

Wie alle Wellen können auch elektromagnetische Wellen an Hindernissen reflektiert werden (die bekannteste Welle aus diesem Bereich ist das Licht und dort ist Reflexion ein sehr geläufiges Phänomen für uns, das wir schon früh am morgen nutzen, um uns im Spiegel zu sehen).

In diesem Versuch stellen wir Sende- und Empfangsdipol (Antenne) in Längsrichtung nebeneinander auf. Bei der zweiten Variante wird zudem eine Wand vor der Anordnung platziert.

Notiere Deine Beobachtung und begründe sie! Für die Erklärung im Versuch 1 sind die Bildchen aus Kap. 5.2 hilfreich. → Lösung

Im zweiten Versuch wird der Empfangsdipol in dem Bereich zwischen dem Sender und der Wand bewegt (jeweils mit paralleler Ausrichtung zum Sender). Die Abbildung zeigt die Situation von oben betrachtet.

Notiere Deine Beobachtung unter die Zeichnung.

Für ein Verständnis dieses Phänomens müssen wir auf der nächsten Seite die Begriffe „Reflexion und Überlagerung von Wellen“ wiederholen.

Eine Darstellung des Experiments Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Elektromagnetische Wellen – Versuche – Stehende elektromagnetische Wellen.**

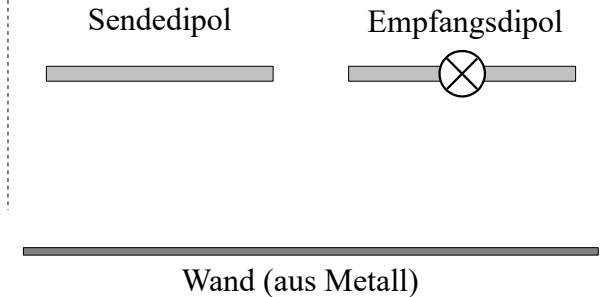
5.3 Reflexion und Interferenz

Grundversuch zur Reflexion

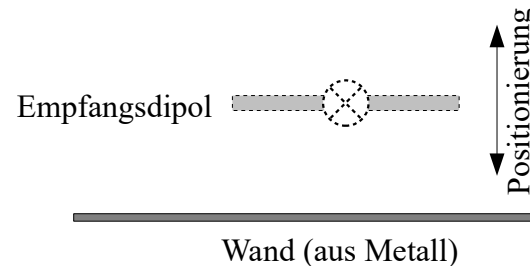
Versuch 1:



Versuch 2:



Stehende Welle

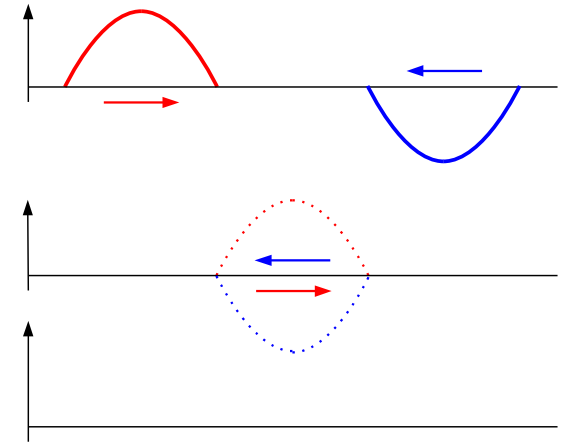
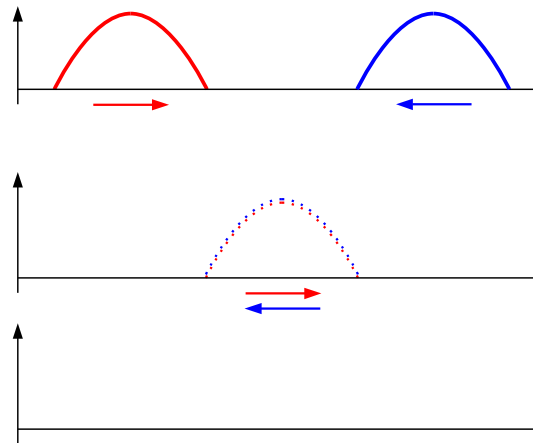


Das Grundprinzip für die Interferenz (Überlagerung) von Wellen (jeder Art) besteht aus 2 Aussagen:

Wenn sich Wellen begegnen, durchlaufen sie sich ohne Störung. Dabei addieren sich an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt ihre Auslenkungen.

Die erste Aussage erklärt, dass Wellen nicht kaputtgehen oder von einander abprallen, wenn sie aufeinander treffen (wie z.B. Bälle oder Autos). Die zweite Aussage zeigt, dass die Wellen ein gemeinsames Konstrukt bilden. **Links begegnen sich zwei gleiche Wellenberge. Rechts begegnen sich Berg und Tal gleicher Form. Zeichne jeweils die Gesamtwellen während der Begegnung (Bild 2) sowie die Wellen nach ihrer Begegnung (Bild 3).**

Grundlagen Interferenz (Überlagerung)



Bei der Reflexion sind je nach Medium und Wellenart zwei Fälle möglich. Diese werden (in Anlehnung an eine Seilwelle) als „festes Ende“ bzw. „loses Ende“ bezeichnet. Ohne genauere Analyse halten wir fest:

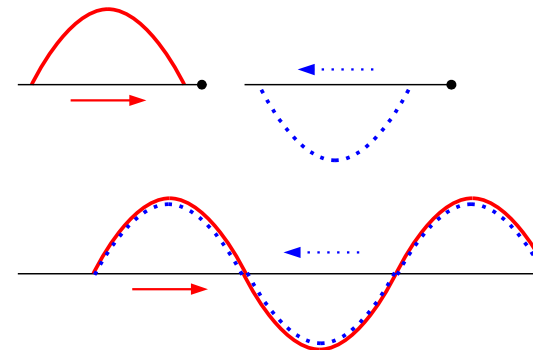
Am festen Ende kehrt ein Berg als Tal zurück, am losen Ende kehrt ein Berg als Berg zurück.

Einlaufende und reflektierte Welle überlagern sich dann. **Zeichne die Überlagerung in den beiden Fällen!** (am festen Ende hat die rücklaufende Welle zunächst einen Berg, da gerade ein Tal eingelaufen ist).

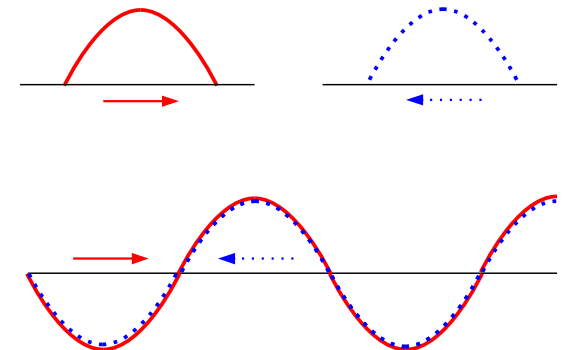
Durch die Interferenz von einlaufender und reflektierter Welle ergibt sich eine stehende Welle, die stets an derselben Stelle Knoten bzw. Bäuche hat.

Übertrage das Konzept in den letzten Versuch! Lösung

Grundlagen Reflexion Reflexion am festen Ende



Reflexion am losen Ende



Selbst-Check:

- Reflexion: Versuch und Wellenverhalten
- Prinzip der Interferenz
- Ausbildung einer stehenden Welle

S.184/23 zielt direkt auf den Hauptversuch ab.

Zudem gibt's Animationen auf den Leifi-Seiten unter **Teilgebiet Mechanik – Mechanische Wellen – Reflexion von Wellen Grundwissen** bzw. auch ... - **Stehende Wellen Einführung Grundwissen**.

Ausgehend vom Experiment „Stehende Welle“ der letzten Stunde variieren wir die Lage der Metallwand so, dass sie parallel zur Richtung Sender-Empfänger liegt. **Vergleiche die Geometrie des heutigen Experiments mit der Geometrie des vorhergehenden Experiments, finde Unterschiede und Gemeinsamkeiten heraus!**

Nun ziehen wir den Empfangsdipol nach rechts und messen dabei die Stromstärke im Dipol.

Beschreibe Deine Beobachtung (neben dem Bild)!

Erstelle (unter dem Bild) eine Seitenansicht der Versuchsanordnung und trage die gemessenen Abstände ein! Berechne daraus den Wegunterschied zwischen dem direkten Weg (Sender-Empfänger) und dem Weg über die Reflexion an der Metallwand (beachte das Reflexionsgesetz)! Berechne aus der Sendefrequenz $f = 434 \text{ MHz}$ die Wellenlänge und vergleiche! Warum lässt sich damit die Beobachtung nicht erklären?

→ Lösung

Ist der Wegunterschied ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge, so interferieren zwei gleichphasig ausgesandte Wellenzüge konstruktiv (Verstärkung). Ist der Wegunterschied ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge, so interferieren sie destruktiv (Auslöschung). (aus 10. Jgst.)

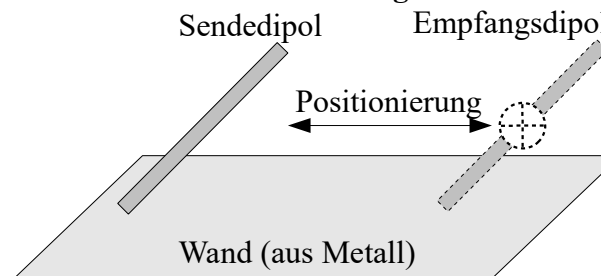
Suche eine Erklärung für die scheinbare Diskrepanz! (Tipp: vorhergehende Stunde, Grundlagen Reflexion)

Im Abitur 2000 gab's folgende Aufgabe:

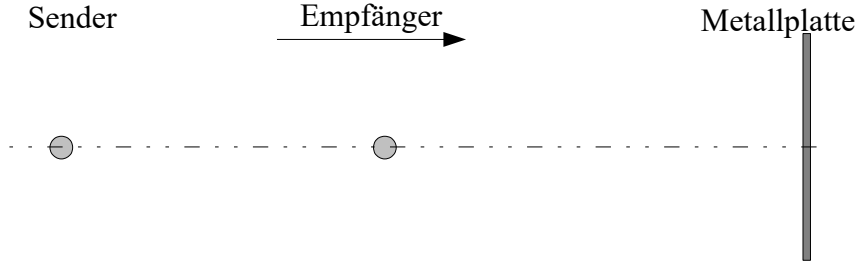
Ein Sende- und ein Empfangsdipol liegen parallel zueinander (senkrecht zur Zeichenebene). Die ausgesandte Strahlung hat die Wellenlänge $\lambda = 2,75 \text{ cm}$.

a) Berechne die Sendefrequenz! (2 BE)

Reflektierende Wand längs der Ausbreitungsrichtung



Abituraufgabe 2000-II-2

<p>Eine Metallplatte wird nun <u>senkrecht</u> zur Linie Sender-Empfänger angeordnet. Der Empfänger wird langsam darauf zu bewegt.</p> <p>b) Stelle die vom Empfänger nachgewiesene Intensität im Bereich von 5,5 cm bis 0 cm vor der Platte graphisch dar und erläutere den Verlauf! (8 BE) <i>(wir haben die Intensität noch gar nicht thematisiert, deshalb musst Du hier mit der Stromstärke im Dipol arbeiten)</i></p>	
<p>Nun wird die Metallplatte <u>parallel</u> zu Sender und Empfänger angeordnet. Wird der Empfänger parallel zur Platte verschoben, so beobachtet man dass die Intensität zwischen minimalen und maximalen Werten schwankt.</p> <p>c) Erklären Sie an Hand einer beschrifteten Skizze (ohne Rechnung) das Zustandekommen dieser Erscheinung! (7 BE)</p> <p style="text-align: right;">→ Lösung</p>	
<p>Selbst-Check:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Experiment (Aufbau und Beobachtung)</i> • <i>Interferenz bei unterschiedlichen Signalwegen</i> • <i>Phasensprung bei Reflexion</i> 	<p>Eine große Fülle an alten Abituraufgaben zum Thema gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre – Elektromagnetische Wellen – Ausbreitung elektromagnetischer Wellen Aufgaben. Die Aufgaben mit zwei Dipolen oder Doppelspalt kommen erst später dran.</p>