

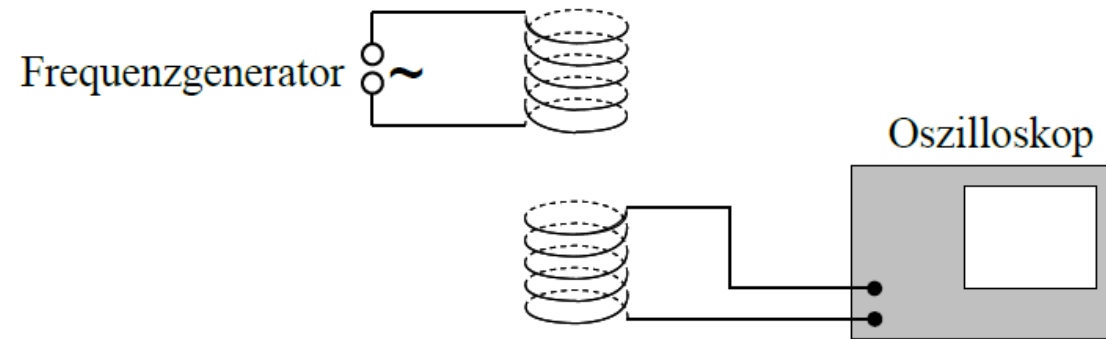
Elektromagnetische Wellen sind die Grundlage für jede drahtlose Informationsübertragung. Wie auch in der Mechanik werden solche Wellen stets von Schwingungen erzeugt (z.B. Saitenschwingung - Schallwelle). Im Einführungsversuch wird die Schwingung einer Spule auf eine andere übertragen, das kennen wir vom Trafo.

Antennen erleichtern die Ablösung von Wellen vom Schwingkreis und auch deren Empfang. Antennen sind tatsächlich selbst Schwingkreise, die nur extrem reduziert sind (siehe Bildfolge). Erläutere, wie sich durch Reduktion von Windungszahl und Plattenfläche die Frequenz ändert.

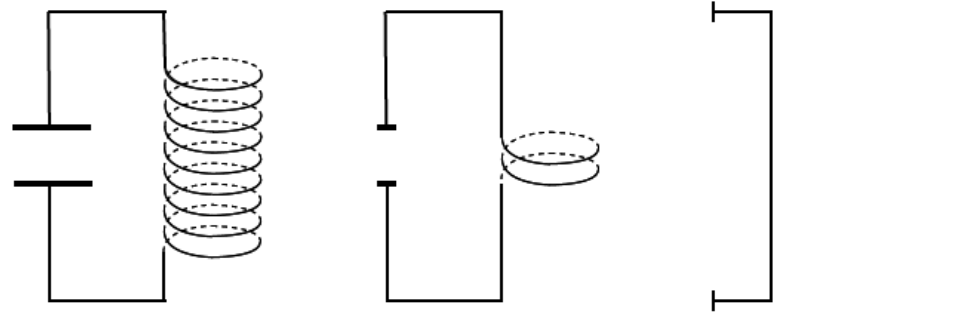
Die folgenden Versuche zum Empfang von Wellen führen wir alle mit reduzierten Schwingkreisen zum Empfang durch. Beschreibe Deine Beobachtung.

5.3 Wellenausbreitung am Dipol

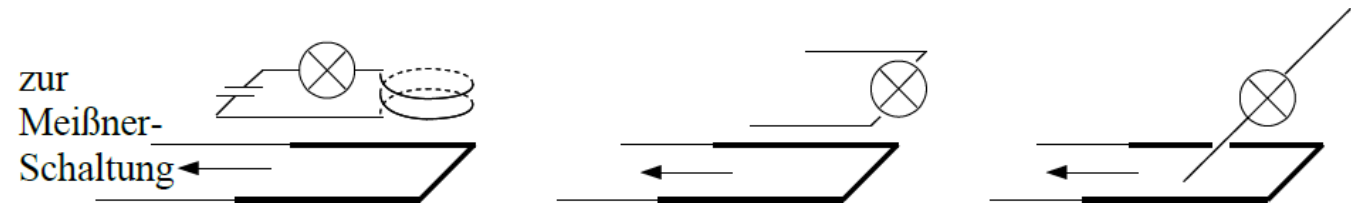
Übertragung einer Schwingung:



Vom Schwingkreis zum Dipol:



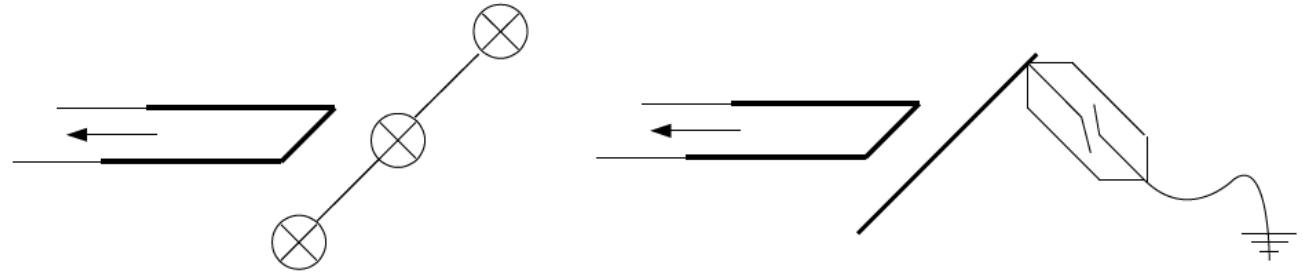
Grundversuch mit dem Dezimeterwellensender:



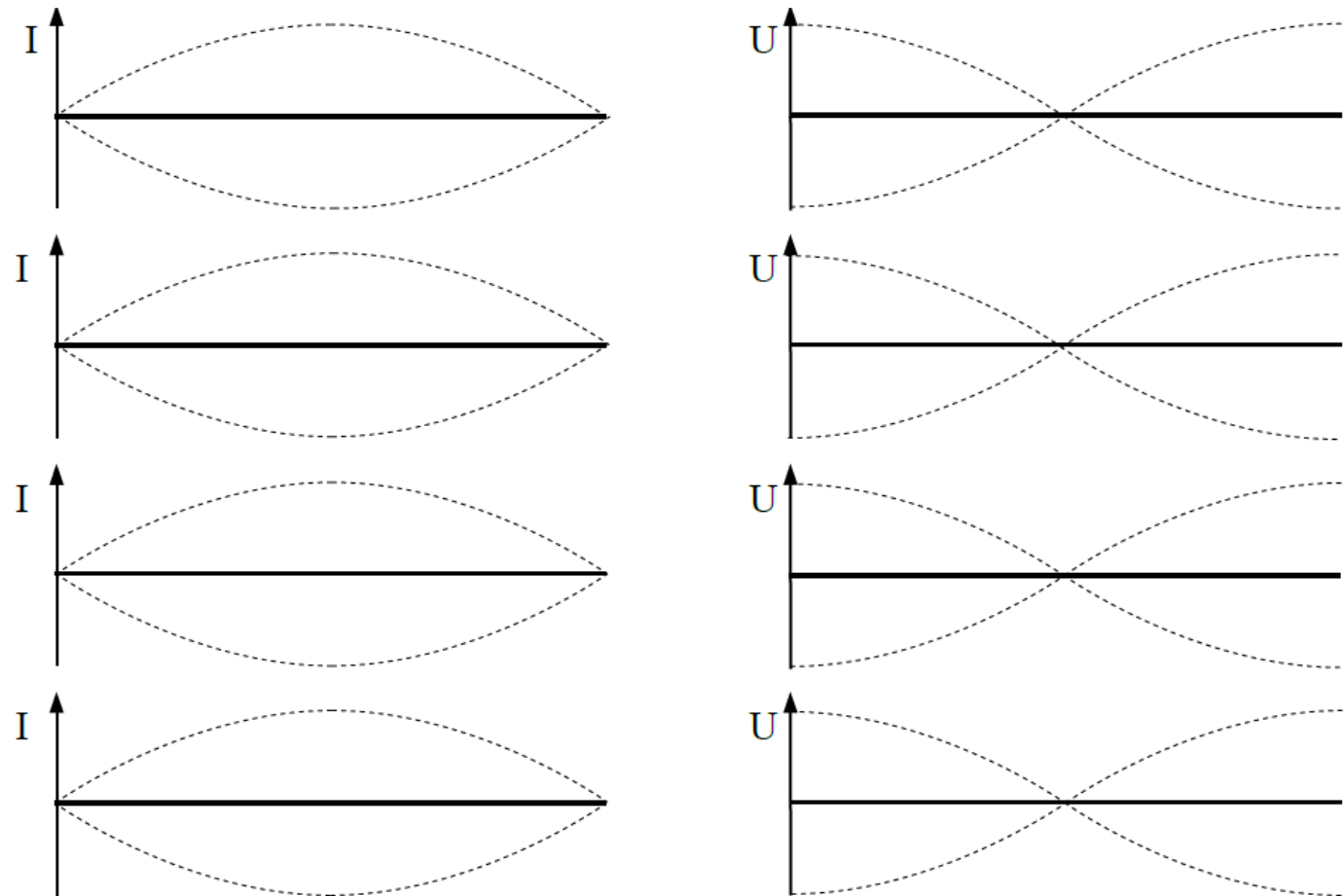
Die Stromverteilung im Dipol wird uns durch Lämpchen angezeigt, die wir in den Dipol einbauen. Die Spannungsverteilung können wir durch eine Glühlampe sichtbar machen. **Gib an, wo die Stromstärke und wo die Spannung groß ist.**

Stromstärke und Spannung an jedem einzelnen Punkt des Dipols sind allerdings nicht konstant, sondern führen jeweils eine Schwingung durch, das haben wir in den letzten beiden Kapiteln zum Schwingkreis kennengelernt. Wir können eine volle Schwingung wieder in vier Phasen unterteilen, in denen beide Größen jeweils zwischen ihren Maximalwerten und Null variieren. **Beachte:** die x-Achse ist nicht die Zeit, sondern die Position auf der Antenne.

Strom und Spannung auf dem Dipol



Schwingungsphasen auf dem Dipol



Die Abstrahlung der Welle in den Raum ist eine durchaus komplizierte Angelegenheit (siehe Bildchen). In einer Abfolge wird diese hier Schritt für Schritt erklärt. Dabei zeigt die erste Spalte nur das Magnetfeld, die zweite nur das elektrische Feld und die dritte beide Felder in einer gemeinsamen Zeichnung. Die jeweils auftretende Stromstärke (1. Spalte) und die jeweils auftretende Ladungsverteilung/Spannung (2. Spalte) ergeben sich aus den vier Phasen auf der vorigen Folie. Diese erzeugen wiederum die dargestellten Feldlinien, die sich dann vom Dipol in den Raum ablösen.

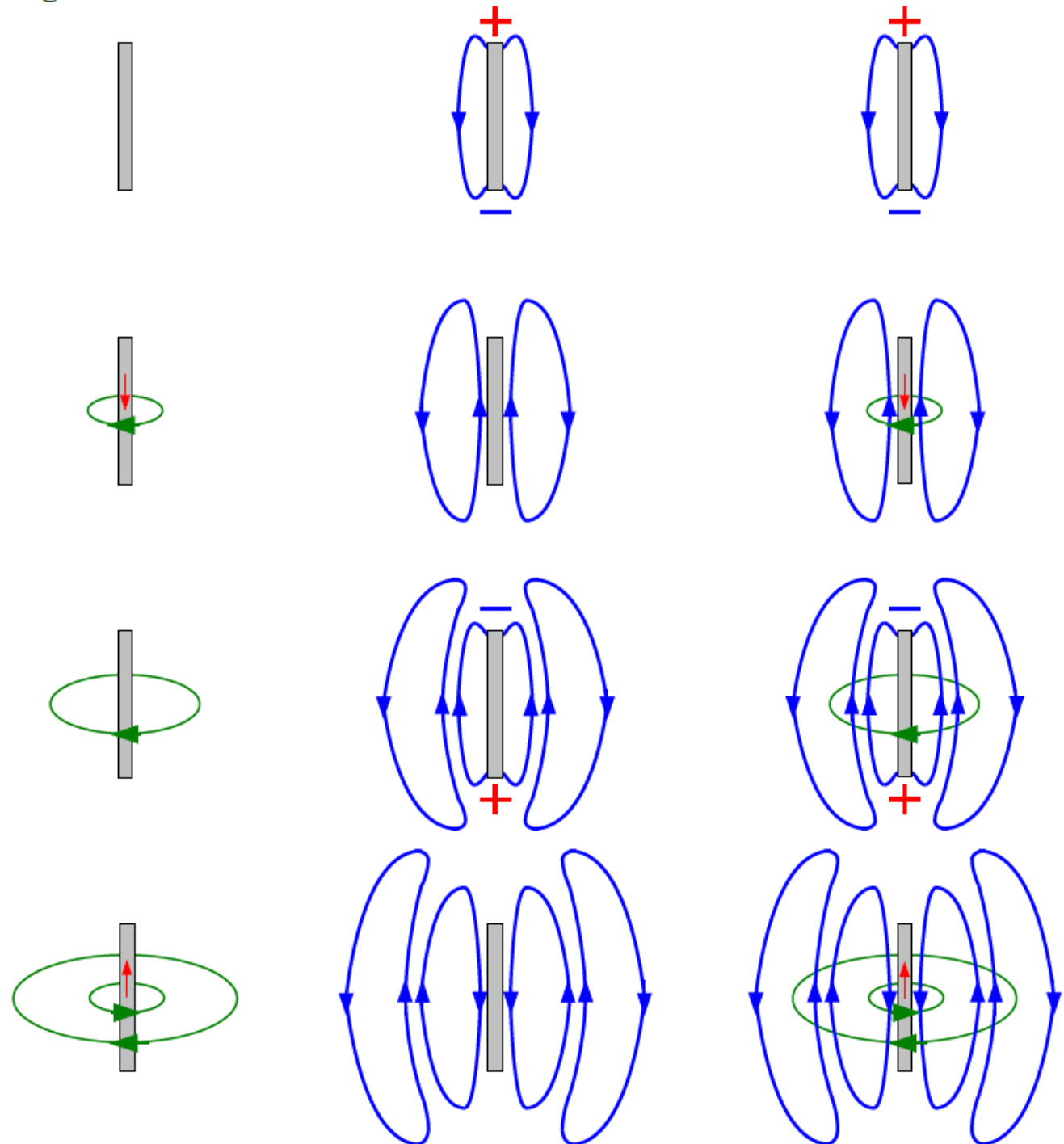
Ein elektrisches bzw. magnetisches Feld aufgrund einer Ladungsverteilung oder eines Stromes füllen nicht sofort den umgebenden Raum aus. Sie müssen sich erst in diesen (mit Lichtgeschwindigkeit) ausbreiten.

Abstrahlung der Welle in den Raum

Magnetfeld allein

elektrisches Feld allein

beide Felder



Aus der Entwicklung der Felder auf der letzten Folie (auch aus dem Schwingkreiskapitel 5.1) ist ersichtlich, dass sich die Maxima und Minima der Feldstärken zeitlich abwechseln. Dies gilt allerdings nur in unmittelbarer Nähe zum Dipol (Nahfeld), da dort die Ströme und Ladungen mit den Feldern interagieren. Weiter entfernt (Fernfeld) treten dagegen elektrisches und magnetisches Feld synchron in Erscheinung (siehe Abb.), die Erklärung hierfür liegt außerhalb unserer Möglichkeiten.

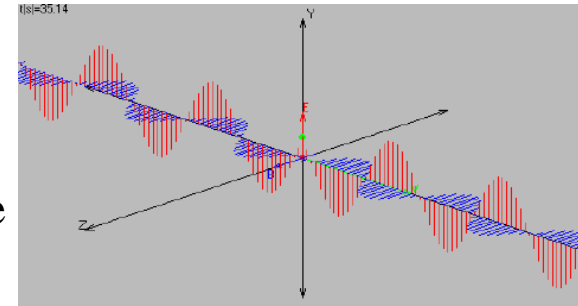
Die Länge einer Antenne muss auf die Frequenz abgestimmt sein (beim Sender wie beim Empfänger). Der Zusammenhang ergibt sich aus der Stromverteilung (siehe 2. Folie).

Selbst-Check:

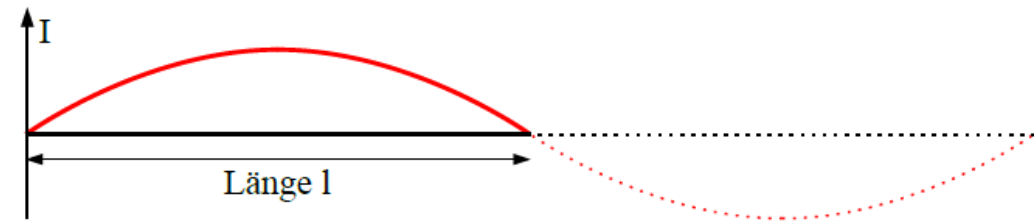
- **Schwingkreis und Dipol**
- **Schwingung und Welle**
- **Spannungs- und Stromverteilung auf dem Dipol**
- **Ausbreitung in den Raum**

Ausbreitung der Welle im Fernfeld

Weiter entfernt vom (hier senkrechten) Dipol laufen elektrisches und magnetisches Feld phasengleich (gleichzeitig maximal bzw. minimal). Die Zeichnung zeigt die Ausbreitung in x-Richtung. Sie erfolgt in gleicher Weise in alle Richtungen der (hier xz-)Ebene, die senkrecht zum Dipol (hier y) verläuft.



Dipollänge



In der Grundschiwingung entspricht die Dipollänge der Wellenlänge. Wellenlänge, Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit hängen zusammen (siehe 11. Jgst):

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Wellen - Ausbreitung elektromagnetischer Wellen Aufgaben eignen sich insbesondere die Aufgaben "Schwingkreis und Wellen" sowie "Strahlungscharakteristik beim Dipol" zum Vertiefen dieser Stunde.