 E = Amplitudenmodulation Einseitenband mit vollem Träger** bezeichnet.

Um nun aber noch weitere Verbesserungen in der Sendetechnik zu realisieren, ist den Technikern noch einiges mehr eingefallen, und so unterscheiden wir heute folgende Sendarten:

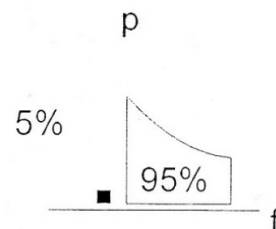
- **Sendart H 3 E** = Voller Träger mit Modulation, d. h. bei einer zur Verfügung stehenden Leistung von 100% können 50% für den Träger und 50% für die Modulation aufgewendet werden.



- **Sendart R 3 E** = Verminderter Träger mit Modulation, wobei ca. 30% der Leistung für den Träger und 70% für die Modulation verwendet werden.



- **Sendart J 3 E** = Unterdrückter Träger mit Modulation, wobei hier nunmehr ca. 5% Leistung für den Träger und 95% für die Modulation verwendet werden! Im Grenz- und Kurzwellensprechfunk wird grundsätzlich die Sendart J3E – Einseitenband mit unterdrücktem Träger verwendet.



Übrigens, diese Technik ist seit Jahren eingeführt, und seit dem 1.1.1982 sind nur mehr Einseitenbandgeräte zugelassen. Die modernen Geräte zeichnen sich dadurch aus, dass die Frequenzeinstellung digital mit Kommastelle erfolgt. Außerdem verfügen diese Geräte über eine SSB-Taste, die den sog. Überlagerer automatisch dazuschaltet.

Aussendungen in der Sendart A3E und H3E sind mit herkömmlichen Empfängern zu empfangen. J3E-Sendungen sind jedoch nur mit einem speziellen SSB-Empfänger zu empfangen.

Übrigens wurde auch in der **UKW-Technik** mit der **Frequenzmodulation** eine bessere Ausnutzung des Frequenzbandes erzielt, indem der **Rasterabstand** von 50 KHz auf **25 KHz** herabgesetzt wurde. Heute spricht man von der sog. **Phasenmodulation in der Sendart G 3 E!**

Die **Schmalbandtelegrafie** verwendet für Funkfernsehübertragungen die **Sendart F1B**. Die **Sendart F1B** wird im mobilen Seefunkdienst auf Grenz- und Kurzwellen sowie auf UKW zur Übermittlung des digitalen Selektivrufs (**DSC**) verwendet.