

Good Vibrations – über Wellen

In diesem Arbeitsblatt werden Fragen und Aufgaben gestellt zu folgenden Exponaten:

- Hörspiegelstrecke
- Schwebung
- Zeitverzögerung



1. Auf der Dachterrasse der Phänomenta steht die Station **Hörspiegelstrecke**. Teste dieses Exponat mit einem Partner/einer Partnerin und findet eine Erklärung.

2. Ursprünglich hatten die beiden „Hörspiegel“ eine andere Aufgabe. Welche? Und um welche „Wellen“ ging es ursprünglich?

3. Welche unterschiedlichen Wellenarten kennst du?

4. Mit welchen physikalischen Begriffen und Einheiten kann man alle Wellenarten beschreiben?

5. Nun kannst du sicher erklären, wie die Station **Schwebung** funktioniert. Such dir einen Klassenkameraden bzw. eine -kameradin aus und erklärt euch gegenseitig, wie zustande kommt, was ihr an der Station beobachten könnt.

6. Jetzt wird es ganz spannend und technisch: Auch in der Station **Zeitverzögerung** geht es letztlich um Wellen. Probiere die Station aus, lies die Erklärung und notiere das Wichtigste in Stichworten – und zwar so, dass du später jemandem erklären kannst, worum es geht.



7. Suche auf deinem weiteren Rundgang durch die Phänomenta andere Exponate, in denen es um Schallwellen geht.

Behandelte Exponate:

Hörspiegelstrecke

Sich mit einem Partner im Flüsterton unterhalten, obwohl er fast 20 Meter entfernt steht? Mit den zwei Hörspiegeln, die wie große Parabolantennen aussehen und tatsächlich von der Telekom geliefert wurden, ist das kein Problem. Stellen sich die Partner an beide Spiegel und sprechen sie aus kurzem Abstand in die Spiegel hinein, können sie sich wirklich auch flüsternd gut verständigen.

Schall wird an glatten Oberflächen reflektiert, ganz genauso wie Licht an einem Spiegel. Bei den beiden Hohlspiegeln der Hörspiegelstrecke werden einerseits parallel einfallende Schallwellen in einem Brennpunkt, der ca. 40 cm vor den Spiegeln liegt, gebündelt. Andererseits verlassen Schallsignale, die aus dem Brennpunkt kommend auf den Spiegel fallen, den Hohlspiegel als paralleles Wellenbündel. Stehen nun beide Personen mit ihrem Kopf genau im Brennpunkt „ihres“ Spiegels und sprechen jeweils in Richtung Spiegelmitte, passiert genau dieses. Treffen sie auf den Spiegel gegenüber, werden sie in dessen Brennpunkt wieder gebündelt. Dort steht die andere Person, die jetzt verstehen kann, was ihr Partner ihr zugeflüstert hat. Man könnte insgesamt von einer akustischen Richtfunkstrecke sprechen. Dadurch, dass die Hohlspiegel die Schallwellen bündeln und auf kleinem Raum zusammenhalten, versteht man sich auf diese große Entfernung sogar besser als von Angesicht zu Angesicht.

Mit elektromagnetischen Wellen funktioniert es im Übrigen genau so wie mit den Schallwellen: Unsere Parabolantennen stammen vom Funkturm in Siegen und waren mal Teile einer Richtfunkstrecke.

Schwebung

Zunächst hört man an dieser Station nur ein dumpfes Brummen. Stellt man den Drehknopf auf dem Pult aber richtig ein, hört man einen Ton, der abwechselnd lauter und leiser wird. Die beiden Lautsprecher in der Decke der Station erzeugen zwei von einander unabhängige Schallwellen, die sich überlagern. Mit dem Drehknopf in der Mitte des Pults kann man die Frequenz eines der beiden Lautsprecher verstellen.

Sind die beiden Töne sehr unterschiedlich, überlagern sie sich zu einem dumpfen Brummen. Schwingen die beiden Lautsprecher oder Schallwellen hingegen fast mit identischer Frequenz, tritt ein Phänomen auf, das man Schwebung nennt. Dabei erzeugen die beiden einzelnen Schallwellen einen Gesamtklang mit einer Frequenz, die in der Mitte der beiden Einzelfrequenzen liegt und der abwechselnd laut und wieder leise wird.

Schwebungen treten also nur bei geringen Frequenzunterschieden der beiden einzelnen Schallwellen auf, die Lautstärkenschwankung erfolgt mit der sogenannten Schwebungsfrequenz. Schallwellen verstärken sich, wenn zwei Wellenberge oder zwei Wellentäler aufeinandertreffen, sie schwächen sich ab, wenn Wellenberg auf Wellental trifft. Hier überlagern sich zu einem bestimmten Zeitpunkt Wellenberg und Wellenberg (die Wellen schwingen synchron), es wird laut, aber schon einen Augenblick später treffen wegen des Frequenzunterschiedes Wellenberg auf Wellental (die Wellen schwingen entgegengesetzt), es wird leise. Sobald man die zwei Lautsprechertöne zur perfekten Überlagerung bringt, verschwindet die Schwebung.

Zeitverzögerung

Die Kamera an dieser Station ermöglicht einen Blick in die nahe Vergangenheit. Alles, was auf der Leinwand zu sehen ist, ist bereits vor einigen Sekunden geschehen. Die Verzögerung entspricht dem Zeitraum, den das Licht braucht, um von der Erde zum Mond und wieder zurückzugelangen. Die Kamera verdeutlicht, dass das Licht zwar eine immens große, aber doch begrenzte Geschwindigkeit besitzt. Die Physiker nennen das „endliche Lichtgeschwindigkeit“. Sie liegt nach heutigen Messungen bei 299 792 485 Metern pro Sekunde, also ungefähr 1 Billion (das ist eine Eins mit neun Nullen), Kilometern pro Stunde und ist eine der am genauesten vermessenen Naturkonstanten. Dass das Licht eine endliche Geschwindigkeit besitzt, wurde erst 1905 von Albert Einstein entdeckt. Seitdem gilt diese Geschwindigkeit auch als maximale Geschwindigkeit, mit der sich Körper bewegen können.

Didaktisch-methodische Hinweise und Tipps:

Die **Lösungen** zu den Aufgaben 1, 2, 5, 6 ergeben sich aus den Beschreibungen der Exponate. – Lösung zu Aufgabe 3: Schallwellen, elektromagnetische Wellen, mechanische Wellen. – Lösung zu Aufgabe 4: Wellenlänge, Amplitude, Einheit *Hertz* für die *Frequenz* – Lösung zu Aufgabe 7: Resonanzröhren, Monochord, mechanisches Stroboskop, Kundt'sches Rohr, Klopfophon, Glasschwingung

Unterrichtsfächer und behandelte Inhalte in Stichworten:

- Physik, Technik, Akustik, Mathe, Biologie
- Schallwellen, elektromagnetische Wellen, mechanische Wellen, Wellenlänge, Frequenz
- Tonhöhe, Schwebung, Hören, Lichtgeschwindigkeit, Funksignale (Zeitdauer), Entfernungen