

Modulation

| Zeit (min) | Methode | Ausbilder | Teilnehmer | Medien |
|------------|--------------------|---|--|--|
| | Gespräch | Frage: Welche Frequenzbereiche kann ich am Radio einstellen? | Mittelwelle, UKW, AM, FM | Tafel, Kreide |
| | Gespräch | Frage: Was bedeutet AM und FM | Amplitudenmodulation, Frequenzmodulation | |
| | Gespräch / Vortrag | Frage: Was ist Modulation? Information: Als Beispiel kann man das Überbringen einer Nachricht per Post verwenden (Skizze siehe unten). Der Absender (Sender) schreibt seine Nachricht auf die Postkarte. Das wäre die <u>Modulation des Trägers</u> . (Postkarte = <u>Träger</u>) . Der Postbote bringt die Nachricht zum Empfangsort (<u>Übertragung</u>) und übergibt die Postkarte an den Adressaten (Empfänger). Der Adressat liest die Nachricht auf der Postkarte. Das nennt man <u>Demodulation</u> . | Antwort je nach Teilnehmer | Tafel, Kreide Postkarte und Briefträger aus Papier mit Magneten |
| | Gespräch / Vortrag | Frage: Kann jemand erklären, wie Amplituden- oder Frequenzmodulation funktioniert? Information: Zunächst müssen Begriffe festgelegt werden. Amplitude kann man sich als Lautstärke vorstellen, Frequenz entspricht der Tonhöhe. Bei der Amplitudenmodulation wird ein Trägerfrequenzsignal in der Amplitude moduliert (lauter und leiser gemacht). Dabei ist die Größe der | Eventuell Versuch der Erklärung | Tafel, Kreide Bild Amplitudenmodulation |

| Zeit (min) | Methode | Ausbilder | Teilnehmer | Medien |
|------------|---------|---|------------|--|
| | | Amplitude von der Lautstärke des Sprachsignals abhängig und die Änderung, der Amplitude von der Frequenz. (Skizze siehe unten) | | |
| | Vortrag | Bei der Frequenzmodulation erfolgt etwas anders. Hier wird die Frequenz des Trägersignals verändert. Die Änderung gegenüber dem nicht modulierten Zustand ist um so größer, je größer die Sprechlautstärke ist. Es ergibt sich ein schmales Band mit dem Sprachsignal. Bei der Demodulation wird nun der Frequenzabstand zwischen dem unmodulierten Träger und dem empfangenen Signal ausgewertet. Das Ergebnis ist das originale Sprachsignal. | | |
| | Vortrag | Der Abstand kann nach zwei Seiten gemessen werden (oben, unten). Hier wird jeweils das erwartete Band ausgewertet. Man spricht von den Seitenbändern: <u>Oberband</u> , <u>Unterband</u> . Aus technischen Gründen erfolgt die Modulation nicht direkt bei der Übertragungsfrequenz, sondern es wird zunächst ein Zwischenfrequenzsignal moduliert. Dieses addiert oder subtrahiert man dann zu der mittleren Kanalfrequenz. Das Ergebnis gibt dann die Frequenz des Kanals im Unterband oder Oberband. | | Flipchart, Stifte Plakat mit 2 m-Band. (s.u.) Vorbereiteter Zeiger mit der Länge der Zwischenfrequenz |
| | Vortrag | Im 2 m Band wird der Sprechfunk als Analog- | | Bild eines 2 m |

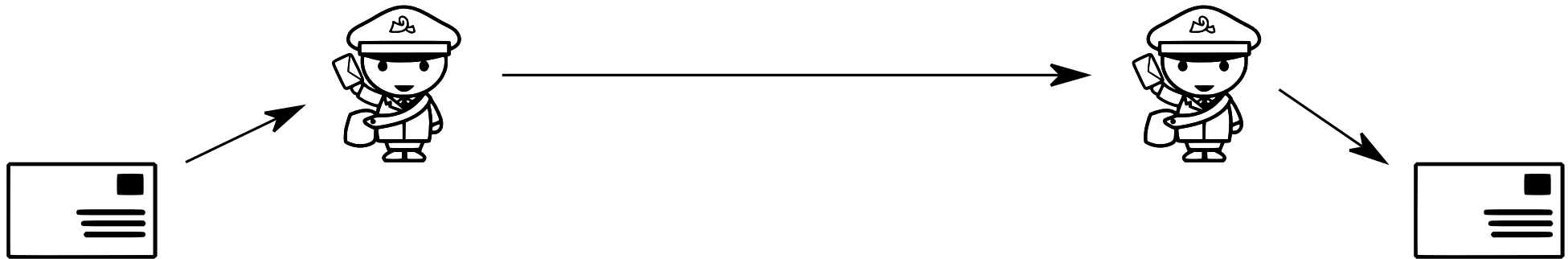
| Zeit (min) | Methode | Ausbilder | Teilnehmer | Medien |
|------------|----------|---|--|---|
| | | funk mittels Frequenzmodulation durchgeführt. Für den Aufbau einer Verbindung muss die Frequenz mit dem Kanalwahlschalter und das Band mit dem Bandlagenschalter eingestellt werden. Zusätzlich wird noch die Verkehrsart eingestellt. Dazu später mehr. | | Sprechfunkgerätes |
| | Gespräch | Frage: Was stelle ich also ein, wenn ich den Kanalwahlschalter am Gerät verändere? Frage: Was mache ich mit der Wahl des Bandlagenschalters? | Die mittlere Frequenz des Kanals. Es wird festgelegt, welches Band (Oberband / Unterband) verwendet wird. | Plakat, Zeiger (s.o.) |
| | Vortrag | Im digitalen Sprechfunk erfolgt vor der Modulation eine Umwandlung des Sprachsignals in digitale Signale. Dazu wird das Analogsignal zunächst in Stufen eingeteilt (<u>Quantisierung</u>) die jeweils einem Digitalwert entsprechen. Nach einer <u>Komprimierung</u> , bei der unnötige Anteile entfernt werden (leise Töne kann man nicht gleichzeitig mit lauten Tönen hören) erfolgt dann die <u>Kodierung</u> , bei der zunächst Blöcke aus einem bestimmten Zeitabschnitt gebildet und dann wieder Anteile hinzugefügt werden, die es ermöglichen, Übertragungsfehler zu korrigieren. Dies Signal wird in den Multiplexer eingespeist. | | Tafel, Kreide Prinzip Digitale Signalverarbeitung Karten aus Blockschaltbild digitale Übertragung |
| | Vortrag | Im System Tetra erfolgt ein <u>Zeitmultiplex</u> (Time | | Skizze zu TDMA |

| Zeit (min) | Methode | Ausbilder | Teilnehmer | Medien |
|------------|----------|---|------------|---|
| | | Division Multiple Access, TDMA). Das heißt, dass unterschiedliche Signale in einer festgelegten zeitlichen Reihenfolge geschachtelt werden. Dazu erhält das Endgerät vom System die Information, welcher Zeitschlitz ihm zugeordnet ist. Ein extra Multiplexer ist nicht erforderlich. | | |
| | Gespräch | Beim Rettungsdienst müssen die Gespräche teilweise verschlüsselt übertragen werden. Frage: An welcher Stelle wird im Blockschaltbild die <u>Verschlüsselung</u> vorgenommen? | Vorschläge | Zuätzliche Karte aus Blockschaltbild verschlüsselte Übertragung |
| | Vortrag | Im System Tetrapol, das zum Beispiel in Frankreich zum Einsatz kommt, werden die Signale mit unterschiedlichen Kodierungen versehen und gleichzeitig übertragen. Man spricht hier von Codemultiplex (Code Division Multiple Access, CDMA). Beide Systeme sind aus diesem Grund nicht zueinander kompatibel. | | |
| | Vortrag | Die eigentliche Modulation erfolgt als Frequenzmodulation. Bei der Betriebsart TMO wird zusätzlich Frequenzmultiplex eingesetzt: Das Senden erfolgt auf der tieferen Frequenz des Kanalpaares (Uplink), der Empfang auf der höheren Frequenz (Downlink). Auf der Empfängerseite passiert das Gegen- | | Tafel, Kreide Karten aus Blockschaltbild Empfänger: |

| Zeit (min) | Methode | Ausbilder | Teilnehmer | Medien |
|------------|---------|--|------------|--------|
| | | <p>stück zur Sendeseite: <u>Demodulation</u>, <u>Demultiplexen</u> (heraussuchen des gewollten Signals), <u>Entschlüsselung</u>, <u>Dekodierung</u> und <u>Analogwertzeugung</u>.</p> <p>Alle Vorgänge der Signalverarbeitung im Sender und Empfänger erfolgen mit sehr hoher Geschwindigkeit. Die auftretende Zeitverzögerung ist für den Menschen nicht wahrnehmbar. Man spricht daher auch von Echtzeitübertragung.</p> | | |

Bilder

Übertragung



Amplitudenmodulation

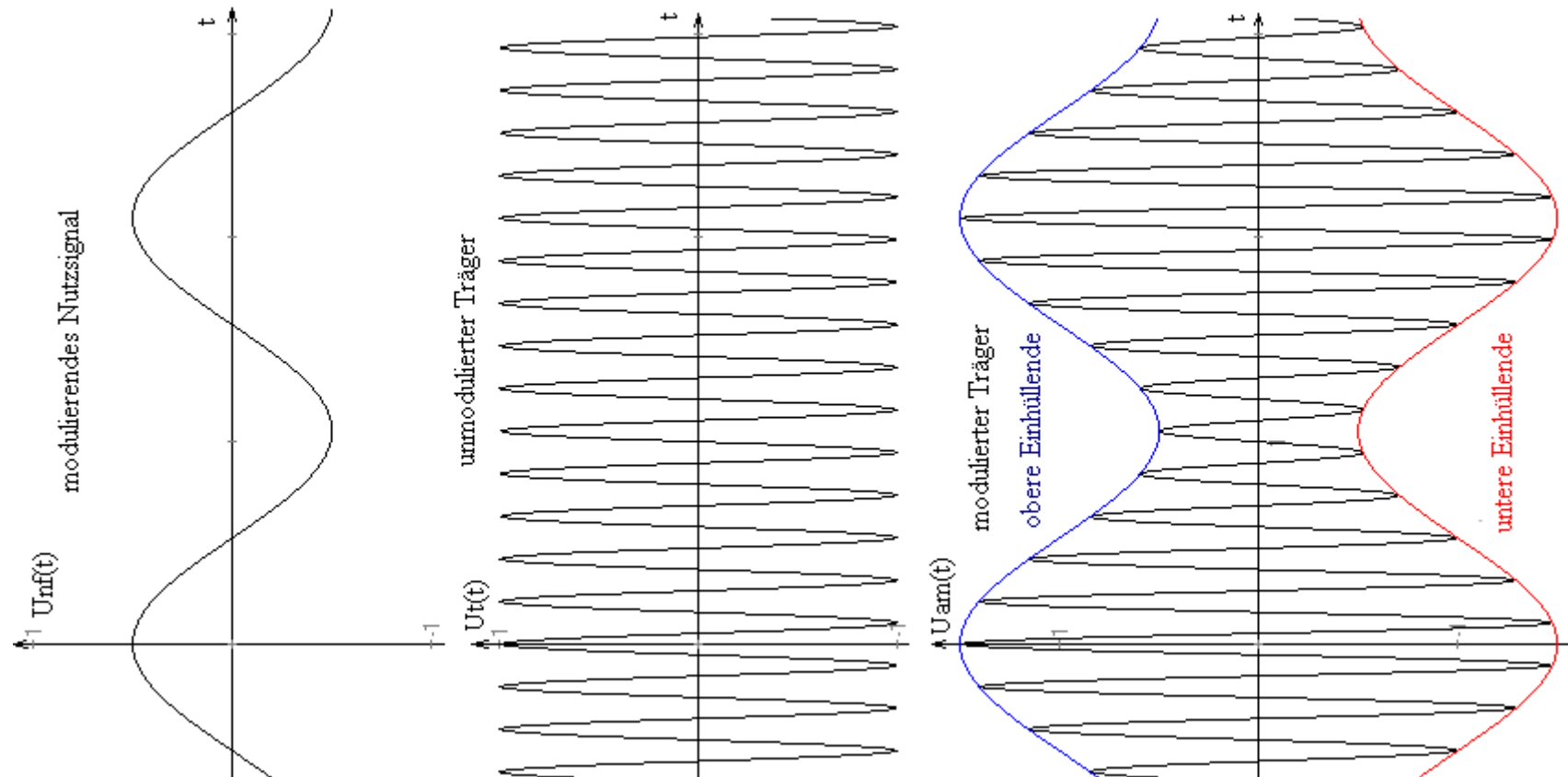
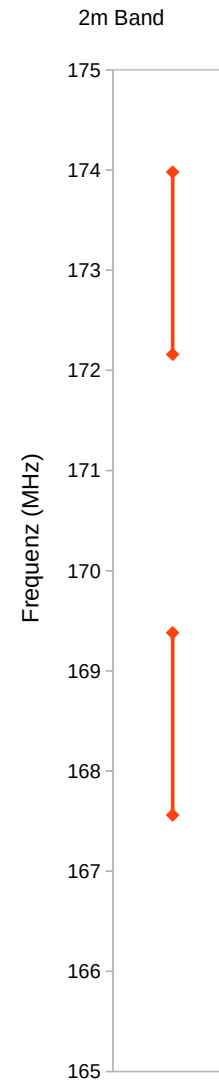
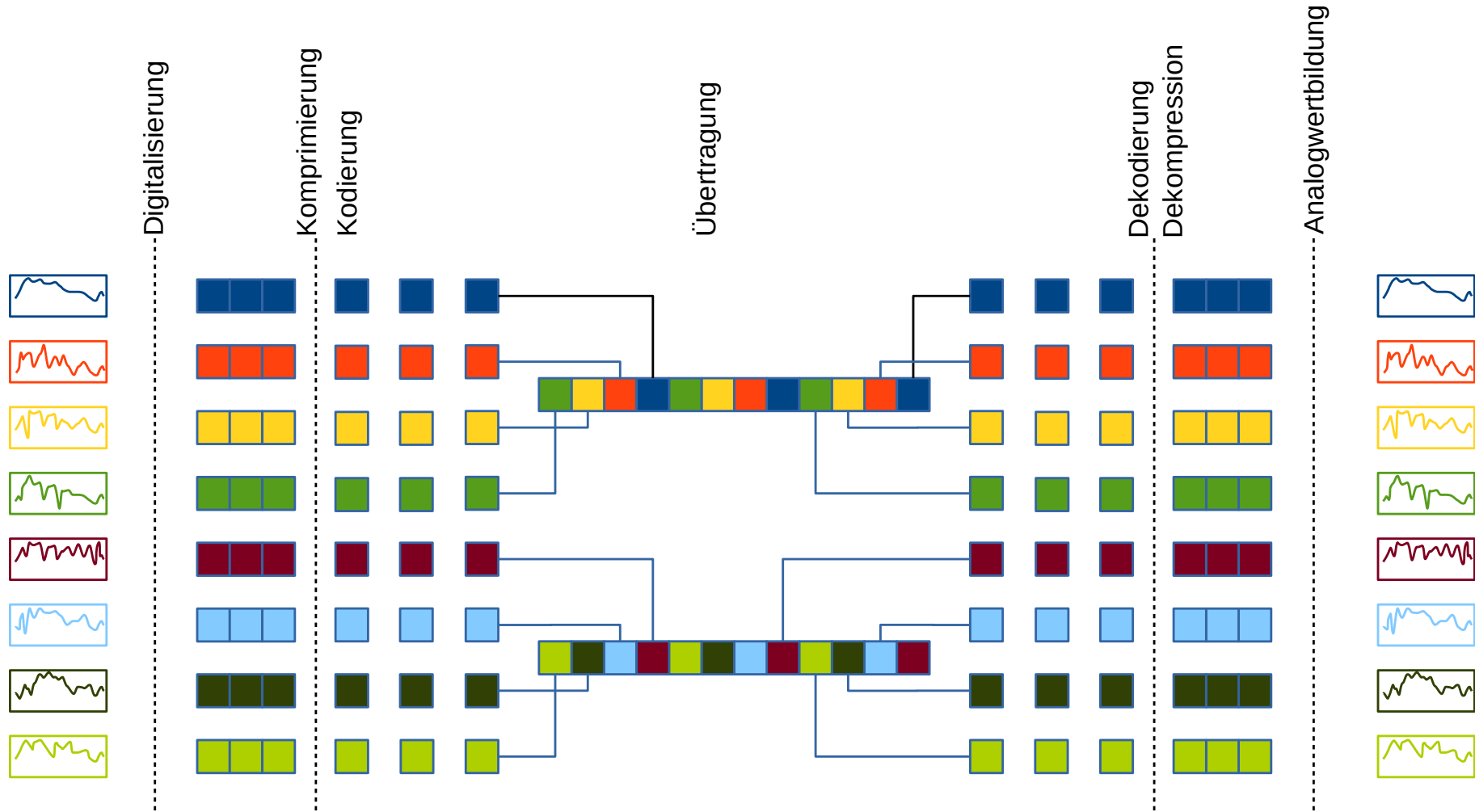


Abbildung 1: Amplitudenmodulation

2 m Band



Digitale Signalverarbeitung



Blockschaltbilder Sender und Empfänger

