

# Schüler Workshop - Labor X - Übertragung von Daten mit einem Arduino

12. April 2024



# 1 Modulationsverfahren

Das Verfahren, um binäre Daten auf ein analoges Trägersignal zu bringen, wird als digitale Modulation bezeichnet. In Abbildung 1 sind die Modulationsverfahren ASK und FSK dargestellt. ASK steht für *Amplitude Shift Keying* und FSK für *Frequency Shift Keying*. Im ersten Graphen von oben ist das digitale Signal dargestellt, das moduliert werden soll. Im zweiten Graphen ist das mit FSK modulierte Signal dargestellt. Der maximale Frequenzunterschied wird dabei als Frequenzhub  $\Delta F$  bezeichnet. Darunter ist das mit ASK modulierte Signal dargestellt. Es handelt sich dabei um sogenanntes *On-Off-Keying* (OOK), bei dem das Signal entweder an oder aus ist.

**Aufgabe 1.1:** Bestimmen Sie für Abbildung 1 die Trägerfrequenz und den Frequenzhub  $\Delta F$  des FSK-Signals.

**Lösung:**

Durch Ablesen im Graphen bestimmen:

$$f_0 = \frac{2}{0,2 \text{ ms}} = 10 \text{ kHz}$$

$$f_1 = \frac{3}{0,2 \text{ ms}} = 15 \text{ kHz}$$

$$\Delta F = f_1 - f_0 = 5 \text{ kHz}$$

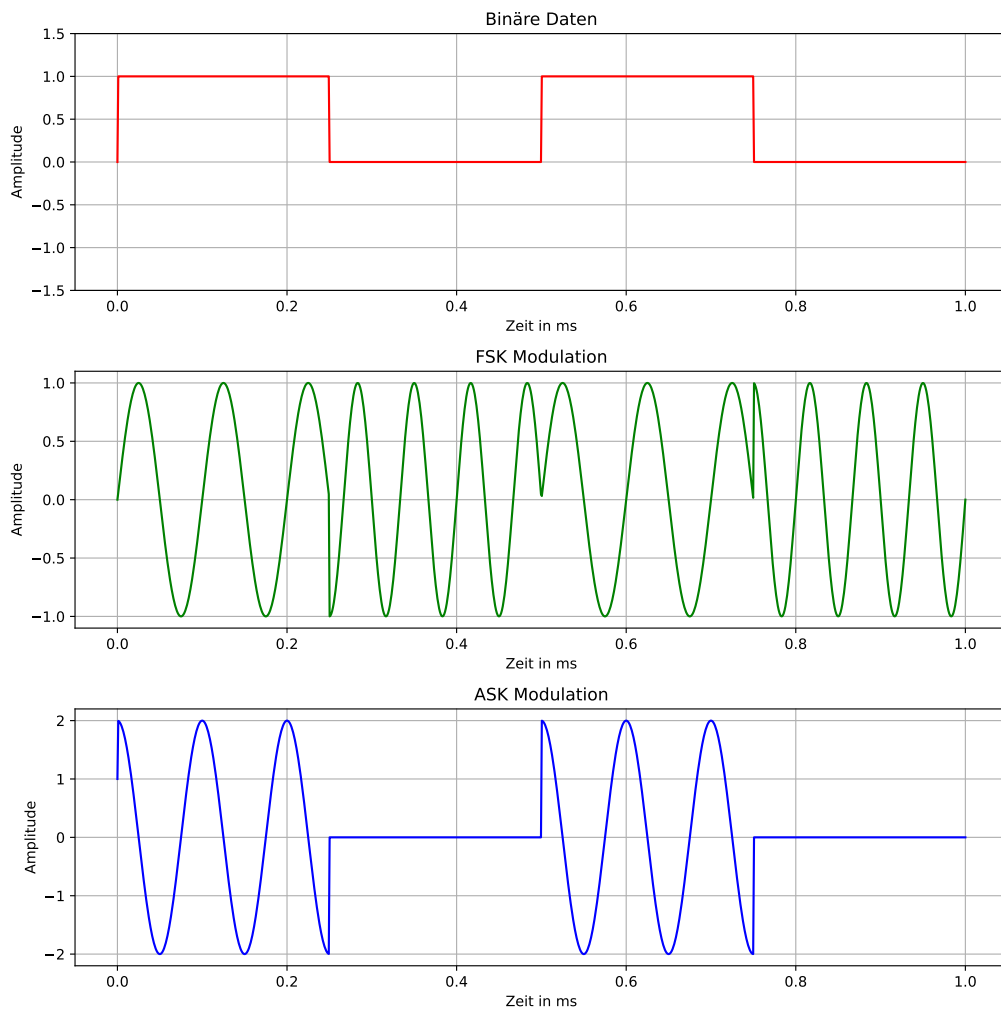


Abbildung 1: Modulationsverfahren: ASK und FSK.

## 2 Antennen und Wellenlängen

Eine Annäherung für eine Stabantenne ist der Hertzsche Dipol. Das Strahlungsmuster, dass sich für den hertzschen Dipol ergibt, ist in Abbildung 2 in 3D und in Abbildung 3 in 2D für die drei Hauptebenen in kartesischen Koordinaten dargestellt.

3D Antennendiagramm mit Antenne

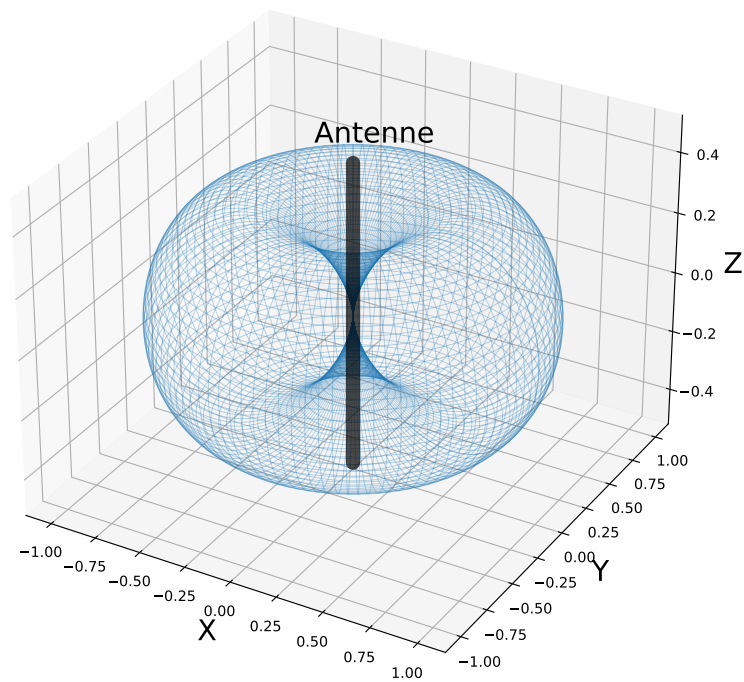


Abbildung 2: 3D Strahlungsmuster des Hertzschen Dipols.

**Aufgabe 2.1:** Zeichnen Sie das Strahlungsmuster der Stabantenne in 2D in den drei Hauptebenen der kartesischen Koordinaten, die in Abbildung 3 dargestellt sind.

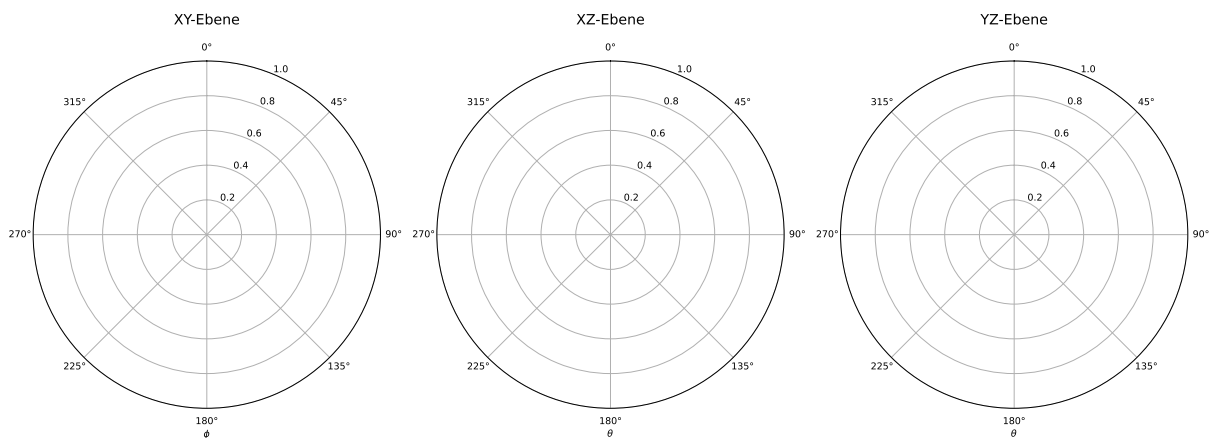


Abbildung 3: Hier soll das Strahlungsmuster der Stabantenne in 2D gezeichnet werden.

**Lösung:**

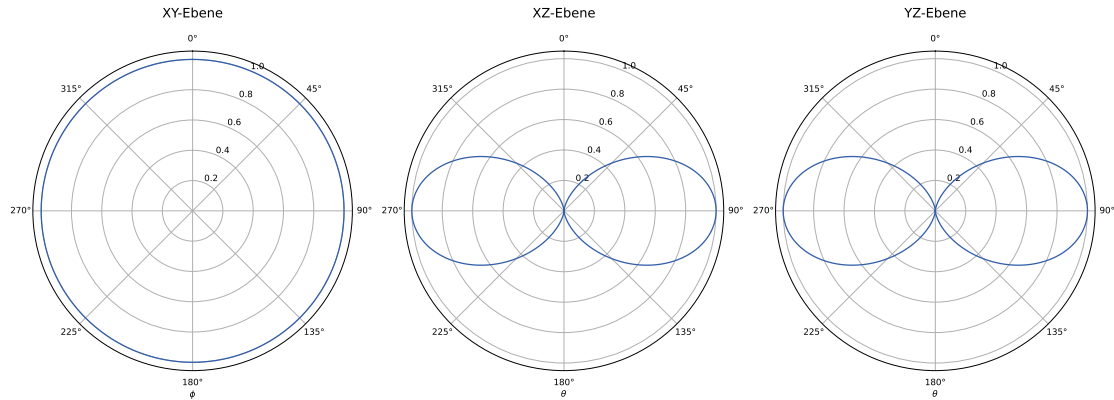


Abbildung 4: 2D Strahlungsmuster des Hertzschen Dipols.

### 3 Arduino und Transmitter Anschlüsse

In diesem Abschnitt werden die Anschlüsse von Transmitter und Arduino beschrieben. Sie sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Arduino	
GND	Masse
VCC	Versorgung (5V/3.3V)
Digital I/O	Digitale Ein-/Ausgänge
Analog In	Analoge Eingänge
Transmitter	
GND	Masse
VCC	Versorgung
DATA	Daten-Eingang
ANT	Antenne

Tabelle 1: Anschlüsse des Arduino und des Transmitters

**Aufgabe 3.1:** Verdrahten Sie die Bauteile, die Sie an Ihrem Arbeitsplatz finden und in Abbildung 5 gezeigt sind sinnvoll miteinander.

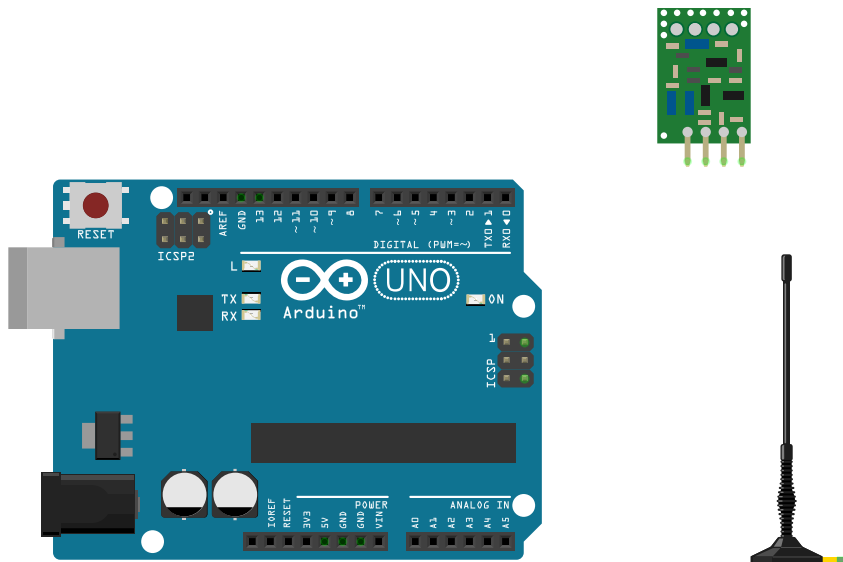


Abbildung 5: Schematic des Arduino mit Transmitter und Antenne.

### Lösung:

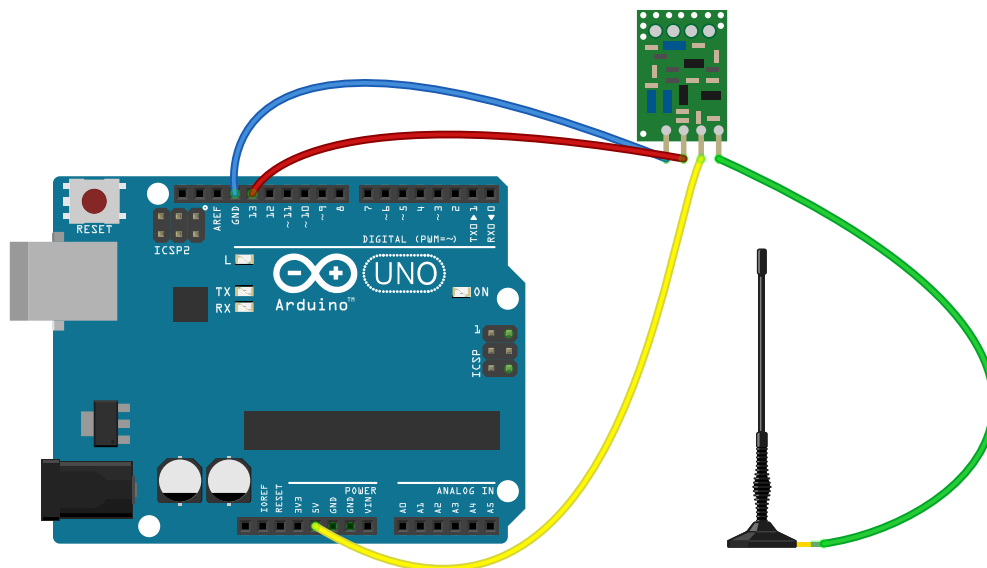


Abbildung 6: Schematic des Arduino mit = 433 MHz Transmitter, Antenne und korrekter Verdrahtung.

**Aufgabe 3.2:** Ermitteln Sie auf dem RF-Transmitter die Trägerfrequenz. Entwerfen Sie eine Drahtantenne, die ein Viertel der Wellenlänge, also  $\lambda/4$  lang ist. Verwenden Sie die Formel  $\lambda = \frac{c}{f}$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ( $= 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ) ist.

### Lösung:

Die Wellenlänge  $\lambda$  des Signals kann mit der Formel  $\lambda = \frac{c}{f}$  berechnet werden. Für  $f = 433 \text{ MHz}$  ergibt sich:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{433 \text{ MHz}} \approx 0.693 \text{ m}$$

Die Länge der Drahtantenne, die einem Viertel der Wellenlänge entspricht, ist daher:

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{0.693 \text{ m}}{4} \approx 0.173 \text{ m}$$

Die Antenne sollte also etwa 17.3 cm lang sein.